UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN

Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad I

RECEPTORES DE RADIODIFUSIÓN SONORA: PANORÁMICA HISTÓRICA Y SITUACIÓN ACTUAL

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Salvador Saura López

Bajo la dirección del Doctor:

Francisco José Montes Fernández

Madrid, 2001

ISBN: 84-669-2228-8

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE.
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN.
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL Y PUBLICIDAD I

RECEPTORES DE RADIODIFUSIÓN SONORA: PANORÁMICA HISTÓRICA Y SITUACIÓN ACTUAL.

TESIS DOCTORAL

SALVADOR SAURA LÓPEZ

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE.
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN.
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN AUDIOVISUAL Y PUBLICIDAD I

RECEPTORES DE RADIODIFUSIÓN SONORA: PANORÁMICA HISTÓRICA Y SITUACIÓN ACTUAL.

Autor: Salvador Saura López.

Director: Profesor Doctor D. Francisco José Montes Fernández

Este trabajo está dedicado a Saura y Consu, mis padres, quienes con su ilusión, esfuerzo e infinita paciencia, han conseguido que la radio pase a formar parte de mi vida.

Índice.

Objetivos..... 15

Introducción. 17

Capítulo 1. Receptores de radiodifusión sonora. 21

1.1. Concepto..... 21

1.2. Panorámica histórica..... 22

1.3. Consideraciones técnicas y estéticas. 31

1.4. La conexión a la red eléctrica. 38

1.5. La industria radiofónica española. 40

Capítulo 2. Componentes básicos de los receptores. 67

2.1. Elementos mecánicos y de control..... 72
2.1.1. Los sistemas de fijación. 72
2.1.1.1. El chasis de los receptores de válvulas. 73
2.1.1.2. El chasis de los receptores transistorizados..... 77
2.1.1.3. Las regletas de conexión..... 78
2.1.1.4. La tornillería. 78
2.1.2. El cable de red y la clavija de enchufe. 80
2.1.3. Dispositivos de encendido de los receptores a válvulas. 83
2.1.4. Los potenciómetros en los receptores a válvulas. 86
2.1.5. Los potenciómetros en los receptores a transistores..... 90
2.1.6. Los botones de mando. 92
2.1.7. Los conmutadores..... 97
2.1.8. Los pilotos de dial.....103

2.2. Indicadores de sintonía.....108
2.2.1. Los cuadrantes o diales.....109
2.2.2. Dispositivos de sintonía directa por pulsadores.....123
2.2.3. El ojo mágico.....127
2.2.4. La pantalla digital de los receptores RDS: el radiotexto.....128
2.2.5. Otros indicadores de sintonía. 132

2.3. Arquitectura del receptor: el mueble. 134
2.3.1. Clasificación de los receptores a válvulas en función del mueble.....135
2.3.1.1. Receptores con altavoz independiente del cuerpo del receptor.....139
2.3.1.2. Receptores con altavoz incorporado.....152
2.3.1.2.1. Receptores con mueble de consola.....153
2.3.1.2.2. Receptores de sobremesa.....161
2.3.1.2.3. Receptores de sobremesa de formas rectilíneas. 165
2.3.1.2.4. Receptores de sobremesa de formas curvilíneas.....207
2.3.1.2.5. Receptores con frontal mixtilíneo.....219
2.3.1.3. Diseños especiales. 224

2.4. Las resistencias.....229
2.4.1. Características de las resistencias.....233

2.4.2. Tipología de resistencias. 235
2.4.3. Valores usuales de las resistencias. 238

2.5. Los condensadores. *244*
2.5.1. Tipos de condensadores. 250
2.5.1.1. Tipología de condensadores según su capacidad. 250
2.5.1.2. Los condensadores electrolíticos. 251
2.5.1.3. Los condensadores de capacidad variable. 255
2.5.1.4. Clasificación de los condensadores según su tensión de trabajo. 259
2.5.1.5. Clasificación de los condensadores según su función. 259
2.5.2. La misión de los condensadores en un radiorreceptor. 260

2.6. Las bobinas. *263*
2.6.1. Concepto. 263
2.6.2. Efecto de superficie. 265
2.6.3. Forma de las bobinas. 268
2.6.4. Asociación de bobinas. 269
2.6.5. Pérdidas energéticas. 270
2.6.6. Los transformadores. 272
2.6.7. Tipología de transformadores. 273
2.6.8. Tipología y utilidad de las bobinas. 278
2.6.9. Bobinas de los circuitos de alta frecuencia. 279
2.6.10. Las bobinas utilizadas en el diseño de los circuitos de baja frecuencia. 296

2.7. Materiales magnéticos utilizados. *298*

2.8. Los transductores sonoros. *301*
2.8.1. Los auriculares. 301
2.8.2. Los altavoces. 304
2.8.2.1. Tipos de altavoces para radio. 306
2.8.2.2. Los altavoces en los receptores transistorizados. 316
2.8.2.3. Funcionamiento. 318
2.8.2.4. Factores determinantes de la calidad de los altavoces. 318

2.9. Las pilas y las baterías. *322*
2.9.1. Tipología de generadores. 323
2.9.1.1. Tipos de pilas. 323
2.9.1.2. Los acumuladores. 328
2.9.2. Utilidad de las baterías y pilas. 330

2.10. Las válvulas termoiónicas. *338*
2.10.1. Los precursores de las válvulas termoiónicas. 339
2.10.2. El filamento. 345
2.10.2.1. Tipología de filamentos en función de su constitución. 346
2.10.3. Los electrodos de las válvulas termoiónicas. 350
2.10.4. Tipología de las válvulas termoiónicas. 351
2.10.4.1. Tetrodo. 351
2.10.4.2. Pentodo. 352
2.10.4.3. Hexodo. 353
2.10.4.4. Octodo. 353
2.10.4.5. Válvulas múltiples. 353
2.10.5. Válvulas metálicas. 359
2.10.6. Válvulas Rimlock. 359
2.10.7. Válvulas para receptores miniatura. 364
2.10.8. Fabricación de válvulas de radio. 367
2.10.8.1. Válvulas de cristal. 368
2.10.8.1.1. Materiales base. 368
2.10.8.1.2. Proceso de fabricación. 369
2.10.8.2. Fabricación de válvulas metálicas. 375

2.11. Los semiconductores.....378
2.11.1. Revisión histórica. 378
2.11.2. Evolución histórica de los semiconductores. 381
2.11.3. Concepto de semiconductor. 383
2.11.4. Consideraciones quimico-físicas.....385
2.11.4.1. Niveles de energía en los sólidos. 388
2.11.4.2. Tipos de semiconductores.....390
2.11.4.3. La unión p - n. El diodo de unión. 393
2.11.4.4. El transistor. 394
2.11.5. Aplicaciones de los semiconductores. 396
2.11.5.1. Empleo de los diodos de unión.....396
2.11.5.2. Empleo de los transistores. 398

2.12. Los circuitos integrados. 399
2.12.1. Partes del circuito integrado. 400
2.12.1.1. Clases de circuitos integrados. 401
2.12.1.2. Aplicaciones de los circuitos integrados.....402

Capítulo 3. Los circuitos de recepción.....405

3.1. Clasificación propuesta.....407

Capítulo 4. El bloque de alimentación.....411

4.1. Revisión histórica. 411

4.2. Receptores para corriente continua. 414

4.3. Receptores para corriente alterna.....415

4.4. Receptores de alimentación indistinta.....418

4.5. Los receptores alimentados por baterías y pilas. 419

4.6. Fuentes de alimentación de los distintos tipos de receptores. 420
4.6.1. Fuentes de alimentación para receptores de corriente alterna. 420
4.6.2. Fuentes de alimentación para receptores de corriente continua.....425
4.6.3. Fuentes de alimentación para receptores de alimentación indistinta. 425
4.6.4. El sistema de filtrado. 426
4.6.5. Adaptadores para la red alterna.....427

Capítulo 5. El amplificador de baja frecuencia. 429

5.1. Los amplificadores a válvulas. 430
5.1.1. Características. 431
5.1.2. Estructura del amplificador de un receptor de válvulas.....432
5.1.2.1. Sección amplificadora de tensión. 433
5.1.2.2. Sección amplificadora de potencia. 433

Capítulo 6. Primera generación: las radios de galena.....435

6.1. Tipos de receptores de galena.....437

6.2. Análisis técnico y prueba de los receptores de galena. 444

Capítulo 7. Segunda generación: receptores con retroalimentación. 451

7.1. Prueba de los receptores con retroalimentación. 459

Capítulo 8. Tercera generación (I): los receptores rfs. 463

8.1. Análisis del amplificador de radiofrecuencia. 471

8.2. Análisis técnico y prueba de los receptores de radiofrecuencia sintonizada. 476

Capítulo 9. Tercera generación (II): Los superheterodinos. 481

9.1. Evolución histórica. 481

9.2. Fundamentos técnicos del superheterodino. 486

9.3. Bloques del superheterodino. 488

9.4. Tipos de receptores superheterodinos. 491

9.5. Fenómenos relativos a la heterodinación. 495

9.6. Etapas fundamentales del superheterodino. 508
9.6.1. La etapa selectora. 508
9.6.2. La etapa conversora. 511

9.7. Prueba de los receptores superheterodinos. 521

Capítulo 10. Receptores de cuarta generación. Los transistores. 531

Capítulo 11. Receptores de quinta generación. Los circuitos integrados. 555

Capítulo 12. Factores determinantes de la calidad de los receptores a válvulas. 559

12.1. Consideraciones generales. 561

12.2. Criterios que determinan la calidad de un receptor de radiodifusión sonora. 562
12.2.1. Sensibilidad. 564
12.2.2. Selectividad. 566
12.2.3. Fidelidad. 568
12.2.4. Gama de frecuencias cubiertas. 568
12.2.5. Protección contra ruidos. 569
12.2.6. Distorsión. 573
12.2.7. Precisión de las indicaciones del cuadrante. 573
12.2.8. Reversibilidad del mando de sintonía. 574
12.2.9. Efecto microfónico Larsen. 575
12.2.10. Funcionamiento como amplificador. 575
12.2.11. Cualidades diversas. 577

Capítulo 13. Elementos periféricos de los receptores. 579

13.1. Introducción. 579

13.2. Los puertos de los receptores. 581

13.3. Los eliminadores. 582
13.3.1. Funcionamiento de los eliminadores. 585

13.4. Las antenas. 586
13.4.1. Antenas para la recepción de estaciones de AM. 587
13.4.2. Emplazamiento de las antenas. 589
13.4.3. Formas de antena. 590
13.4.4. Funcionamiento de las antenas. 597
13.4.5. Las antenas interiores amplificadas. 602

13.4.6. Antenas para la recepción de estaciones de FM. 604

13.5. El filtro antiparasitario. 607

13.6. El elevador-reductor. 608

13.7. La válvula de seguridad. 615

13.8. El mando a distancia en los receptores de sintonía automática. 615

13.9. El fonochasis. 619

13.10. Los osciladores fonográficos. 626

13.11. Los sintonizadores de Frecuencia Modulada: fremodinos. 629

13.12. El filtro selector de antena. 631

13.13. El altavoz de cabecera. 634

13.14. temporizador de previo pago. 635

13.15. El reductor térmico. 635

Capítulo 14. Otros espectos de la radiodifusión sonora. 637

14.1. Los cursos de radio a distancia. 638
14.1.1. La Escuela de Radio Maymó. 639
14.1.2. El Curso de Radio y Televisión AFHA. 643
14.1.3. La Escuela de Radio y Televisión ERATELE. 646

14.2. Los kits de montaje. 650

14.3. El radiocassette y el walkman. 657

14.4. La radio en el automóvil: el autorradio 661
14.4.1. Los autorradios transistorizados. 676

14.5. Las radiocentrales: orígenes. 684
14.5.1. Reino Unido. 687
14.5.2. Suiza. 688
14.5.3. España. 690
14.5.4. Otros países europeos. 692
14.5.5. La filodifusión. 693

14.6. Instalación de receptores de radiodifusión en los ferrocarriles españoles. 697

14.7. Los receptores de época hoy. 700

Capítulo 15. Situación actual y perspectivas futuras de la radiodifusión sonora en España. 707

15.1. Situación actual de la radiodifusión terrenal en España. 707

15.2. La radiodifusión sonora digital. 709
15.2.1. Régimen jurídico. 710

15.3. Aspectos técnicos del DAB. 713
15.3.1. El proceso digital del sonido. 715
15.3.2. Los sistemas actuales de radiodifusión. 718
15.3.3. Necesidad de la radiodifusión digital. 719
15.3.4. Objetivos y ventajas de la radiodifusión digital 720
15.3.5. Formas de utilización y bandas de frecuencias 723
15.3.6. La radiodifusión digital (DAB) 724

15.3.7. Primeras formas de radiodifusión digital 725
15.3.8. La propagación. 726
15.3.9. La codificación del canal 726
15.3.10. La codificación de la fuente 728
15.3.10.1. Codificador. 730
15.3.10.2. Decodificador. 731
15.3.11. Estrategias para la introducción de la radiodifusión digital. 731
15.3.11.1. Radiodifusión terrestre. 732
15.3.11.2. Radiodifusión vía satélite. 733

Capítulo 16. El receptor de válvulas ideal. 735

16.1. Arquitectura del receptor ideal. 736

16.2. Sistema de recepción. 736

16.3. Tipo de dial 737

16.4. Tipo, tamaño y número de altavoces. 738

16.5. Sistema de alimentación. 739

16.6. Tipo de amplificador de baja frecuencia. 739

16.7. Sistemas de conmutación y controles de tono, volumen y sintonía. 740

16.8. Bandas de recepción. 740

16.9. Puertos. 740

Capítulo 17. Conclusiones. 743

17.1. Conclusiones históricas. 745

17.2. Conclusiones técnicas. 746
17.2.1. Generales. 746
17.2.2. Respecto a los receptores de galena. 747
17.2.3. Respecto a los receptores realimentados. 747
17.2.4. Respecto a los receptores de radiofrecuencia sintonizada. 748
17.2.5. Respecto al superheterodino. 748

17.3. Conclusiones estéticas. 749

17.4. Conclusiones sociales. 750

Capítulo 18. Bibliografía. 753

18.1. Libros citados. 755

18.2. Revistas citadas. 758

18.3. Libros consultados. 763

Glosario. 767

Relación de ilustraciones. 777

Relación de tablas. 785

AGRADECIMIENTOS:

Al Doctor D. Francisco José Montes Fernández por su eficaz dirección.

Al Doctor D. Antonio Lara García, Tutor del presente trabajo.

Al Profesor Gilles Multigner por sus múltiples sugerencias.

A D. José Tomás Vera por poner a mi disposición sus amplios conocimientos, experiencia y bibliografía en el campo de la radiodifusión sonora.

A la Doctora Dª Francisca Tomás Alonso por sus acertadas orientaciones.

A José Luis Villabona Hórreo por cederme las valiosas informaciones contenidas en su web personal.

A D. José Ocaña Brihuega y D. Julián Albeza Nombela, expertos informáticos, por su inestimable ayuda en los procesos de edición electrónica.

Al Doctor D. Emilio García Fernández por su desinteresada colaboración.

A los profesionales de todas las emisoras de radiodifusión en las que he prestado mi colaboración, en especial a D. Joan Nadal Canalda, director de Ràdio Ulldecona.

Al personal de la Biblioteca Nacional por su profesionalidad.

A todos aquellos que han creído en esta obra y de manera directa o indirecta han contribuido a que este estudio vea finalmente la luz.

Objetivos.

El mundo de la radiodifusión, en todos sus aspectos, ha constituido durante más de treinta años la principal afición e ilusión del autor de este trabajo. Esta afición ha ido transformándose a lo largo del tiempo en una labor de investigación, materializada en un archivo documental y una colección privada de aparatos receptores y accesorios de radio, además de la colaboración como profesional de la comunicación en estaciones de radiodifusión.

Una dedicación tan larga y apasionada al mundo de la radio, forzosamente tenía que desembocar en el objetivo primario de este trabajo, consistente en la creación de una obra de consulta que sistematizase y clasificase la ingente y dispersa cantidad de información relativa al campo de la radiorrecepción sonora en todo el periodo de su existencia en España, que puede estimarse en casi ochenta años.

Este objetivo justifica por si solo la realización de la presente investigación, dada la inexistencia de obras de similares características hasta el momento actual.

Como en todas las investigaciones que cubren periodos tan dilatados de tiempo, durante la elaboración del objetivo anterior han surgido de manera espontánea tendencias en la evolución, relaciones entre todos los parámetros del proceso, nuevas variables que afectan la evolución del mismo tanto en el ámbito tecnológico como en el social. Ello permitió perfilar los siguientes objetivos:

1. Analizar, redefinir y clasificar los distintos elementos que componen los receptores, haciendo especial hincapié en la arquitectura de los aparatos.

2. Analizar, describir y clasificar[1] los principales circuitos empleados en radiorrecepción, y buscar posibles repercusiones de carácter social relacionadas.

3. Estudiar los elementos periféricos y otros aspectos tecnológicos y sociales, relativos al mundo de los receptores de radiodifusión sonora fijos y móviles.

4. Localizar posibles instalaciones de receptores en los ferrocarriles españoles.

5. Buscar indicios de la instalación en España de Radiocentrales.

6. Reflexionar sobre las tendencias futuras en el campo de la radiodifusión.

Este es un trabajo de investigación, y por tanto no puede darse por concluido en el límite de la Tesis. El autor espera, no solo continuar él mismo las nuevas líneas que han ido surgiendo durante su elaboración, sino justificar su realización de la forma más convincente posible, animando a la incorporación de futuros investigadores, y la llegada de nuevos aficionados al mundo de los receptores de época y de la radiodifusión sonora en general que puedan surgir tras la lectura de la presente obra.

[1] Para la clasificación se ha empleado un sistema basado en la terminología informática.

Introducción.

Tradicionalmente, la historia de la Radiodifusión Española se ha asociado con grandes cadenas de radio como Unión Radio, Radio Nacional, C.A.R., R.E.M, C.E.S., S.E.R., C.O.P.E, estaciones como *EAJ 1 de emisiones Radio Barcelona*[2], Radio Madrid[3], Radio España[4], Radio Intercontinental o EAQ, con programas como los diarios hablados (*La Palabra* de Unión Radio, *El Parte* de RNE), el *Teatro del aire*, los concursos cara al público, las radionovelas, los discos dedicados, las guías y *jingles* comerciales, las retransmisiones deportivas y musicales, y sobre todo con las entrañables voces de todos aquellos que han contribuido a llevar a nuestra radio al lugar preponderante que hoy ocupa.

En estos casi 80 años se han perfeccionado y diversificado los sistemas de transmisión, inicialmente en onda larga, media y corta, hasta las actuales transmisiones en Modulación de Frecuencia RDS, y por vía satélite analógica y digital.

Pero existe una historia de la radio que ha discurrido de forma discreta y paralela a las evoluciones técnicas y tecnológicas de las distintas estaciones y cadenas de radiodifusión sonora en España, una historia en principio injustamente olvidada por los historiadores de la radio española; es la historia de los receptores de radiodifusión sonora[5].

---

[2] Indicativo original de la estación.

[3] EAJ 5, anterior Unión Radio Madrid.

[4] EAJ 2, antes Radio Ibérica.

[5] En el presente estudio se emplearán además los términos receptor, aparato de radio o simplemente radio al hacer referencia a los receptores de radiodifusión sonora.

Se trataba de dispositivos rudimentarios en un principio, repletos de botones, cables, bobinas y baterías, de los que sólo unos pocos expertos lograban extraer algún sonido procedente quién sabe de donde tras sintonizar complicados circuitos o después de conseguir tocar el punto exacto en el *cristal de galena*[6] con el buscador de *bigotes de gato* que, debidamente perfeccionados, poco a poco comenzaron a ser protagonistas de comedores y salas de estar, de bares y locales públicos, con sus relucientes cajas de madera barnizada, su siempre enigmático ojo mágico, enormes diales iluminados que ponían a nuestro alcance, con sólo girar un botón Lisboa, Budapest, Hilversum, Hannover, Andorra, Luxemburgo e incluso Estados Unidos a través de un gran altavoz oculto tras una artística tela acústica. Tales aparatos, que poco a poco redujeron su peso y tamaño hasta hacerse portátiles, se incorporaron a nuestros vehículos e incluso a nuestro bolsillo, llegando a convertirse en compañeros inseparables.

En el presente trabajo se pretende dar por una parte una visión general de los diferentes aspectos tecnológicos que han condicionado la evolución y diseño de los receptores, desde sus elementos constitutivos fundamentales o *elementos circuitales* hasta las características distintivas esenciales de los diferentes circuitos diseñados utilizando tanto válvulas termoiónicas, transistores y circuitos integrados como elementos primordiales, y, por otra, analizar las distintas repercusiones tanto comerciales como de carácter social que puedan derivarse de tal evolución. Finalmente se adelantan las perspectivas de lo que serán los nuevos sistemas emisores y receptores de radiodifusión sonora.

Con el fin de sustentar experimentalmente el estudio, se ha procedido a la puesta en marcha y prueba de los distintos tipos históricos de receptores desde dos aspectos: la búsqueda y análisis de receptores originales de colección, y la localización de elementos circuitales también originales, y montando con ellos

[6] PbS_2.

circuitos idénticos a los primitivos con el fin de comprobar su relativa sencillez de montaje, como si de un kit de la época se tratase, y sus características de manejo, sensibilidad y selectividad, a fin de extraer cuantas conclusiones sea posible extrapolar en relación a la época en que se comercializaron.

Con el fin de enriquecer el estudio, se incluye una amplia selección de fotografías de receptores y componentes - en su mayoría pertenecientes a la colección del autor - así como imágenes publicitarias aparecidas en publicaciones periódicas de las distintas épocas.

Es preciso matizar que, a la hora de redactar el presente trabajo se ha optado por emplear indistintamente el tiempo verbal pasado y el presente, dado que existe un elevadísimo número de receptores que, pese a su antigüedad, aún continúan en perfecto estado de funcionamiento, e incluso se está desarrollando en la actualidad una auténtica industria relativa al mundo de los componentes que permite incluso el montaje de receptores de válvulas siguiendo los esquemas originales.

CAPÍTULO 1. RECEPTORES DE RADIODIFUSIÓN SONORA.

El análisis histórico de los receptores de radiodifusión sonora debe partir del establecimiento de los distintos términos conceptuales a utilizar. posteriormente.

1.1. CONCEPTO.

Al hablar de *radio*, *receptor de radio*, *receptor*, *aparato de radio*, o simplemente *aparato*, se hará referencia a los receptores de radiodifusión sonora. Para su definición se ha optado por la siguiente:

Los **receptores de radiodifusión sonora** son dispositivos destinados a la transformación en sonidos de las informaciones contenidas en las ondas electromagnéticas procedentes de las emisiones de las distintas estaciones radiodifusoras.

La misión de estos aparatos es detectar[7] una onda electromagnética portadora de información que previamente ha sido seleccionada de entre todas las señales que llegan hasta su antena, para permitir que el oyente acceda a la información sonora contenida en la onda de radio.

[7] Extraer la información, en forma de onda de baja frecuencia, contenida en la onda de alta frecuencia transmitida por la estación radiodifusora.

1.2. PANORÁMICA HISTÓRICA.

Desde los inicios de la radiodifusión se han diseñado circuitos receptores de distinta complejidad, desde los más elementales –que incluyen una simple bobina, un detector de galena y un auricular- hasta los más actuales en cuyo diseño figuran circuitos integrados, pantallas de cristal líquido y dispositivos digitales.

Los primeros receptores que se pusieron a la venta iban destinados a la recepción de transmisiones en Modulación de Amplitud, tanto en onda media como en onda larga y corta[8], para dar paso con posterioridad a los aparatos que además permiten sintonizar emisiones en Modulación de Frecuencia[9]. En un futuro próximo, los receptores también podrán sintonizar transmisiones realizadas digitalmente por vía terrestre o satélite[10].

Dejando aparte por sus peculiaridades los receptores de galena, los receptores de válvulas evolucionaron tanto en su diseño exterior como en su modo de funcionamiento. Sus esquemas esenciales fueron heredados y convenientemente modificados con el descubrimiento de los semiconductores.

El presente estudio está basado fundamentalmente en los receptores de radiodifusión desde sus inicios en 1910 hasta la denominada *era del estado sólido* en la década de los años 60. No obstante, la mayoría de los receptores incluidos en él son aquellos en cuyo diseño figuran válvulas de vacío o termoiónicas, aunque se hará igualmente referencia a los receptores que incluyen transistores y circuitos integrados siempre que sea necesario.

---

[8] Se abrevian como OM, OL y OC respectivamente.

[9] También Frecuencia Modulada y FM.

[10] DAB, iniciales de Digital Audio Broadcasting.

En la etapa experimental de la radiodifusión, las primeras estaciones no incluían válvulas de vacío. Eran dispositivos similares a los alternadores de un automóvil, denominados *Alternadores Alexanderson*, generadores de una corriente alterna cuya frecuencia está en función del número de pares de polos del rotor y de la velocidad de rotación de éste. Tales alternadores se ajustaban, de forma que producían corrientes alternas de alta frecuencia. Estas corrientes se lanzaban al espacio a través de un sistema formado por una antena y un conductor unido a tierra. Las antenas de las estaciones se colocaban en torres de gran altura, con el fin de lograr la máxima propagación.

Las señales así generadas se captaban mediante un sistema antena-tierra en el equipo receptor. A través de sus circuitos la onda recogida se transformaba en una señal sonora.

Los primeros receptores tenían un rango de actuación limitado a unos pocos metros de distancia al emisor. El desarrollo de la tecnología permitió la construcción de emisores de mayor potencia y de receptores con mayor *sensibilidad*[11] y *selectividad*[12]. Tales mejoras permitieron que los oyentes tuviesen a su disposición receptores con los que sintonizar emisiones procedentes de estaciones radiofónicas cada vez más distantes y débiles. Con estos receptores era posible además separar sin interferencias estaciones de potencia similar y de frecuencias próximas.

Pese a que ya existían modelos experimentales desde mucho antes, las válvulas de vacío no se comenzaron a aplicar a los emisores de radio hasta los primeros años 20. Tales válvulas eran tremendamente costosas, inestables e

[11] Capacidad de un receptor para sintonizar emisoras distantes o recibidas en la antena con escasa potencia.

[12] Capacidad del receptor para separar dos emisoras de frecuencias de emisión próximas.

incapaces de producir una amplificación adecuada de las corrientes de radiofrecuencia.

Respecto a los sistemas utilizados para captar o *detectar* las emisiones empleados inicialmente cabe destacar el *cohesor de Branly*, atribuido en un principio a Hugs en 1878 y finalmente patentado por Marconi.

- El cohesor de Branly consiste en un tubo de cristal cerrado por dos cápsulas metálicas, en cuyo interior se colocan limaduras metálicas, generalmente de hierro. Dichas limaduras con el paso del tiempo y como consecuencia de la acción de las ondas electromagnéticas, se imantaban y pegaban entre sí, con lo que el dispositivo perdía toda su efectividad y debía ser reemplazado.

El descubrimiento de las propiedades semiconductoras de algunos minerales como la galena, supuso un importante avance en el campo de la radiorrecepción. Estas sustancias son capaces de permitir el paso de señales alternas en una sola dirección debido a la unión PN que presenta en su estado natural, por lo que se comporta como un diodo de unión en ciertos puntos[13] de su superficie.

Los cristales de galena se utilizaron tanto para detectar señales radiotelegráficas como radiotelefónicas. Con la llegada de la radiodifusión sonora, el detector de galena se denominó *detector de cristal* y a los receptores que lo incorporaron, *radios de cristal o de galena*[14].

Por otra parte, los diodos de galena presentaban al usuario grandes dificultades derivadas de su manejo. Era necesario localizar el denominado *punto*

[13] Puntos activos o críticos.

[14] CARR, J.: Old Time Radios!. Restoration and repair. TAB. Eds. USA. 1991. p. 1-8.

crítico de contacto desplazando un hilo conductor sobre la superficie del mineral, hasta escuchar la emisión a través de los auriculares del receptor. Este laborioso proceso debía repetirse cada vez que conectaba el receptor.

Estos problemas se subsanaron definitivamente con el empleo de los diodos de germanio o silicio, por presentar un punto de contacto permanente e inmóvil que evita las incomodidades mencionadas, y finalmente con las válvulas termoiónicas.

Las válvulas termoiónicas empleadas en los receptores, como se verá con posterioridad en el presente trabajo, tienen una funcionalidad múltiple entre las que destacan su capacidad detectora y amplificadora.

La invención del triodo termoiónico por Lee de Forest en Inglaterra en el año 1906, permitió la amplificación señales débiles. Los primitivos triodos únicamente permitían la amplificación de señales de baja frecuencia o de audio, por lo que previamente era preciso realizar la detección de la señal de radio en una etapa anterior del receptor.

Los sistemas mencionados presentaban una limitación muy importante a la hora de trabajar con señales de radio débiles, dado que su sensibilidad era escasa. Tal dificultad pudo susbsanarse con el circuito denominado *regenerativo*, diseñado por Armstrong en Estados Unidos, basado en el principio de la realimentación o *feed back*.

Cuando las válvulas termoiónicas se perfeccionaron hasta conseguir que amplificasen corrientes tanto de baja como de alta frecuencia o *de radiofrecuencia*, se posibilitó el diseño de receptores con circuitos bobina-condensador en paralelo, sintonizables a una frecuencia determinada conectados a la entrada y a la salida de

triodos termoiónicos, denominados *receptores de radiofrecuencia sintonizada*[15]. Estos receptores eran muy inestables. Con ellos resultaba muy complicado para el oyente sintonizar estaciones de la gama de ondas cortas. Por ello, aparecieron en 1924 modificaciones que condujeron a un nuevo diseño denominado *neutrodino*, patentado por Louis Hazeltine.

✍ El neutrodino, en efecto, subsanaba en parte tales inconvenientes. Su funcionamiento era muy estable. El oyente de este modo se liberaba de la pesada tarea de reajustar la sintonía del receptor mientras lo estaba escuchando. Además, permitía localizar las distintas estaciones en un cuadrante o *dial*[16], algo especialmente apreciado por los usuarios, que facilitaba considerablemente la sintonía.

Las sucesivas modificaciones introducidas en las válvulas termoiónicas permitieron la inclusión de altavoces a los receptores, en sustitución de los auriculares. Los altavoces iban separados, en principio, del cuerpo o mueble del receptor, y, posteriormente, se montaron en su interior.

En 1920 Edwin Armstrong ya había diseñado en su laboratorio el receptor *superheterodino*, origen de los sistemas actuales de recepción. El primer receptor de estas características fue comercializado por la RCA en 1924.

✍ El circuito *superheterodino* se basa en el *heterodinaje* de ondas electromagnéticas, un proceso consistente en mezclar una señal de radio con otra señal producida por un oscilador incorporado al

[15] Philips Ibérica empleó la denominación de receptores a superinductancia.

[16] Un dial es una escala por la cual de puede desplazar una aguja indicadora bien en línea recta o en círculo, En ella se indican en una escala graduada la frecuencia o longitud de onda de la estación sintonizada. En receptores más avanzados, aparecen igualmente los nombres de las diferentes estaciones.

circuito denominado *oscilador local*. El resultado de tal mezcla es una nueva onda o señal de frecuencia constante, cuyo valor es intermedio entre las frecuencias de ambas.

- Esta onda de frecuencia intermedia (F.I.) se somete a un proceso de amplificación, tras lo cual se procede a su detección para obtener la señal portadora de información.

- La señal, finalmente, pasa a un amplificador de audio que se encarga de transformarla en una corriente de baja frecuencia capaz de accionar un sistema de auriculares o un altavoz.

El receptor superheterodino en un principio no tuvo gran difusión debido a su escasa aceptación por parte del público. Incorporaba únicamente válvulas triodo, precisaba actuar simultáneamente sobre varios controles y emitía silbidos que hacían molesta la audición. Por otra parte, en ese momento los receptores con realimentación producían resultados muy aceptables.

A partir de 1927 surgió una nueva generación de receptores de radiofrecuencia sintonizada mejorados que incluyeron válvulas de cuatro electrodos o *tetrodos*. Se inició de este modo una evolución paralela de los receptores de radiofrecuencia sintonizada y de los superheterodinos.

Los sucesivos cambios sufridos en el diseño del receptor superheterodino permitieron simplificar considerablemente su manejo e incrementar ostensiblemente su sensibilidad y selectividad, hasta llegar desplazar a los restantes tipos de receptores del mercado. El circuito, debidamente modificado, permitió en su momento el montaje de receptores adaptados a la recepción de emisiones en Modulación de Frecuencia.

Con la llegada de los semiconductores y su incorporación a los receptores de radio se consiguió miniaturizar los receptores y otra larga serie de ventajas, aunque se mantuvo el circuito – debidamente adaptado - del superheterodino como base de todos ellos.

Los sistemas de transmisión de señales de radio han tenido su propia evolución. Tras las primeras emisiones en Modulación de Amplitud, la Modulación de Frecuencia –sistema casi tan antiguo como la Modulación de Amplitud- evolucionó hasta permitir mejorar considerablemente la calidad sonora de las emisiones, la transmisión-recepción en estereofonía[17], la transmisión de datos en forma de radiotexto a través del sistema Radio Data System (RDS) y la eliminación de interferencias de emisoras de frecuencias próximas.

Todos los sistemas de transmisión y recepción mencionados hasta aquí son analógicos y presentan un gravísimo inconveniente: el espectro radiofónico disponible (esencialmente en ondas largas, medias y cortas) es limitado. Dicho de otra manera, caben pocas emisoras en cada una de las bandas destinadas a la radiodifusión.

Ante tal situación, la tecnología actual abre paso a la instalación de sistemas digitales destinados a la transmisión de señales de radio. Actualmente se encuentra en fase de implantación la radiodifusión sonora digital DAB[18] por vía satélite y terrestre. Las distintas estaciones de radiotelevisión emiten sus programas por vía satélite digital, de manera que empleando receptores fijos y los decodificadores adecuados, es posible escuchar emisiones de radio transmitidas digitalmente.

---

[17] En AM se realizaron experiencias de transmisión estereofónica utilizando dos canales que se emitían a través de dos emisores de distinta frecuencia que debían sintonizarse con dos receptores distintos.

[18] Iniciales de Digital Audio Broadcasting.

Aparte de las ventajas mencionadas, parece que el actual sistema de radiodifusión digital vía satélite supone una vuelta atrás en el campo de la recepción, pues la radio digital transmitida vía satélite precisa la instalación de una antena exterior y el empleo de receptores fijos, como ocurría en los inicios de la radiodifusión sonora y posteriormente con los primeros receptores adaptados a la banda de modulación de frecuencia.

Sin embargo la radio digital como tal aún se encuentra en fase de experimentación. La digitalización de los circuitos de emisión y recepción deberá eliminar las principales carencias de los sistemas actuales en Modulación de Amplitud y Modulación de Frecuencia, y por ello permitir:

1. La transmisión por vía terrestre.
2. La escucha individualizada en cualquier momento y lugar.
3. El empleo de receptores de manejo simple.
4. El uso de antenas móviles.
5. La audición desde receptores móviles.
6. La reproducción del sonido en alta fidelidad.
7. La eliminación de las interferencias.
8. El incremento de forma casi ilimitada del número de estaciones radiodifusoras.

De esta manera, una vez implantado el sistema de transmisión-recepción digital, se procederá a la sustitución paulatina de todos los receptores analógicos por otros digitales (incompatibles con los anteriores), con las subsiguientes ventajas e inconvenientes que de ellos se derivarán.

Paralelamente a otras situaciones similares en el campo de las telecomunicaciones (cambio del sistema de televisión en B/N a color, del sistema de radiodifusión en AM a FM y cambio de la banda de televisión de VHF a UHF) cabe matizar lo siguiente:

1. Que tan solo el primero de los mencionados permitió la compatibilidad con el sistema preexistente (en el caso de los televisores en blanco y negro),

2. Que la puesta en marcha de la radiodifusión digital llevará un desarrollo paralelo al que se dio en la radio con la introducción de las emisiones en Frecuencia Modulada, totalmente incompatible con los receptores de AM preexistentes.

3. Que una posible solución transitoria sería la comercialización de receptores mixtos (analógico-digitales) como ya ocurrió con los receptores mixtos AM/FM en su momento o con los televisores que incorporaron un sintonizador adicional para la banda de UHF.

4. Se descarta la solución transitoria similar a la que en su día se dio tras la aparición de las emisiones en FM consistente en conectar dispositivos - que en el presente estudio se denominarán *periféricos* - a los receptores preexistentes. Por ello, el nuevo sistema de radiodifusión obligará a la sustitución total de los receptores analógicos por otros digitales.

1.3. CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y ESTÉTICAS.

La arquitectura de los receptores de radio tuvo una evolución distinta en cada país, en función de sus peculiaridades geográficas, políticas y socioeconómicas.

A la hora de adquirir un receptor, se establecieron distintos criterios para determinar su calidad. Uno de estos factores que históricamente resultó decisivo en España a la hora de determinar la calidad de un receptor fue el número de válvulas que incorporaba.

El comprador español ha juzgado tradicionalmente la calidad del receptor por la cantidad de válvulas, de manera que al aumentar éste, el aparato, aparte de incrementar su precio, resultaba más atractivo a la hora de su adquisición.

Del análisis de los anuncios aparecidos en distintas publicaciones periódicas españolas de los años 20, 30 y 40 se deduce que la publicidad de los receptores de radio giraba básicamente en torno al número de válvulas del aparato y a su diseño exterior. En el periodo de tiempo mencionado, los fabricantes lanzaron al mercado *series* de aparatos de distinto tamaño y calidad, de manera que los más altos de la gama eran los que poseían un mueble de mayor tamaño, altavoces de mayor diámetro y mayor número de válvulas.

Como muestra de lo anterior resulta ilustrativo el contenido de un anuncio publicitario de los receptores Crosley Radio Corporation, una de las marcas de mayor difusión en los mercados americanos puestos a la venta también en España en 1933:

Tabla 1. Receptores Crosley del año 1933.

Modelo	Nº de válvulas	Nº de altavoces	Precio (pta.)
Library	5	1	625
Conqueror	7	1	775
Duetto Radio-Phono	7	1	1.200
Marvel Radio Phono	9	2	1.950
Harmony	12	2	1.650

El modelo Library corresponde a un receptor de tamaño similar los que en su día se denominaron *midgets*, el Conqueror era un aparato mayor de sobremesa, al igual que el Duetto Radio-Phono, mientras los dos últimos corresponden a consolas de tamaño grande.

Un anuncio similar fue el de los receptores Telefunken aparecido 20 años después en España. En él se mostraba una serie de cinco receptores distintos, de los que se indicaban igualmente sus características y precios:

Tabla 2. Receptores Telefunken del año 1953.

Modelo	Nº de válvulas	Gamas de onda	Precio
Panchito	4	2	1.590
Madrigal	5	3	2.375
Cairo	5	4	2.800
Colombo	6	4	3.295
Imperial	7	5	4.850

Desde la perspectiva actual, tal criterio resulta, a todas luces, engañoso. De hecho, la *sensibilidad* y la *selectividad*, que son las principales características

técnicas exigibles a un receptor, no están precisamente en relación directa con el número de válvulas que incorpora, especialmente en los primeros años de la radiodifusión, en los que únicamente se fabricaban válvulas con dos y tres electrodos, denominadas diodo y triodo respectivamente.

Por otra parte, el uso del receptor por los oyentes españoles también ha evolucionado históricamente. Cabe distinguir tres etapas claramente diferenciadas:

1. La tendencia generalizada era, en principio, lograr el número mínimo de mandos de control necesarios para su funcionamiento, hasta conseguir dispositivos tan sencillos como un mando de sintonía y otro de control de volumen.

2. Posteriormente el número de dispositivos o mandos de control, nuevamente adquirió importancia. A los superheterodinos pronto se le añadieron conmutadores de ondas por teclado, sistemas de antena interior orientable y mandos independientes para los diales de distintas bandas.

3. Finalmente, en los receptores multibanda más actuales, se incluye un teclado numérico para la selección directa de la frecuencia de la estación, además de controles de tono independientes, regulador de ganancia, pantallas digitales, mandos de acceso a la memoria, conmutadores de antena exterior/interior, de anchura de banda y de sensibilidad entre otros.

Paralelamente al desarrollo tecnológico, los aspectos estéticos, especialmente la arquitectura del receptor, fueron variando con el paso del tiempo. El empleo de maderas nobles y baquelitas dio paso a los plásticos duros de colores diversos, combinados con embellecedores metálicos dorados o cromados.

Fig. 1. Receptor Emerson modelo 38[19].

El tamaño global del receptor de válvulas, como indicador de calidad, estuvo sujeto igualmente a distintas modas o tendencias en ocasiones opuestas: desde los receptores de grandes dimensiones, con entidad como mueble independiente, hasta los denominados miniatura, pasando por los de sobremesa y los de tamaño mediano o *midgets*.

[19] De la colección particular de Francisco José Montes Fernández. Fabricado en Estados Unidos en 1934

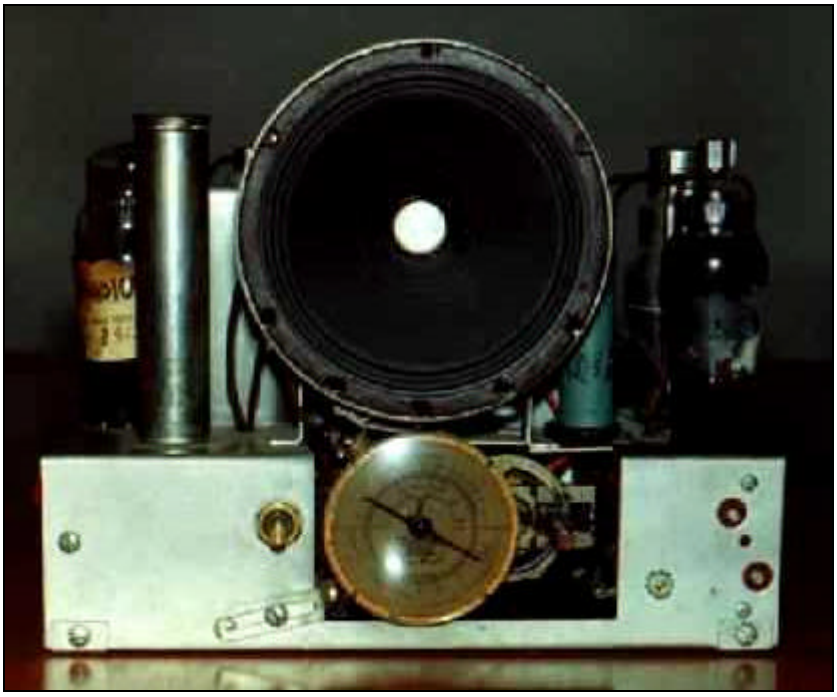


Fig. 2. Emerson 38. Vista frontal del receptor sin mueble.

Con el objeto de aprovechar el amplificador de baja frecuencia de los receptores, comenzó a incorporarse como accesorio[20] un reproductor de discos. Al conjunto se le denominó *radiogramola* y *radiotocadiscos*. Posteriormente, se añadieron al mismo mueble un magnetófono e incluso un receptor de televisión.

[20] En el presente trabajo se empleará el término *periférico*.

Fig. 3. Emerson 38. Vista posterior del receptor sin mueble.

Hasta la aparición de estaciones radiodifusoras muy potentes, los receptores debían conectarse a una antena, exterior o interior, con el fin de lograr una sintonía aceptable de las distintas estaciones, lo que obligaba a la radiorrecepción *fija*. Los circuitos a válvulas se modificaron convenientemente, hasta lograr el diseño de receptores específicos para automóviles, así como receptores portátiles a válvulas que no necesitaban antenas exteriores y, finalmente, los actuales circuitos transistorizados montados en soportes de todos los tamaños.

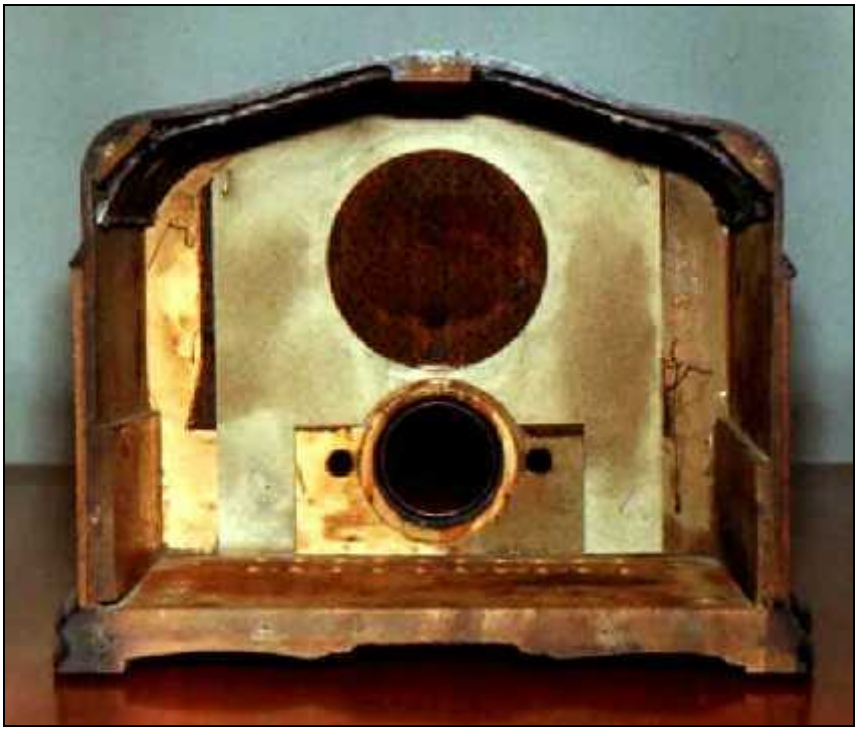


Fig. 4. Vistas superior del receptor y posterior del mueble.

1.4. LA CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA.

El modo de alimentar un receptor de radio ha seguido una evolución pendular. La alimentación se llevó a cabo en un principio mediante complicados sistemas de baterías de alta y baja tensión tanto de las denominadas *húmedas* como las secas, para dar paso a los receptores que se conectan directamente a la red de corriente alterna y/o continua, que incluyen a su vez sistemas de conmutación para su adaptación a voltajes de red variables entre 90 y 240 voltios. Con la llegada de los circuitos transistorizados, nuevamente se vuelve a la alimentación por pilas en los receptores de pequeño tamaño, mientras que en los de sobremesa coexisten los sistemas de alimentación mixtos por pilas y red.

Fig. 5. Receptor mixto pilas/red Vanguard Atlas[21].

En España coexistieron hasta aproximadamente 1950 las redes de alumbrado con corriente continua y alterna. Durante ese periodo la corriente alterna presentaba importantes fluctuaciones en su valor, especialmente en las zonas rurales, hasta bien

[21] La firma española Vanguard comenzó a comercializar los receptores de la serie Atlas en los primeros años de la década de los sesenta, y mantuvo esta misma línea, con pequeñas modificaciones, hasta 1975.

entrados los años 60. En ese momento comenzó a generalizarse como valor para la tensión doméstica el de 220 voltios en lugar del valor anterior de 125 voltios.

Fig. 6. Publicidad de receptores Anglo, alimentados por pilas, baterías o red.

Las fluctuaciones en la tensión de la red provocaban averías importantes en los circuitos de los receptores. Ello hizo necesario la incorporación de sistemas estabilizadores y limitadores de tensión, cuyo estudio se abordará en el capítulo denominado *periféricos de los receptores.*

✍ Los dispositivos limitadores[22] desconectaban el aparato de la red eléctrica, en el caso de que se produjesen subidas de tensión. De esta manera salvaguardaban los filamentos de las válvulas.

[22] Denominados vulgarmente *válvulas de seguridad.*

El presente análisis de los receptores de radiodifusión sonora se inicia con la revisión histórica de los elementos fundamentales que intervienen en su diseño o *componentes*, para continuar realizando una clasificación de los diferentes tipos fundamentales de circuitos, de los que se detallan sus peculiaridades y se extraen conclusiones de las pruebas experimentales que se han llevado a cabo.

Las experiencias se han realizado tanto con aparatos originales procedentes de diferentes colecciones como de los circuitos que se han reconstruido y puesto en marcha a partir de los circuitos originales localizados en las distintas fuentes bibliográficas analizadas.

1.5. LA INDUSTRIA RADIOFÓNICA ESPAÑOLA.

La industria radiofónica española ha tenido una evolución histórica similar a la de otros países europeos. Prescindiendo de datos económicos, el mercado español se ha nutrido tanto de productos de fabricación propia[23] como de componentes y receptores de importación.

Aparte de poner a la venta receptores de las principales marcas, los establecimientos especializados comercializaban los componentes necesarios para el montaje de receptores en forma de kit. De esta forma, los aficionados con conocimientos de electrónica podían construir sus aparatos. A su vez los distintos distribuidores montaban sus propios receptores para su distribución, incluso con sus propias marcas.

[23] Al hacer referencia a receptores de fabricación propia es preciso considerar que, como consecuencia del desarrollo de las distintas escuelas de radio, surgió un elevado número de profesionales y aficionados que se dedicaban al montaje y venta directa de receptores de manera independiente y paralela a las industrias radiofónicas establecidas en España.

Algunos de los principales fabricantes de material eléctrico y electrónico diseñaron igualmente receptores de radio, como Iberia, Inter, Lavis, Anglo, Askar, Vanguard, Nora, Senoirb[24] e I.N.R.A.T. En la bibliografía analizada se ha localizado un gran número de firmas comerciales relacionadas con el campo de la radiodifusión española que se incluyen en las tablas siguientes:

Tabla 3. Selección de los principales fabricantes españoles de aparatos de radio y/o accesorios entre 1940 y 1950.

NOMBRE O RAZON SOCIAL.	PROVINCIA.	PRODUCTOS/MARCAS
A. Salews Espasa	Barcelona	Potenciómetros, bobinas y conmutadores
Abbo Hermanos	Barcelona	Medidores
Accesorios radioeléctricos	Barcelona	Condensadores JEEPSON.
Accesorios generales de radiodifusión	Madrid	Muebles
Agris radio	Madrid	Aparatos de radio
Aismalibar S.A.	Barcelona	Conductores y aislantes
Alcer	Alicante	Elevadores, motores.
Anglo Española de Electricidad (AEESA)	Madrid y Barcelona	Aparatos de radio Anglo
Aparatos eléctricos de medida S.A. A.E.M.S.A.	Barcelona	Medidores
Arbó Hermanos	Barcelona	Altavoces, transformadores y bobinas
Argila S.A.	Barcelona	Hilo, material de AT y BT, mica, barnices, pilotos...

[24] Obsérvese que la marca es la Inversa del apellido del propietario de la factoría, Briones.

NOMBRE O RAZON SOCIAL.	PROVINCIA.	PRODUCTOS/MARCAS
Arial	Barcelona	Altavoces
Arkin	Barcelona	Dist. TUNGSRAM, ARKIN y AQUILO
Askar Radio	Barcelona	Aparatos de radio ASKAR
Audioson y Eterson	Barcelona	Receptores, amplificadores y micrófonos
Ausonia	Barcelona	Altavoces y bobinas
Avenida Radio	Madrid	Tocadiscos LOBETON
Bayona	Barcelona	Aparatos de radio
Bianchi	Guipúzcoa	Condensadores
Bobinas Qmax	Barcelona	Transformadores de F.I., bobinas miniatura
Bobinas Rey	Barcelona	Bobinas y trimmers
C. Ramos Ballesta	Barcelona	Bobinas RAES
Cetina	Barcelona	Bobinas y bobinadoras
Condensadores eléctricos SA	Barcelona	Condensadores CESA
Consorcio de especialidades frio-radioeléctricas S.A. (CEFRESA)	Barcelona	Aparatos de radio CEFOMS
Construcciones Prieto	Madrid	Muebles
Construcciones electrónicas E. Molina	Barcelona	Aparatos de medida
Construcciones radioeléctricas J. Gómez Chaparro	Córdoba	Aparatos de radio BLASON y condensadores
Cravbe	Barcelona.	Condensadores y material diverso
Eléctrica Comercial Colominas S.A.	Barcelona	Muebles y chasis para kits de montaje.

NOMBRE O RAZON SOCIAL.	PROVINCIA.	PRODUCTOS/MARCAS
Especialidades electrónicas	Barcelona	Bloques de frecuencia intermedia y bobinas
F. Mathiu	Barcelona	Medidores
F. Casadevall (FEVALL)	Barcelona	Medidores
Fabricación española de condensadores	Barcelona	Condensadores electrolíticos FECE
Faxeda Instituto electrónico	Barcelona	Condensadores y tandems
Feyces S.A.	Madrid	Muebles
I.F.E.	Barcelona	Potenciómetros
Industrias de grabación y reproducción acústica INGRA	Barcelona	Magnetófonos INGRA y grabadores de discos
Industria nacional de radio y accesorios Trullols	Barcelona	Aparatos de radio INRAT
Industrias reunidas del norte de España (IRNE)	San Sebastián	Bobinas, elevadores y muebles
Industrias Julio Ayala S.A.	San Sebastián	Muebles
Industrias radio-fono-eléctricas (IRFE)	Barcelona	Tocadiscos
Industrias del Norte	Madrid	Radio SNARK
Industrias Pineda S.L.	Barcelona	Conmutadores y condensadores
Intercontinental Radio	Barcelona	Resistencias y bobinas.
IREG	Barcelona	Medidores
J. Sans Andreu	Barcelona	Condensadores SANS
L. Lucarda y cía.	Barcelona	Aparatos de radio Invicta
La Industrial Radioeléctrica	Barcelona	Receptores LIRE.
Laboratorios Etrón Radio S.A.	Barcelona	Aparatos de medida.

NOMBRE O RAZON SOCIAL.	PROVINCIA.	PRODUCTOS/MARCAS
Lacora S.A.	Barcelona	Chasis y aparatos de radio LACORA
Lorelli	Barcelona	Altavoces
M. Berenguera	Barcelona	Aparatos de radio ETERSON. Amplificadores AUDIOSON
Maderol	Madrid	Muebles
Masforné S.A.	Barcelona	Hilos
Mundial Radio	Barcelona	Aparatos de radio MUNDIAL
Nobo	Barcelona	Muebles
Optimus Radio	Gerona	Amplificadores, receptores
Optimus	Barcelona y Gerona	Componentes, amplificadores, altavoces, giradiscos y aparatos de radio
Philips Ibérica	Madrid, Barcelona, Las Palmas	Aparatos de radio, válvulas, bobinas.
Productos Giesenregen	Barcelona	Comprobadores y máquinas de bobinar
Productos Masyc	Mahón	Zócalos y componentes
R. Roca.	Barcelona	Motores y receptores.
Radio Alpe	Madrid	Aparatos de radio
Radio Bertrán	Barcelona	Aparatos de radio BERTRAN
Radio Hispano-Suiza	Barcelona	Altavoces y fonochasis MELODIAL, potenciómetros
Radioelectricidad	Barcelona	Medidores, Aparatos de radio JUGI
Radiométrico	Barcelona	Comprobadores
Ralo	Barcelona	Diales de cristal
Resinas sintéticas Opalo S.A.(RESOPAL)	Madrid	Baquelitas, resinas y Materiales acoitados

NOMBRE O RAZON SOCIAL.	PROVINCIA.	PRODUCTOS/MARCAS
S.A.(RESOPAL)		Materiales aceitados
Reyfra	Madrid	Aparatos de radio y componentes
River Radio	Barcelona	Receptores con teclado americano
S.A. industrias mecano-eléctricas SAIME	Barcelona	Componentes CREA
Standard Eléctrica	Madrid, Barcelona y Santander	Válvulas y emisores de radio.
Stolders	Barcelona	Resistencias
Sun radio	Madrid	Aparatos de radio SUN
Talleres Vica	Barcelona	Aparatos de radio VICA
Talleres Claravalls	Barcelona	Altavoces Clarco
Talleres Tarrasò	Valencia	Bobinadoras
Talleres Garriga	Barcelona	Altavoces LA VOZ DE ORO LVO
Talleres Electrofísicos	Madrid	Chasis, mandos y fornitura
Talleres BMB	Barcelona	Medidores
Trans S.I.E.	Barcelona	Bobinas
Tungsram	Madrid y Barcelona	Válvulas, aparatos de radio y altavoces
Unión Exclusiva Industrial S.A.	Barcelona	Resistencias SIEMPRE
V. Nacher	Barcelona	Aparatos de radio VIRER
Vincitor	Madrid	Cambiadiscos y aparatos de radio
Vivo, Vidal y Balasch S.L.	Madrid, Barcelona, Bilbao, Valencia y Sevilla	Condensadores HELION
Radio Bove	Tarragona	Receptores Super Dumont, Amplificadores y cine

NOMBRE O RAZON SOCIAL.	PROVINCIA.	PRODUCTOS/MARCAS
		sonoro
Triplex Radio	Madrid	Receptores.
Miguel Terraza Guitart	Barcelona	Receptores
Dielectro Industrial	Bilbao	Condensadores variables y conmutadores Pineda
River Radio	Barcelona	Condensadores Astatic.
R.S.	Barcelona	Condensadores Sans
Siemens Industria Eléctrica	Madrid	Componentes, amplificadores y cine sonoro
E. Ramis Ballesta	Barcelona	Bobinas
Talleres B.M.B.	Barcelona	Instrumentos de medida
A.R.E.	Barcelona	Accesorios

Tabla 4. Marcas de receptores fabricados o distribuidos en España.

A. Valls	Fermax	Philco
Admiral	Geloso	Philips
Adroher	General Electric	Pilot
AEESA Anglo)	Gründig	Pujals
AEG	Guibernau	Pye
AGA	Hispano Radio	Radiola
Air King	Inrat	Radialva
Aiwa	Iberia	Radiomarelli
Aladino	Inter	RCA
Alfa	Invicta	Rubí

Tabla 4. Marcas de receptores fabricados o distribuidos en España.

Alpe	Jema Radio	Saba
Allrator	Jugi	Safar
Amplion	Kolster-Bra	Saldana
Artés	L. Freixá	Saturno
Askar	La Voz de su Amo	Siemens
Atwater Kent	Lack	Skreibson
Balmes	Lavis	Stewart Wagner
Bayona	Marconi	Telemondiale
Bertrán	Marest	Telefunken
Castilla	Mende	Tungsram
Clarion	Mondial	Vanguard
Colonial	Vanguard	Vica
Cradial	Vicson	Vicson
Crosley	Vigary	Vigary
De Wald	Motorola	Virer
Ducal	Mundial	Watt
Ducati	Nora	Westinghouse
Ducretet	Ond Hertz	Wölex
Emerson	Optimus	Zenith

Los principales fabricantes, tanto de marcas españolas, como extranjeras distribuidas en España, pronto comenzaron a emplear la publicidad en publicaciones periódicas con el fin de dar a conocer sus productos en el mercado. Generalmente la publicidad se basaba bien en la propia marca, o en el lanzamiento de distintos modelos, aislados o seriados, al mercado, como muestran las imágenes siguientes:

Askar
INDUSTRIAS RADIOELECTRICAS
"IRESA" S. A.
IRUN
MANUFACTURA NACIONAL DE APARATOS DE RADIO
DELEGACIONES
Radio receptores de la más alta calidad
3 NOVEDADES 1952-3
21 años de fabricación en grandes series
Procedimientos industriales ultramodernos
445 A
444-A
443-U
Los receptores ASKAR puede admirarlos y adquirirlos en todos los buenos establecimientos de Radio de España

...y Blanca Nieves
completó su felicidad con un
CLARIVOX
DONOSO CORTES, 20
MADRID

El mismo receptor de cajitera de 4 válvulas llevando montado un altavoz dinámico, en su misma caja de nogal.
Tipo S 30 WL
incluido válvulas... Ptas. 1.225,—
RECEPTORES "NORA"
universales
DE CORRIENTE CONTINUA.
NORA de 2 válvulas, la final «Pentodo», con selector de ondas.
Tipo G 2
incluido válvulas... Ptas. 290,—
Este mismo receptor también se suministra con las novísimas válvulas de corriente continua de calidad indirecto, cuyo filamento trabaja con 20 voltios.
Tipo G 20
incluido válvulas (final «Pentodo»). Ptas. 390,
Tipo G 20 L de 2 válvulas de calidad indirecto, con altavoz de 4 polos en su misma caja rectangular, incluido válvulas (final «Pentodo»)
Ptas. 490,—
NORA de 3 válvulas, la final «Pentodo», con selector de ondas.
Tipo G 3 incluido válvulas.
Ptas. 440,—
Este mismo receptor llevando montado altavoz de 4 polos en su misma caja forma Astra, provisto además de alimentador de sonidos locales.
Tipo G 3 L-1
incluido válvulas... Ptas. 590,—

En la cumbre de la perfección
1933/34
nuevos modelos
La marca de calidad de mayor prestigio técnico
TELEFUNKEN

Fig. 7. Imágenes publicitarias de distintos aspectos de la industria radiofónica española.

No se han localizado datos concretos que hablen de la evolución de las ventas de receptores de radio en España durante periodos de tiempo más o menos largos. A lo sumo aparecen en las publicaciones periódicas datos referidos a las licencias de receptores en algunos países, entre los que en ocasiones se encuentra España. Tales datos no resultan fiables, si se tiene en cuenta que en algunos casos el número de licencias disminuye de un año al siguiente, hecho que no parece en absoluto lógico. En la tabla siguiente aparecen algunos datos que no son más que meros indicativos de las ventas en los primeros años de implantación de la radio en el mundo[25].

Tabla 5. Ventas mundiales de receptores en los primeros años de expansión de la radiodifusión sonora

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Africa del Sur	Jun.-29	16,174
Africa del sur	Ene.-30	16,764
Africa del sur	Ene.-32	39,620
Alemania	Oct.-25	872,695
Alemania	Nov.-25	856,824
Alemania	Feb.-26	1,108,845
Alemania	Ene.-27	1,235,567
Alemania	Feb.-27	1,367,564
Alemania	Jun.-27	1,650,000

[25] Estos datos se han localizado en las distintas publicaciones periódicas consultadas. Se han eliminado previamente una gran cantidad de ellos, ya que en muchas ocasiones las cifras publicadas resultaban contradictorias. En cualquier caso puede comprobarse que, en la mayoría de los casos, las ventas de receptores se incrementaron notablemente durante los años 1928 a 1940.

Cabe destacar que las variaciones a la baja son consecuencia de que los datos hacen referencia en ocasiones no a ventas, sino a licencias por uso de receptor, con lo cual, los cambios de un aparato usado por otro nuevo no suponen incremento en el número total de licencias.

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Alemania	Ene.-29	1,635,567
Alemania	May.-29	2,246,524
Alemania	Oct.-29	2,843,569
Alemania	Ene.-30	3,066,682
Alemania	Abr.-30	3,238,396
Alemania	Oct.-30	3,241,725
Alemania	Dic.-30	3,509,509
Alemania	Mar.-31	3,731,681
Alemania	Jul.-31	3,719,594
Alemania	Oct.-32	4,077,347
Alemania	Mar.-34	5,442,755
Alemania	Jul.-34	5,357,819
Alemania	Ago.-34	6,000,650
Alemania	Feb.-38	10,398,066
Alemania	Mar.-38	9,489,000
Alemania	Feb.-40	11,486,590
Alemania	Dic.-42	16,066,360
Argelia	Ene.-29	19,103
Argelia	Abr.-34	26,647
Argentina	Oct.-25	30,000
Australia	Ago.-29	301,199
Australia	Ene.-30	290,851
Australia	Dic.-30	293,000
Australia	Ene.-32	340,000
Australia	Jun.-34	599,159

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Australia	Ago.-34	513,693
Australia	Dic.-47	1,500,000
Austria	Ene.-26	196,000
Austria	Feb.-26	190,953
Austria	Dic.-27	291,548
Austria	Dic.-27	325,055
Austria	May.-29	352,578
Austria	Nov.-29	366,558
Austria	Ene.-30	371,011
Austria	Dic.-30	414,130
Austria	May.-32	500,000
Austria	Sep.-32	482,071
Austria	Ago.-34	522,262
Bélgica	Dic.-30	81,500
Bélgica	Jul.-31	183,925
Bélgica	May.-32	271,579
Bélgica	Jul.-34	545,162
Bélgica	Ago.-34	591,137
Bélgica	Ene.-41	1,102,130
Brasil	Ene.-32	683,000
Bulgaria	Feb.-40	60,000
Canadá	Ene.-30	219,565
Canadá	Dic.-30	472,531
Canadá	Ene.-32	550,000
Canadá	Feb.-40	1,230,506
Canadá	Dic.-47	1,816,000

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Croacia	Mar.-42	56,823
Croacia	Sep.-42	63,000
Croacia	Dic.-42	72,693
Croacia	Ene.-43	37,269
Cuba	Oct.-25	3,000
Checoslovaquia	Oct.-26	11,500
Checoslovaquia	Sep.-27	21,000
Checoslovaquia	Ene.-29	711,447
Checoslovaquia	Ene.-29	171,647
Checoslovaquia	Jul.-29	244,035
Checoslovaquia	Oct.-29	244,178
Checoslovaquia	Ene.-30	267,962
Checoslovaquia	Abr.-30	284,432
Checoslovaquia	Dic.-30	324,565
Checoslovaquia	Sep.-32	427,407
Checoslovaquia	Mar.-33	495,786
Checoslovaquia	May.-33	510,424
Checoslovaquia	Jul.-34	620,382
Checoslovaquia	Ago.-34	671,251
Chile	Oct.-25	25,000
Dinamarca	Feb.-26	272,800
Dinamarca	Ene.-29	262,711
Dinamarca	Sep.-29	281,359
Dinamarca	Ene.-30	285,952
Dinamarca	Mar.-30	339,771

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Dinamarca	Oct.-30	404,485
Dinamarca	Dic.-30	457,000
Dinamarca	May.-31	440,000
Dinamarca	Jun.-31	448,000
Dinamarca	Sep.-34	550,863
Dinamarca	Feb.-40	832,047
Dinamarca	Mar.-40	834,919
Dinamarca	Ene.-41	922,723
Dinamarca	Ene.-41	927,855
Dinamarca	Mar.-42	905,906
Dinamarca	Nov.-42	928,892
Dinamarca	Dic.-42	934,588
Dinamarca	May.-43	966,447
Dinamarca	Jul.-43	975,461
Dinamarca	Ago.-43	975,461
Dinamarca	Dic.-43	981,987
Egipto	Ene.-29	79,717
Eslovaquia	Ene.-40	78,471
Eslovaquia	Ene.-41	83,024
Eslovaquia	Feb.-42	96,262
Eslovaquia	Ene.-43	117,691
Eslovaquia	Jul.-43	120,500
España	Dic.-23	1,400
España	Dic.-29	3,122
España	Dic.-30	50,340
España	Dic.-31	49,640

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
España	Dic.-32	83,814
España	Dic.-33	160,763
España	Dic.-34	213,004
España	Dic.-35	303,983
España	Ene.-41	290,377
España	Jun.-41	255,271
España	Ene.-42	288,352
España	Ago.-42	300,634
España	Nov.-42	317,011
España	Jul.-43	337,828
España	Jul.-43	337,928
Estados Unidos	Dic.-28	9,640,000
Estados Unidos	Abr.-31	12,078,345
Estados Unidos	Feb.-38	26,228,797
Estados Unidos	Ene.-42	29,397,000
Estados Unidos	Sep.-42	57,400,000
Estados Unidos	Ene.-43	59,340,000
Estados Unidos	May.-47	61,000,000
Estonia	Ene.-29	62,499
Estonia	Dic.-30	71,344
Estonia	Feb.-40	84,847
Filipinas	Sep.-29	3,000
Finlandia	Ene.-29	29,379
Finlandia	Sep.-29	9,194
Finlandia	Dic.-30	74,000

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Finlandia	Feb.-40	33,245
Finlandia	Ene.-43	425,122
Finlandia	Abr.-43	450,433
Finlandia	May.-43	453,065
Finlandia	Jul.-43	462,999
Finlandia	Ago.-43	463,302
Finlandia	Oct.-43	469,747
Finlandia	Nov.-43	469,984
Francia	Ene.-29	705,859
Francia	Dic.-30	800,000
Francia	Jun.-34	1,587,000
Francia	Jul.-34	1,730,248
Francia	Feb.-38	3,200,000
Francia	Mar.-38	4,302,000
Francia	Feb.-40	5,219,661
Francia	Jun.-41	5,230,488
Francia	Abr.-42	5,287,807
Francia	May.-42	5,287,074
Francia	Dic.-42	5,324,033
Francia	Abr.-43	5,242,667
Francia	Ago.-43	5,288,520
Francia	Ago.-43	5,293,137
Francia	Sep.-43	5,283,891
Francia	Oct.-43	5,275,341
Francia	Dic.-43	5,261,770
Francia	Dic.-43	5,268,909

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Francia	Dic.-43	5,275,341
Francia	Abr.-44	5,211,400
Grecia	Dic.-30	120,000
Holanda	Oct.-29	13,469
Holanda	Ene.-30	131,641
Holanda	Sep.-30	233,314
Holanda	Dic.-30	120,000
Hungría	Jun.-26	48,598
Hungría	May.-27	72,042
Hungría	Ene.-29	119,215
Hungría	Ene.-30	168,453
Hungría	Ago.-30	292,664
Hungría	Dic.-30	868,079
Hungría	Feb.-33	326,058
Hungría	Mar.-33	325,557
Hungría	May.-33	325,557
Hungría	Jul.-34	332,779
Hungría	Ago.-34	331,104
Hungría	Ene.-40	349,950
Hungría	Feb.-40	351,141
Hungría	Abr.-41	643,217
Hungría	Jun.-41	691,594
Hungría	Feb.-42	742,283
Hungría	May.-42	774,047
Hungría	Jun.-42	778,698

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Hungría	Dic.-42	804,889
Hungría	Ene.-43	812,342
Hungría	Abr.-43	832,642
Hungría	Abr.-43	840,636
Hungría	May.-43	847,808
Hungría	Jun.-43	860,096
Hungría	Ago.-43	862,615
Hungría	Oct.-43	868,079
Hungría	Oct.-43	874,271
Hungría	Nov.-43	874,271
Hungría	Dic.-43	868,079
Hungría	Dic.-43	874,271
Hungría	Abr.-44	928,392
Inglaterra	Dic.-25	1,841,000
Inglaterra	Ene.-27	2,105,000
Inglaterra	Jun.-29	2,791,717
Inglaterra	Sep.-29	2,819,223
Inglaterra	Oct.-29	2,842,792
Inglaterra	Ene.-30	2,898,000
Inglaterra	Feb.-30	3,025,033
Inglaterra	May.-30	3,144,626
Inglaterra	Dic.-30	2,700,000
Inglaterra	Abr.-32	2,235,000
Inglaterra	Abr.-32	4,592,640
Inglaterra	Sep.-32	4,821,436
Inglaterra	Abr.-33	5,498,700

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Inglaterra	Jun.-33	5,600,000
Inglaterra	Nov.-33	5,871,750
Inglaterra	Jul.-34	6,428,961
Inglaterra	Ago.-34	6,606,500
Inglaterra	Feb.-38	8,000,000
Inglaterra	Mar.-38	8,563,000
Inglaterra	Feb.-40	8,692,742
Inglaterra	Ago.-42	8,838,724
Inglaterra	Sep.-42	8,838,724
Inglaterra	Jul.-48	11,000,000
Irlanda	Abr.-27	125
Irlanda	Ene.-29	148,811
Irlanda	Dic.-30	26,000
Irlanda	Abr.-33	32,000
Irlanda	Ago.-34	54,025
Irlanda	Feb.-40	166,275
Islandia	Mar.-31	10,000
Islandia	Dic.-40	18,261
Italia	Ene.-30	80,000
Italia	Jul.-31	203,133
Italia	Abr.-32	271,765
Italia	Mar.-38	840
Italia	Feb.-40	1,140,000
Italia	Jun.-41	1,500,000
Italia	Ene.-42	1,664,546

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Japón	Ene.-29	350,044
Japón	Jul.-29	592,399
Japón	Nov.-29	600,329
Japón	Ene.-30	532,399
Japón	Dic.-30	533,000
Japón	Ene.-32	920,000
Japón	Jul.-34	1,780,453
Japón	Ene.-40	4,743,667
Japón	Dic.-41	6,624,326
Japón	Ene.-42	6,624,346
Letonia	Oct.-29	26,763
Letonia	Dic.-30	38,740
Letonia	Feb.-40	152,605
Letonia	Mar.-40	155,514
Luxemburgo	Mar.-40	36,796
Marruecos	Ene.-29	38,314
Marruecos	Jul.-31	35,000
Noruega	Ene.-29	64,548
Noruega	Ago.-29	64,577
Noruega	Sep.-29	64,570
Noruega	Oct.-29	64,861
Noruega	Ene.-30	65,938
Noruega	Oct.-30	81,045
Noruega	Dic.-30	64,000
Noruega	Jun.-31	95,872
Noruega	Jul.-31	95,292

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Noruega	Ago.-31	94,874
Noruega	Feb.-40	437,448
Noruega	Abr.-41	456,228
Nueva Zelanda	Ene.-29	289,919
Nueva Zelanda	Feb.-40	338,179
Nueva Zelanda	Dic.-40	353,095
Polonia	Nov.-27	100,000
Polonia	Ene.-29	101,647
Polonia	Sep.-29	193,604
Polonia	Ene.-30	189,481
Polonia	Oct.-30	228,724
Polonia	Ago.-34	298,741
Portugal	Ene.-29	81,171
Portugal	Mar.-40	91,220
Portugal	Ene.-41	117,963
Portugal	Mar.-41	107,501
Portugal	Jun.-41	109,997
Portugal	Feb.-42	114,219
Portugal	Jun.-42	116,516
Portugal	Jul.-42	116,967
Portugal	Ago.-42	118,506
Portugal	Ene.-43	119,769
Portugal	Mar.-43	120,663
Portugal	May.-43	121,346
Portugal	May.-43	121,348

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Portugal	Sep.-43	121,807
Portugal	Oct.-43	122,140
Portugal	Oct.-43	122,367
Portugal	Nov.-43	122,367
Portugal	Dic.-43	122,140
Portugal	Dic.-43	122,627
Portugal	Ene.-44	122,834
Puerto Rico	Oct.-25	2,000
Rumania	Ene.-29	27,000
Rumania	Dic.-30	36,000
Rumania	Feb.-40	317,769
Rumania	Abr.-40	331,807
Rumania	Ene.-41	301,585
Rumania	May.-41	293,225
Rumania	Jun.-41	286,013
Rumania	Jun.-42	286,096
Rumania	Ene.-43	314,302
Rumania	Abr.-43	327,632
Rumania	May.-43	333,643
Rumania	Jul.-43	344,752
Rumania	Ago.-43	345,405
Rumania	Oct.-43	352,795
Rumania	Dic.-43	352,795
Rumania	Nov.-43	348,141
Rumania	Ene.-44	351,728
Rumania	Feb.-44	355,402

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Suecia	Oct.-25	100,000
Suecia	Feb.-26	150,000
Suecia	Abr.-27	281,750
Suecia	Jul.-27	300,000
Suecia	Sep.-29	414,983
Suecia	Ene.-30	412,115
Suecia	Jul.-31	532,628
Suecia	Ago.-34	714,465
Suecia	Feb.-40	1,358,043
Suecia	Ene.-41	1,470,735
Suecia	Jun.-41	1,515,390
Suecia	Ene.-43	1,628,072
Suecia	Mar.-43	1,657,712
Suecia	Oct.-43	1,600,000
Suiza	May.-27	56,194
Suiza	Ene.-29	58,533
Suiza	Ago.-29	76,428
Suiza	Sep.-29	77,125
Suiza	Oct.-29	77,959
Suiza	Oct.-29	77,959
Suiza	Sep.-30	94,732
Suiza	Dic.-30	74,000
Suiza	Jun.-31	116,527
Suiza	Jul.-31	120,976
Suiza	Ene.-32	179,106

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Suiza	Feb.-33	244,557
Suiza	Jun.-34	378,039
Suiza	Ago.-34	329,771
Suiza	Ago.-34	340,981
Suiza	Nov.-39	628,532
Suiza	Feb.-40	605,574
Suiza	Abr.-40	598,789
Suiza	Jun.-41	646,721
Suiza	Jun.-41	692,409
Suiza	Ago.-41	698,596
Suiza	Mar.-42	696,818
Suiza	Jun.-42	697,419
Suiza	Dic.-42	791,851
Suiza	Ene.-43	729,231
Suiza	Feb.-43	739,888
Suiza	Abr.-43	740,068
Suiza	May.-43	743,291
Suiza	Ago.-43	747,608
Suiza	Ago.-43	757,049
Suiza	Oct.-43	760,432
Suiza	Oct.-43	705,643
Suiza	Nov.-43	757,619
Suiza	Nov.-43	772,293
Suiza	Dic.-43	773,293
Suiza	Ene.-44	779,992
Suiza	May.-44	788,518

PAÍS	FECHA	Nº RECEPTORES
Turquía	Ene.-29	46,244
Turquía	Ene.-42	101,983
Turquía	Jun.-44	134,643
Yugoslavia	Ago.-21	44,793
Yugoslavia	Ene.-29	179,349
Yugoslavia	Mar.-40	168,339

CAPÍTULO 2. COMPONENTES BÁSICOS DE LOS RECEPTORES.

Como etapa previa al análisis pormenorizado de los receptores es preciso proceder a un estudio detallado de todos y cada uno de los elementos que los integran, tanto los meramente mecánicos, como los eléctricos y electrónicos que aquí se engloban en el término *componente*.

Se ha realizado una revisión de la definición del concepto *componente* en distintas publicaciones especializadas y no se ha encontrado ninguna que parezca adecuada. En general los diferentes autores, como J. de Ivana[26], utilizan el término *elementos.* Este autor simplemente los enumera y pasa a su descripción, incluyendo como tales exclusivamente las cinco siguientes:

1. Las resistencias.
2. La capacidad.
3. La autoinducción.
4. El transformador.
5. Las válvulas termoiónicas.

El mencionado autor no considera como componentes los sistemas de montaje y control, los altavoces, ni tampoco el mueble, entre otros.

[26] De IVANA, J.: Memento Radio 1945. Eds. Marcombo. Barcelona. 1945. p. 11.

Por su parte, Lagoma[27], F. González[28], Otte[29], Riu[30] y Sánchez Cordovés[31] prescinden de tal definición y analizan sólo algunos de los elementos de los que aquí se consideran indispensables.

Por todo lo anterior, se ha optado por dar una definición basada en la experiencia práctica en el campo de la radiorrecepción:

Componente es cada uno de los elementos básicos que interviene en el diseño y construcción de un receptor de radiodifusión sonora.

Tampoco se ha localizado ninguna clasificación que parezca oportuna para su análisis. Los distintos textos y publicaciones periódicas manejadas no establecen ninguna tipología con base científica rigurosa. Por ello, se ha seleccionado un criterio basado en la *funcionalidad* de los distintos componentes que permite abarcar a la gran mayoría de los receptores, especialmente los de válvulas. Se ha optado por agrupar los distintos elementos en las cuatro categorías siguientes[32]:

1. Componentes mecánicos y de control.

---

[27] LAGOMA, A.: Enciclopedia de la radio. Gassó Editores. Barcelona. 1964.

[28] GONZÁLEZ, S.: Curso de radiorrecepción actual. Ed. Araluce. Barcelona. 1942.

[29] OTTE, J., SALVERDA, p., WILLIGEN, C.: Del electrón al superheterodino. Biblioteca Técnica Philips. Madrid. 1961.

[30] RIU, A. Guía práctica de radio. Eds. de la agencia periodística técnico-industrial. Madrid. 1930.

[31] SÁNCHEZ-CORDOVÉS. J. *"La escuela del radiotécnico"*. Ed. Labor. Barcelona. 1948.

2. Componentes eléctricos.

3. Generadores electroquímicos.

4. Componentes electrónicos.

Los **componentes mecánicos y de control** son todos aquellos elementos que actúan como soporte, intervienen en el montaje de los distintos circuitos del receptor y permiten realizar cambios en su funcionamiento a través de accionamiento mecánico.

- Básicamente agrupan a los sistemas de fijación de componentes el chasis, los mecanismos de sintonía, las cajas o muebles en las cuales se montaba el conjunto del receptor, los dispositivos de encendido, regulación de volumen, de tensión y de cambio de onda.

Los **componentes eléctricos** incluyen todos aquellos accesorios por los que circula corriente eléctrica, ya sea alterna (de alta, media o baja frecuencia) o continua.

- Se han seleccionado para su estudio las resistencias, los condensadores, las bobinas y transformadores, así como los altavoces y auriculares.

[32] Se podrían establecer otras clasificaciones que diferenciasen los componentes basadas en otros criterios tales como el tipo de material constituyente, componentes fijos o móviles, componentes fundamentales y accesorios, componentes eléctricos y electrónicos, componentes eléctricos y mecánicos, pero se ha optado por este sistema que establece cuatro categorías claramente diferenciadas que agrupa a todas las mencionadas e incluye elementos que los autores analizados no consideran.

Los **generadores electroquímicos** son los dispositivos que permiten la obtención de la energía eléctrica precisa para el funcionamiento de los receptores a partir de reacciones químicas desarrolladas en su interior de manera parcialmente reversible o irreversible.

✍ Como tales se someterán a análisis las características de las primitivas pilas y baterías empleadas en la alimentación de los circuitos de alta y baja tensión.

Los **componentes electrónicos** hacen referencia exclusivamente a las válvulas termoiónicas, los transistores y los circuitos integrados, por ser los únicos capaces de permitir el paso de corriente electrónica bien a través del vacío en el que se distribuyen sus elementos o a través de sustancias semiconductoras.

Los distintos componentes han evolucionado con el paso del tiempo y ello ha conllevado las subsiguientes mejoras en los sucesivos sistemas de emisión y de recepción. En tales perfeccionamientos ha influido de manera especial el desarrollo de los distintos tipos de válvulas termoiónicas y de los sistemas de *transducción*[33] sonora.

En los capítulos siguientes se realiza un análisis especialmente detallado de cada uno de los componentes mencionados. Se presta especial atención tanto a sus características físicas y eléctricas como a las aplicaciones de éstos en los diversos circuitos diseñados para la radiorrecepción. Igualmente se reflexionará en torno a las repercusiones que tuvo la evolución de su diseño, tanto en el mercado como en el manejo de los receptores por parte de los usuarios.

[33] Transformación de señales eléctricas en señales sonoras.

Todo ello, permitirá analizar posteriormente de manera cronológica los principales circuitos electrónicos correspondientes a los diferentes tipos de receptores de radiodifusión sonora diseñados históricamente, tanto para los receptores que incorporaban detectores de cristal como los que incluyen válvulas termoiónicas y posteriormente transistores y circuitos integrados.

En el estudio se prescinde siempre que ello sea posible, de desarrollos matemáticos y otras cuestiones de índole técnica con el fin de centrarlo únicamente en la evolución histórica de su composición y de su diseño, así como en otros aspectos relativos a ellos.

2.1. ELEMENTOS MECÁNICOS Y DE CONTROL.

En el presente apartado se analizan los componentes que permiten el montaje de los distintos materiales que integran un receptor, además de los dispositivos responsables del control externo del aparato por parte del usuario.

Para su estudio se parte de los elementos de soporte, sujeción e interconexión, para llegar hasta los sistemas de regulación del volumen y tono, y los dispositivos de sintonía y cambio de onda.

2.1.1. Los sistemas de fijación.

El montaje de los elementos de un receptor debe realizarse sobre determinados elementos de fijación que permiten la inmovilización de componentes, tales como las resistencias, condensadores, bobinas fijas, zócalos de las válvulas, conmutadores y potenciómetros. Dicha inmovilización facilita a su vez la interconexión entre ellos mediante el correspondiente cableado.

La complejidad de los distintos dispositivos de sujeción está en relación directa con la evolución de la tecnología radiofónica. Desde los primeros circuitos elementales montados en cajas de madera que actuaban como meros receptáculos que protegían los escasos elementos de un receptor de galena o con una única válvula, hasta los vistosos chasis niquelados proyectados específicamente para receptores de gran tamaño y con elevado número de válvulas que quedaban a la vista.

El presente apartado se centra en el estudio de los diferentes dispositivos que permiten la fijación de los elementos de los receptor para su posterior cableado y - en su caso - montaje definitivo en el interior del mueble.

2.1.1.1. El chasis de los receptores de válvulas.

El estudio de los primitivos receptores fabricados hasta 1930, principalmente los denominados *de válvulas a la vista*, pone de manifiesto que los distintos elementos van fijos sobre una lámina de madera, baquelita o material aislante similar.

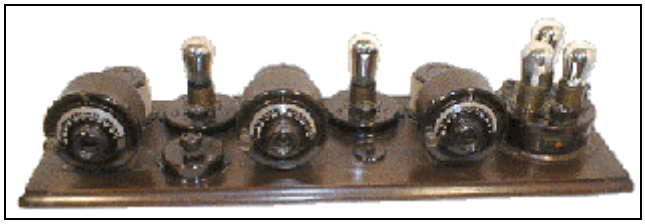


Fig. 8. Receptor Atwater Kent modelo 10B. Año 1924[34].

La interconexión entre ellos se realiza por cableado directo. Todas las uniones se llevan a cabo mediante hilos o cables de conexión, desnudos o envueltos en una funda de algodón, independientes o trenzados. Estas uniones, en ocasiones, pueden suplir al chasis metálico en su función de ser la vía de conexión de los elementos al terminal negativo o *masa* de la fuente de alimentación, aunque lo hacen de manera imperfecta y compleja. Los receptores europeos aparecidos en el mercado español durante los últimos años 20 presentan una arquitectura consistente en fijar los distintos componentes en una misma caja que hacía las veces de chasis *autoportante*, como es el caso del receptor Atwater Kent de la figura. Esta fue la tecnología adoptada entre otros por Telefunken y Philips. Los aparatos se montaban en cajas con tapa abatible que permitía el acceso a las válvulas y demás componentes[35], tal como muestran las figuras siguientes, correspondientes a un receptor de estas características, típico del final de los años 20.

---

[34] http://www.halcyon.com/johnj/radios/BREDADBD.HTM. Receptor neutrodino, de dos etapas de radiofrecuencia, con cinco válvulas

[35] GIBERT, R. *"Evolución del radiorreceptor V".* La Ràdio d'època. Febrero 1999, nº 22.

Fig. 9 Receptor Seibt EJ 472 cerrado y abierto. Año 1928[36]

Los chasis comienzan a considerarse como tales con la aparición de los primeros diseños metálicos. Se trata de láminas formadas a base de aleaciones que

[36] http://www.rolaa.de/sehensw/radio/bilder/20.20_e.htm Museo de la Radio de Rottemburg.

tomaban como elemento metálico principal el hierro al que se adicionan otros metales y productos que permiten realizar soldaduras con estaño sobre él y a la vez actúan como protectores anticorrosivos. Estas láminas son debidamente mecanizadas con el fin de realizar los pliegues necesarios, las perforaciones para la fijación de los distintos elementos y para la sujeción posterior del chasis al mueble del receptor.

El conjunto en ocasiones va pintado con el fin de protegerlo de la oxidación, e incluso existen receptores de alta calidad con el chasis niquelado o cromado.

Fig. 10 Receptor Gründig 4075 con chasis niquelado[37].

En la parte superior del chasis se realizan las perforaciones para cada uno de los zócalos soporte de las válvulas, para los transformadores de frecuencia intermedia[38] o de radiofrecuencia, para el paso de los distintos cables al condensador variable, a las bobinas y al transformador de alimentación. En sus laterales se practican las perforaciones para la fijación de los potenciómetros, eje de arrastre del dial, conmutador de ondas, placas antena-tierra, fono, toma de altavoz exterior, salida de grabación, conmutador de tensión y cable de alimentación[39].

[37] Colección del autor.

[38] En el caso de los receptores superheterodinos.

[39] Algunos receptores fabricados en España por Iberia, Marconi o Vica incluyen además unos taladros que dejaban a la vista los tornillos o los núcleos de ferrita para el ajuste de los correspondientes condensadores o núcleos de las bobinas de antena y osciladoras, así como el circuito atrapaondas.

Desde la aparición del chasis metálico, el diseño de los chasis no ha cambiado sustancialmente a lo largo de la historia de los receptores de válvulas. A lo sumo, se han producido variaciones en su aspecto externo condicionadas por los cambios en los componentes: menor tamaño de las válvulas, nuevos dispositivos conmutadores y elementos de sujeción del dial.

El chasis de los receptores en general es único, aunque se han encontrado distintos montajes que podrían calificarse de *modulares* en los que éste se divide en dos o más partes, sobre las cuales se montan una o varias etapas del receptor aisladamente, interconectadas posteriormente mediante cableado. Este es el sistema utilizado por Philips en receptores de gran tamaño. En ellos se agrupan en módulos distintos la fuente de alimentación, la etapa de baja frecuencia y las restantes etapas de alta frecuencia[40].

En el campo técnico, la gran utilidad del chasis metálico radica en la posibilidad de emplearlo como conductor del negativo común del receptor, de forma que las conexiones a masa se realizan soldando el conductor correspondiente al chasis. Con ello, se logran importantes mejoras al simplificar el cableado y evitar la aparición de ruidos.

- En los receptores que únicamente pueden funcionar con corriente alterna, la toma de tierra se une directamente al chasis, lo que permite eliminar una gran cantidad de ruidos parásitos en la recepción. Por el contrario, en los que posteriormente se denominarán *receptores de alimentación indistinta* el chasis va

[40] Esta disposición parece que es útil tan solo a la hora de su fabricación, pues permite el montaje en serie de distintos módulos comunes a varios modelos de receptores, aunque una vez montados no son separables, ya que el cableado de interconexión se realiza internamente, por lo que a la hora de efectuar reparaciones posteriores, los radiotécnicos incluso veían dificultada su labor.

unido directamente a un polo de la red de alimentación, por lo que no puede realizarse tal conexión a tierra.

2.1.1.2. El chasis de los receptores transistorizados.

Los fabricantes de los primeros receptores de radiodifusión sonora que incorporaron los transistores como sustitutivos de las válvulas, utilizaron para su montaje la tecnología preexistente de los receptores de válvulas, con las modificaciones pertinentes.

El diseño del chasis cambió al desaparecer las perforaciones de tamaño grande para los zócalos de las válvulas, los botes de frecuencia intermedia y para el transformador de alimentación, y se adaptaron a los nuevos componentes, siempre de menor tamaño. Los transistores se montaron sobre unos soportes rectangulares en los cuales - según los fabricantes- éstos se sueldan o se enchufan directamente.

Con la aparición de los receptores transistorizados portátiles y de bolsillo el chasis como tal soporte metálico fue reemplazado en principio por una placa de material baquelizado, debidamente perforada, sobre la que se fijan los componentes, procediéndose a continuación a su interconexión mediante cableado.

Un importante paso en el diseño de los chasis fue la comercialización de las denominadas *placas de circuito impreso* o simplemente *circuitos impresos*. Consisten en una placa baquelizada aislante que va adherida una segunda placa de cobre. En la placa se realizan las correspondientes perforaciones y sobre la placa de cobre se dibuja el circuito mediante un sistema de rotulación especial. Un tratamiento químico adecuado deja únicamente las tiras de cobre rotuladas que permiten la interconexión entre los elementos que se sueldan directamente sobre ellas.

Una vez realizados los montajes, el conjunto se recubre con una capa de barniz transparente que actúa de protector antioxidante.

2.1.1.3. Las regletas de conexión.

Cuando en un mismo punto del circuito de un receptor montado sobre un chasis deben coincidir dos o más conductores, la unión se llevaba a cabo sobre los terminales de los zócalos de las válvulas - cuando así lo requería el circuito- o bien empleando terminales aislados entre sí remachados sobre un soporte de material aislante baquelizado denominado *regleta* que se une al chasis a través de escuadras atornilladas.

Las regletas de conexión adoptaban formas variadas: desde una simple hilera de terminales, hasta placas rectangulares con terminales en dos filas paralelas sobre dos de sus lados sobre los que se soldaban los condensadores y resistencias en bloques, de manera que de éstas partían hilos de conexión hacia las distintas partes del receptor. Este hecho simplificaba notoriamente la comprobación y sustitución de estos elementos en caso de avería, y a la vez permitía colocarlos en zonas próximas a los paneles de ventilación inferiores, con el fin de disipar el calor producido por las resistencias.

2.1.1.4. La tornillería.

Básicamente son dos los tipos de tornillos empleados en la fijación de elementos al chasis de los receptores:

1. Tornillos para la fijación de zócalos, escuadras, conmutadores y regletas. En general, éstos se aseguraban mediante el empleo de arandelas de presión y tuercas, salvo en el caso de chasis a los cuales

se enroscaban[41]directamente. En ambos casos, los tornillos se lacraban con el fin de que no se aflojasen.

2. Tornillos de fijación del chasis al mueble del receptor. Para ello, se emplearon tornillos de mayor diámetro y paso de rosca más largo, que generalmente enroscaban directamente sobre la parte inferior del chasis, o bien sobre el mismo mueble del receptor[42]. Los chasis de aparatos de calidad se unían al mueble a través de cilindros amortiguadores perforados por los que se hacía pasar un tubo metálico del tamaño de la perforación a través del cual se introducían los tornillos de fijación con una arandela plana y otra de presión[43].

3. Para la sujeción del altavoz al mueble, generalmente se emplean tornillos *de rosca de madera*[44], especialmente en los receptores de baja calidad, aunque es muy usual que una vez perforado el tablero sobre el que éste se iba a colocar, se incrustaran en él tornillos de cabeza plana que quedaban fijos y ocultos tras la tela acústica, con los que se sujetaba el altavoz bien a través de tuercas con sus arandelas de presión correspondientes o bien a través de plantillas metálicas en forma de **Z** o **L** en el caso de que el altavoz no tuviese las

[41] Vulgarmente se emplea indistintamente el término roscar. De acuerdo con el Diccionario de la R.A.E. roscar es labrar las espiras de un tornillo, por lo que el término correcto es enroscar, en cuya segunda acepción el mencionado Diccionario de la R.A.E. en su 21ª edición. Espasa Calpe. Madrid. 1992 define como introducir una cosa a vuelta de rosca.

[42] Especialmente en los receptores con mueble de baquelita, en los que el chasis se acopla en ranuras debidamente diseñadas en éstas y a continuación se fijaba mediante tornillos.

[43] De esta manera se eliminaban las posibles oscilaciones en la recepción debidas a las vibraciones del altavoz transmitidas a través del mueble, especialmente cuando se sintonizaban estaciones en la gama de ondas cortas.

[44] Se denominan comercialmente así los tornillos con un paso de rosca lo suficientemente amplio como para poder ser enroscados directamente sobre la madera sin necesidad de utilizar tuercas.

perforaciones correspondientes en el exterior del cono[45]. En los receptores con caja de plástico, se funden con éste las correspondientes tuercas de bronce sobre las que se atornillaba el altavoz. En el caso de que la caja sea de baquelita los tornillos enroscan directamente en perforaciones realizadas previamente mediante moldeado.

4. Tornillos especiales, de gran longitud, empleados para el cierre de la caja de los receptores portátiles de baquelita o plástico, como el Philips modelo Philetta[46], receptores transistorizados de sobremesa como el Inter Euromódul 80, o el Telefunken Cimbalum.

2.1.2. El cable de red y la clavija de enchufe.

Los receptores que obtienen su alimentación directamente de la red eléctrica lo hacen a través de un cable bifilar terminado en una clavija de enchufe.

El cable de los receptores más antiguos está formado por dos grupos de hilos de cobre, cada uno de ellos envuelto en una capa aislante de goma, trenzados entre sí y envueltos en una cubierta protectora de algodón, de forma similar a los utilizados actualmente en las planchas eléctricas domésticas.

En el caso de algunos receptores de los que en el presente estudio se han denominado *de alimentación indistinta*, especialmente los de procedencia norteamericana, el cable está formado por materiales resistivos, de manera que tienen una longitud predeterminada y exacta con el fin de actuar como elemento resistivo,

[45] En este caso se intercalaba entre el altavoz y la plantilla un fragmento de tela de fieltro gruesa. Es el sistema utilizado por Telefunken en receptores tales como el Sarasate.

[46] Va montado en una caja de plástico duro. El conjunto se fija sobre la tapa delantera, y el cuerpo del receptor actúa como caja que cierra el conjunto y se fija a la parte delantera con cuatro tornillos de latón de 10 cm.

provocando de esta manera la caída de tensión correspondiente para la correcta alimentación del receptor[47].

- Estos cables se calientan mientras el receptor está funcionando, y evitan el empleo de resistencias bobinadas de alto poder de disipación en el interior del receptor, que, por su excesivo tamaño y por el calor que generarían en el interior, podrían dañar los circuitos del aparato.

Los cables trenzados de algodón fueron sustituidos por cables paralelos con cubierta de plástico a partir de últimos años 40. La cubierta generalmente es de color negro, blanco, marrón o crema.

Con el fin de impedir posibles descargas producidas por contacto con los elementos del receptor, Philips empleó cables de seguridad; en uno de sus extremos se colocaba la clavija de enchufe y en el opuesto un conectador hembra que se unía al receptor a través de dos patillas que quedaban al descubierto cuando la tapa posterior estaba colocada. De esta forma, al quitar la cubierta posterior, el receptor se desconectaba de la red.

Fig. 11. Conector de red del receptor Philips Receptodo.

[47] Se le denominó popularmente *cola caliente*.

En relación con las clavijas de enchufe, en principio no presentan peculiaridades diferenciales respecto a las utilizadas en otros aparatos eléctricos. En general, constan de una base aislante, de baquelita o fibra, sobre la que se atornillan dos patillas metálicas cilíndricas, cuyos extremos están cortados longitudinalmente y ligeramente separados para presionar en la zona de contacto con la base de enchufe. Estas patillas llevan además dos arandelas y una cubierta protectora de cartón.

La unión entre el cable y la clavija se realiza de forma que el extremo del cable, debidamente desprovisto de su cubierta, se arrolla entre la arandela y la parte roscada de la patilla formando un anillo cerrado. Al enroscar la patilla, la arandela presiona el cable entre el cuerpo y la patilla, impidiendo su movimiento y favoreciendo la perfecta conexión entre ambos.

Existen otros modelos de clavijas, más o menos complejas, en los que las patillas llevan en su extremo un dispositivo que permite fijar el cable a través de un tornillo prisionero. En otras la patilla va fundida directamente al cuerpo del la clavija, y su extremo próximo a éste va roscado. En ellas el cable se coloca de forma que la rodee, y la unión entre ellos se realiza mediante una tuerca que entra por la parte superior de la patilla y rosca sobre ella[48].

Algunas marcas de receptores distribuidas en España como Tungsram, Askar o Philips utilizaron clavijas en forma de caja circular, con dos tapas unidas por un tornillo prisionero. Las patillas de conexión van soldadas o atornilladas a los extremos del cable. Van fijas mediante dos perforaciones a una de las tapas, de manera que al apretar el tornillo prisionero quedan inmóviles.

Cabe destacar igualmente las clavijas dobles empleadas por Philips y Telefunken. Con el fin de permitir al usuario el poder conectar dos o más dispositivos

[48] Es el tipo empleado por Telefunken en el Fono 967.

a un mismo enchufe de red - por ejemplo un fonochasis- estas clavijas llevan en su cara posterior dos cilindros solidarios con las patillas de conexión del mismo diámetro interno que éstas, de forma que permiten conectar la clavija de otro dispositivo eléctrico sobre ellas.

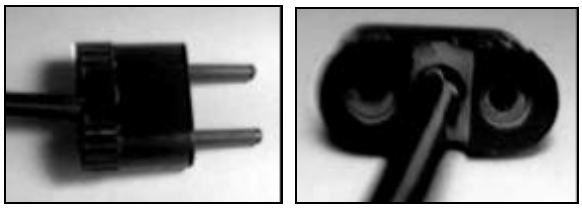


Fig. 12. Clavija de los receptores Telefunken y detalle posterior.

Con la implantación definitiva de los plásticos, las clavijas de enchufe comenzaron a fundirse directamente sobre el cable, permitiendo además grabar la marca del receptor sobre la ella. No obstante, estas clavijas fundidas en general producían averías derivadas de la rotura del cable de conexión bien en su interior o en el extremo de unión de la clavija con el cable. Ello obligaba al usuario a reemplazar dicha clavija por otra convencional.

2.1.3. Dispositivos de encendido de los receptores a válvulas.

Los **dispositivos de encendido** de los receptores de válvulas son aquellos sistemas que permiten su conexión y desconexión sin modificar el cableado existente entre el receptor y su fuente de energía eléctrica.

En su forma más elemental, consisten en simples interruptores de palanca, similares a los empleados en los sistemas de alumbrado doméstico intercalados entre el cableado de alimentación y el receptor.

En los aparatos alimentados por baterías, existen dos líneas de alimentación distintas, una correspondiente a la baja tensión que suministra corriente a los

filamentos de las válvulas, y otra de alta tensión para la polarización de las placas de éstas. Para su puesta en marcha se acciona en primer lugar el interruptor de filamentos para, una vez caldeadas convenientemente las válvulas, proceder a dar paso mediante el segundo de los interruptores a la corriente de alta tensión.

La sustitución de las baterías por alimentadores externos[49] permitió la conexión directa de los receptores a la red alterna de alumbrado. En ese caso, el alimentador incorpora a su vez los correspondientes dispositivos de encendido y apagado.

Los interruptores que se han denominado *de palanca* se colocan sobre la caja del receptor, y en su extremo llevan enroscada generalmente una bola de baquelita o material aislante.

Cuando los receptores comenzaron a incorporar dentro del mismo mueble o caja tanto la fuente de alimentación como sistemas rotativos de regulación continua de volumen, el interruptor se incluyó en éste, de manera que al girar en sentido antihorario el eje del potenciómetro de volumen se alcanza un leve tope, que permite al continuar con el giro escuchar un clic que indica que el interruptor se ha abierto.

Esta modificación, unida al importante avance derivado de la inclusión de la fuente de alimentación en el cuerpo del receptor, supuso una importante ventaja de cara a los usuarios. Estos pueden mantener conectado a la red de alumbrado el receptor permanentemente y con una única operación pueden ponerlo en marcha y preseleccionar el volumen de audición hasta su nivel deseado.

[49] Denominados genéricamente eliminadores de baterías y también aparatos de tensión de ánodo.

Algunos fabricantes de receptores con control de tono continuo por potenciómetro, incluyen en éste - y no en el potenciómetro de volumen - el interruptor, de forma que el volumen quedaba prefijado con el potenciómetro correspondiente al apagar el receptor.

Las sucesivas modificaciones en el diseño de los receptores afectaron igualmente al sistema de encendido. Así, Telefunken, en algunos modelos aparecidos en el mercado español durante la década de los años 40, modificó el diseño del interruptor adaptado al potenciómetro de volumen, de manera que para accionarlo el usuario debe tirar hacia sí del botón de mando, y actuar a la inversa para desconectarlo. De este modo ni el volumen ni el tono preseleccionado se modificaban[50].

El cambio de los conmutadores de onda rotativos por los conmutadores de teclado permitió incorporar a éstos además la posibilidad de puesta en marcha y apagado del receptor. De esta manera, el usuario al pulsar la tecla correspondiente a una gama de onda determinada, además pone en marcha el receptor. Para desconectarlo basta con pulsar la primera de las teclas que desactiva el resorte que retenía a cualquiera de las restantes y además apaga el receptor[51].

[50] Este el sistema empleado en los modelos Carabela, Cruz del Sur y Cóndor.

[51] Fueron Telefunken y Philips las dos marcas que comercializaron principalmente este sistema de teclas durante los años 50 y 60 en sus receptores de tamaño medio y grande. Telefunken lo utilizó incluso en modelos de pequeño tamaño, como el Capricho (U 1615 del año 1955 y U 1925 del 1956), de tamaño medio como el Sonata y el Serenata, grande como el Gran Vals, Concertina y el Intermezzo 57. Philips no empleó este sistema en receptores pequeños, sino en los de mayor tamaño, como los BE-362-U, BE-462-U, B3-X 85 U y B3-E-72-U (todos ellos de tamaño medio), BE-662-A, B8-E-83 A y H6E-94-A de gran tamaño. No obstante Philips, pese a incluir sistemas de teclado en algunos receptores de tamaño medio, como el B2-X-92-A prefería incluir el interruptor aún sobre el potenciómetro de volumen.

2.1.4. Los potenciómetros en los receptores a válvulas.

Los **potenciómetros** son dispositivos cuya misión es permitir el cambio de volumen, tono o sensibilidad en un receptor. Técnicamente se trata de resistencias variables con un cursor móvil, rotativo o deslizante, que se acciona exteriormente.

En su forma más general, los *potenciómetros de carbón*, consisten en una caja cilíndrica que contiene un aglomerado de materiales de distinta resistencia según el potenciómetro, que forman un arco de casi 360º, cuyos extremos van unidos a dos terminales a los que se sueldan los componentes del receptor. Sobre este arco se puede deslizar un terminal móvil solidario con un eje, de manera que, según el punto de contacto, varía la resistencia existente entre cada uno de los extremos y el cursor móvil. Sobre el otro extremo del eje se fija un botón de mando de material aislante que permite al usuario accionarlo desde el exterior del receptor.

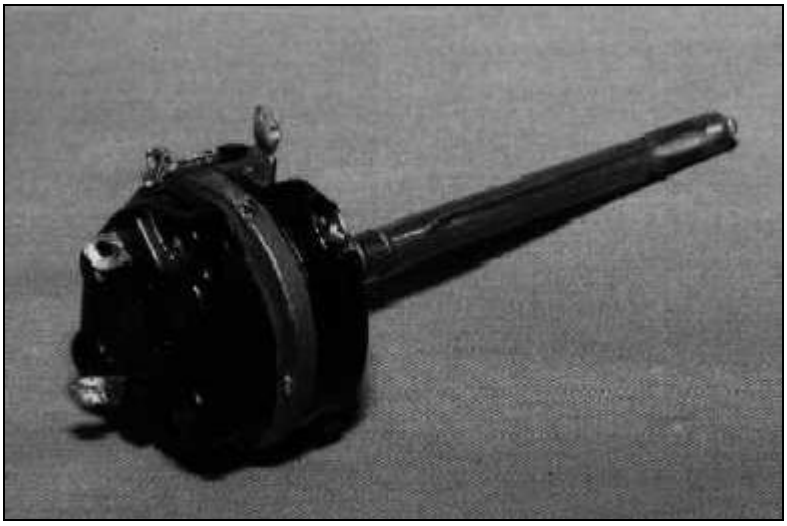


Fig. 13. Potenciómetro de carbón con interruptor.

Existe igualmente otro tipo de potenciómetros en los que la resistencia no es de carbón sino un hilo bobinado en forma de bobina toroidal sobre la pared de un cilindro, de manera que el cursor se desliza sobre el borde externo de éste. En ambos casos el conjunto se encuentra encerrado en una caja cilíndrica.

La variación de la resistencia en los potenciómetros puede producirse de manera lineal[52], en cuyo caso la resistencia entre un extremo y el cursor es directamente proporcional al ángulo girado por el eje desde su posición inicial, o bien de forma logarítmica, en cuyo caso la variación de resistencia es de este tipo[53].

✍ La necesidad de emplear potenciómetros logarítmicos para el control de volumen proviene de la propiedad que tiene el oído humano de hacerse menos sensible a medida que aumenta la intensidad de los sonidos que percibe, siguiendo una ley de tipo logarítmico. Este tipo de potenciómetros consigue que, cuando el volumen sonoro es pequeño y por tanto la sensibilidad del oído es elevada, el nivel de la señal aplicada pueda controlarse con gran precisión, ya que un giro amplio del mando corresponde a una variación muy pequeña de la resistencia. En cambio, cuando los sonidos son intensos (mayor ángulo de giro del eje del potenciómetro) únicamente es posible tener la sensación de que el volumen aumenta si la señal también lo hace, pero en una proporción mucho mayor, razón por la que la resistencia varía con gran rapidez en esa zona.

[52] Son los utilizados como control de tono.

[53] Utilizados como control de volumen.

Fig. 14. Publicidad de potenciómetros Variohm.

Los receptores de alta calidad incluyen un potenciómetro de volumen de 1.300 k? , provisto de un cuarto terminal fijo a 300 k? , contando a partir del primer terminal. Su misión es formar parte de un montaje que permite modificar la curva de respuesta del amplificador de baja frecuencia cuando trabaja a bajo volumen, en el sentido de conseguir que presente más sensibilidad para las frecuencias más altas y más bajas que para las frecuencias medias; de esta manera la audición a bajo volumen resulta mucho más agradable y brillante, ya que se corrige el defecto que tiene el oído humano cuando percibe sonidos de baja intensidad de ser menos sensible a las frecuencias bajas y altas que a las frecuencias medias. Es el denominado *control fisiológico de volumen*.

El potenciómetro puede además incluir un sistema de interrupción del paso de la corriente de red, ya sea sencillo (para un único polo de la red), o doble (para los

dos polos)[54]. El de la figura lleva un interruptor doble (los cuatro terminales situados en el frente), y toma media (lateral izquierdo) y pertenece a la firma Philips; es el tipo utilizado por esta marca en los receptores comercializados en España durante la década de los años sesenta. En el extremo del eje lleva un taladro roscado para la fijación del botón de mando.

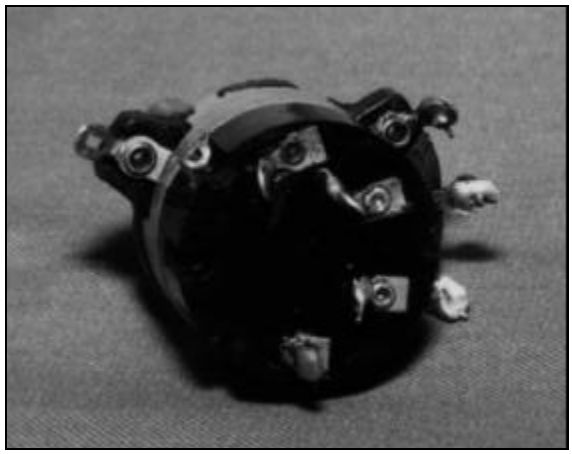


Fig. 15. Potenciómetro con doble interruptor y toma para control fisiológico de volumen.

Igualmente se diseñaron potenciómetros múltiples, que incluyen dos potenciómetros accionados por ejes concéntricos, destinados al control de tono y de volumen respectivamente, como es el caso de los modelos Sarasate, Concertina, Sonata, Cóndor, Intermezzo 57, Gran Vals, Serenata e Imperio de Telefunken, el Receptodo de Philips. En el caso de algunos receptores estereofónicos se disponen dos potenciómetros, accionados por un mismo eje, para regular el volumen de cada uno de los dos canales.

[54] Este tipo de interruptor se utilizó igualmente en los receptores de transistores que pueden ser alimentados por pilas o por la corriente de la red, tales como los receptores de las series Niza y Euromódul de la marca Inter, o de la serie Atlas de Vanguard. En ese caso un interruptor actuaba sobre la alimentación de la corriente de la red y otro sobre la alimentación de las pilas.

Fig. 16. Publicidad de potenciómetros Phier. Año 1955.

2.1.5. Los potenciómetros en los receptores a transistores.

Los receptores a transistores, en un principio, imitaron en su diseño tanto externo como interno a los receptores a válvulas como es el caso del modelo 97 TE de Gründig, por lo que los potenciómetros son semejantes a los de éstos, salvo en los valores óhmicos, que deben adecuarse a los circuitos transistorizados.

Cuando comenzaron a realizarse cajas o muebles de diseños específicos para este tipo de receptores, se modificó el aspecto y tamaño de los potenciómetros. Así, aparecieron potenciómetros de igual forma pero de menor tamaño y finalmente potenciómetros miniatura, con un diámetro próximo a 1 cm, que incluyen además un

dispositivo interruptor. El botón de mando se fija mediante un tornillo miniatura situado en su centro al eje móvil, de forma que el volumen y el tono en su caso, se modifican accionando el botón correspondiente bien como en los receptores de válvulas o en sentido tangencial, según la forma de éste.

Los botones de accionamiento tangencial fueron los más extendidos, como es el caso de los modelos Polaris, Super Samos y Mini Samos fabricados en España por Vanguard, aunque en los receptores de bolsillo de muy pequeño tamaño se emplearon los de accionamiento normal con el fin de ahorrar espacio, ya que de esta forma el botón se coloca en el exterior de la caja del receptor, como es el caso del modelo Micro Samos de Vanguard y el Slimtranscolor de Inter, ambos de fabricación española.

En los receptores de mayor tamaño o de sobremesa, el diseño es en todo similar a los potenciómetros para los receptores a válvulas, como el 601 y el 981 de Lavis, Euromódul 90 de Inter, y Minuteman y Poseidón de Vanguard.

Igualmente, a partir de los años 60, comenzaron a fabricarse los denominados *potenciómetros deslizantes* que, en lugar de un eje giratorio, incluyen un cursor que se deslizaba en línea recta sobre el material resistivo que en este caso se distribuía linealmente y no circularmente. Estos potenciómetros rara vez incluyen interruptor y se destinaron fundamentalmente a los equipos amplificadores de alta fidelidad. No obstante algunos receptores a transistores también lo incorporaron, como el modelo Compañero de Lavis que muestra la figura siguiente:

Fig. 17. Receptor Lavis Compañero.

Este receptor, aparte del potenciómetro de volumen deslizante que aparece en su lateral, presenta dos importantes innovaciones: el dial cilíndrico con escala graduada, que podía moverse tanto con la mano como con el brazo, y un gran interruptor de alimentación. Ello unido a que en la parte posterior llevaba dos perforaciones que permitían colgarlo en la pared, lo convirtieron en un modelo muy popular que se colocaba en el cuarto de baño o en la cocina, pues permitía su manejo sin emplear directamente las manos.

2.1.6. Los botones de mando.

Todos los receptores de radio disponen de sistemas de control, más o menos complicados, que deben ser accionados desde el exterior por el usuario. Dichos controles son generalmente metálicos y están en contacto bien con el chasis o con algunos elementos del circuito, razón por la que pueden encontrarse bajo tensión en el caso de receptores de válvulas conectados a la red eléctrica, y por tanto a la hora de su manipulación pueden producir descargas a tierra a través del cuerpo del usuario. Para evitarlo los extremos de los distintos ejes de control se protegen con un elemento aislante denominado *botón de mando.*

Un **botón de mando** es cualquier dispositivo aislante que permite el accionamiento de cualquier sistema de control - con el que se encuentra solidario - del receptor desde el exterior. Aplicado a controles deslizantes por pulsador se denomina *tecla* y en el resto de los casos *mando* o *botón de mando* propiamente dicho.

Se trata de piezas de material aislante, confeccionadas en madera, fibra, baquelita o plástico, por lo general de forma cilíndrica, con una perforación interior que se ajusta al eje del dispositivo de control, bien a través de uno o dos tornillos prisioneros o a través de una lengüeta de presión.

La superficie exterior de los botones de mando suele ser rugosa, con el fin de permitir su manejo, ya que de esta manera aumenta la fuerza de rozamiento entre la mano y la superficie del botón, lo cual resulta especialmente útil en el caso de los conmutadores de onda rotativos cuyo accionamiento suele ser difícil.

El aspecto externo del botón de mando evolucionó de la misma forma que lo hicieron los muebles, adoptando formas y tamaños al diseño externo del receptor.

1. En los receptores más antiguos el botón o bien tiene forma de mariposa o puede llevar, solidario con él, una pequeña aguja metálica indicadora de su posición respecto a un limbo circular graduado. Ello resultaba útil al usuario, por ejemplo para conocer la tensión suministrada a los filamentos o a las placas de las válvulas, la posición de los condensadores de sintonía o del conmutador de ondas.

2. Posteriormente, su forma y tamaño se modificó. En un mismo receptor pueden aparecer series de botones idénticos entre sí, o combinaciones de botones de igual forma y distinto tamaño.

También es usual emplear botones idénticos para todos los controles, salvo para el cambio de ondas o la sintonía, que es diferente, o un botón distinto para cada misión.

3. Al hacer su aparición los sistemas de control concéntricos. Estos incluyen sobre un mismo eje dos controles distintos (tono y volumen, sintonía y cambio de ondas, sintonía en AM y FM, volumen y antena interior). A tal fin, se diseñaron botones dobles, de manera que el más interno es mayor y el exterior de menor tamaño.

4. El botón de mando adquiere especial preponderancia con la aparición de los receptores con mueble de plástico, en los que adopta las formas y tamaños más variados, combinando formas, colores y materiales en su diseño. En ellos es usual encontrar botones de cambio de sintonía que en sí integran todo un dial, o sistemas de dial formados por dos botones concéntricos, uno de ellos adaptable a un engranaje que permite la reducción en el giro del condensador de sintonía al accionar el botón externo. La figura muestra un receptor del año 1962 en el que puede observarse la gran porción de espacio ocupada por los mandos de volumen y sintonía situados en su frontal.

Fig. 18. Publicidad de receptores Virer.

5. Con la llegada de los receptores transistorizados, desaparece la función aislante de los botones de mando, aunque no sus aspectos estéticos. En su diseño se emplean también, aparte de materiales plásticos, metales como el aluminio, solos o combinados entre sí.

Fig. 19. Receptor a válvulas Stewart Wagner, con caja de plástico[55].

6. La incorporación de los controles por pulsador obligó al diseño de botones de mando específicos, denominados *teclas*, que se ajustan a los extremos de cada uno de los conmutadores, con los que van fundidos o pegados. En ocasiones sobre el cuerpo de cada tecla va indicada la función que cumple (gama de onda, fono, tipo de antena, tonalidad o interruptor). En la figura aparece un receptor alemán de diseño típico correspondiente a los primeros años setenta. Los botones y pulsadores están acabados en aluminio.

Fig. 20. Receptor Saba Freundenstad. Año1968[56].

[55] La imagen corresponde a un aparato repintado. En el original aparecían pegatinas de la marca en el frontal y en la parte superior. http://www.ntsource.com

En los receptores de bolsillo es muy usual encontrar botones de mando que se reducen a simples discos de plástico, de borde estriado, que se unen por su centro al control de volumen o de sintonía a través de un tornillo prisionero perpendicular a su sección circular.

Fig. 21. Transistores de bolsillo Zenith.

2.1.7. Los conmutadores.

En la gama de ondas destinadas a la radiodifusión sonora pueden establecerse cuatro gamas o bandas fundamentales en función de su longitud o de su frecuencia:

1. Ondas Largas, cuya frecuencia varía de 150 a 353 kHz.
2. Ondas Medias, entre 531 y 1.611 kHz.

[56] http://www.rolaa.de/sehensw/radio/bilder/60/60_e.htm

3. Ondas Cortas, entre 1.612 y 30.000 kHz

4. Ondas Ultracortas en Modulación de Frecuencia, entre 87.500 y 108.000 kHz.

Los receptores a válvulas, especialmente los que en el presente estudio se denominan *receptores con cambio de frecuencia*, incluyen sistemas denominados *conmutadores*, que permiten al usuario el cambio una a otra gama de ondas de manera sencilla. Al accionarlos, los distintos circuitos del receptor se adaptan a la recepción de una u otra gama de ondas

Un **conmutador de ondas** es cualquier dispositivo, mecánico o electrónico, que permite adaptar los distintos circuitos de un receptor a la sintonía de las distintas bandas de radiodifusión, y, en su caso, configurar el *puerto paralelo de audio* para el empleo de *periféricos* a través de la sección amplificadora de baja frecuencia con otros fines distintos al de la radiorrecepción.

El primer sistema utilizado históricamente como conmutador consistía en la sustitución manual de los juegos de bobinas correspondientes a la banda seleccionada. Para ello, se dispusieron en el receptor distintos sistemas que permitían intercalar los mencionados juegos de bobinas, colocándolas en conectadores especiales destinados al efecto.

Las mejoras introducidas en los diseños de tales bobinas permitieron la fabricación de juegos montados sobre un mismo soporte, de manera que sus extremos se conectan a los terminales de distintos tipos de conmutadores. Los dispositivos consistían en su forma más primitiva en láminas giratorias, fijas por un extremo que actuaba como eje de giro, u otro móvil accionado por un botón de mando aislante. Al desplazar el extremo sobre los distintos terminales metálicos dispuestos en círculo hasta hacer contacto con ellos, se lograba conectar la bobina adecuada.

El usuario, en estos casos, debía accionar dos o más de estos conmutadores para sintonizar el receptor en la banda elegida. La figura siguiente muestra un receptor de la época, que en extremo superior derecho de su frontal, lleva tres conmutadores rotativos de este tipo.

Fig. 22. Receptor Federal, modelo 59.

Tras estos sistemas de conmutación rudimentarios, con la aparición de los *receptores de radiofrecuencia sintonizada* y los modelos basados en el principio del *heterodinaje*, comenzaron a desarrollarse otros más sofisticados en su diseño, pero de manejo sencillo: los *conmutadores de onda* propiamente dichos, capaces de realizar los cambios en los circuitos para sintonizar una u otra gama de ondas, además de accionar – en su caso – el alumbrado de cada una de las escalas del dial.

Estos conmutadores no son más que una derivación de los primitivos, de manera que sobre un eje, rotativo o deslizante, se incluyen distintos cursores que se desplazan sobre los contactos correspondientes a conmutar, de manera que todos se accionan simultáneamente en cada una de las posiciones.

Los más usuales distribuyen los contactos a conmutar sobre unas láminas de baquelita, que por su forma se denominaron *galletas*. El eje rotativo se fija sobre las posiciones adecuadas mediante un sistema de ballestas y rodamientos de acero que generan un *clic* característico cuando el oyente realiza el cambio de onda. Los de

este tipo fueron los más difundidos, especialmente en los receptores de calidades media y baja, hasta la aparición de los dispositivos de cambio de onda por pulsador.

Con ligeras variaciones se diseñaron otros, en apariencia deslizantes, pero basados en el mismo principio que los giratorios. Los más característicos fueron comercializados por Askar y Philips en España en sus modelos pequeños, tales como el B1-E-82-U y el B1-E-92, ambos de Philips, y el 611-U y el 711 U de Askar. Tales receptores llevan un conmutador de ondas deslizante situado en su lateral derecho; elemento principal es el mando de baquelita, en "T", que acciona un conmutador de galleta en forma de abanico.

Otros sistemas de conmutación de ondas son los *teclados* y los *pulsadores*[57]. Un receptor con teclado muy popular en España durante los últimos años de la década de los cincuenta fue el modelo Concertina de Telefunken. Como puede apreciarse en la fotografía, la muestra la disposición típica del dial rectangular horizontal y los dos botones de mando concéntricos (volumen/tono y sintonía/orientación de la antena interior), con el teclado central de siete teclas, que incluye las siguientes posibilidades de conmutación:

1. Encendido/apagado.
2. Entrada de fono
3. OM con antena exterior.
4. OM con antena interior.
5. OC I

[57] La diferencia entre ambos radica en la forma de accionamiento, ya sea pulsando en una dirección - como si de un timbre se tratase - o en la dirección perpendicular - como el teclado de un piano.

6. OC II

7. OC III

Fig. 23. Receptor Telefunken modelo Concertina[58].

La presencia de teclados en los receptores resultaba muy atrayente para el público de la época a la hora de adquirir un receptor y era considerado como un factor determinante de su calidad. Es por ello que los fabricantes lo incorporaron incluso en sus modelos de menor tamaño. Como muestra de lo anterior, Philips puso en el mercado español en 1958 un receptor de reducidas dimensiones (29 X 18 X 15 cm) de baquelita: el B2-E-92-U. Éste lleva un falso teclado de tres teclas, en el que la tecla central era un simple embellecedor, mientras las dos laterales actuaban como interruptor de encendido/apagado. Lo propio hizo Askar en el 612 U, prácticamente idéntico al anterior.

[58] Colección del autor.

Fig. 24. Receptor Askar 612 U[59].

La banda de Modulación de Frecuencia se incorporó a los receptores de válvulas a partir de la década de los sesenta. Como consecuencia de ello, los fabricantes tuvieron que adaptar sus modelos preexistentes de manera que sufriesen las mínimas modificaciones externas, con el fin de preservar su imagen de marca en algunos modelos concretos.

Un importante segmento de los compradores de receptores mostraba en su momento una marcada tendencia *conservadora*. Éste se dejaba guiar por la fiabilidad de algunos modelos que ya conocían. Por ello, al adquirir un nuevo receptor – por ejemplo, de pequeño tamaño – con la banda de Modulación de Frecuencia, si conocía el buen rendimiento de un aparato tal como el *Capricho* de Telefunken, era un firme candidato a la compra de un receptor de la misma marca que, en su aspecto exterior, fuese lo más parecido a éste, pero que, además, incorporase la tecnología del nuevo sistema de Modulación de Frecuencia.

[59] Colección del autor.

Estas fueron las razones por las que Telefunken comercializó, por ejemplo, el *Capricho* U 2025 FM, que mantiene las líneas básicas de los modelos de la serie Capricho anteriores. Sin embargo, éstos llevan un pulsador de tres teclas (desconectado, onda media y onda corta), por lo que le nuevo modelo también lo incorporaba (para onda media, corta y Modulación de Frecuencia). Ello supuso una vuelta al empleo de los potenciómetros de volumen con interruptor.

Fig. 25 Receptores Telefunken Capricho y Capricho FM[60].

Por otra parte y por idéntico motivo, Telefunken mantuvo la denominación genérica de muchos de sus modelos, como *Trovador* o *Sonata*, pese a que ni el aspecto externo ni la tecnología tuviesen nada que ver con los fabricados anteriormente.

2.1.8. Los pilotos de dial.

Con el doble fin de indicar al usuario que el receptor estaba conectado y, además, iluminar el cuadrante o dial de sintonía, se colocaron lámparas de bajo consumo. De esta manera se realzaba estéticamente el conjunto del aparato, además de permitir la sintonización por la noche y en situaciones de escasa visibilidad. El

[60] Colección del autor.

dial puede iluminarse desde su parte posterior, o bien lateralmente en el caso de emplear diales transparentes

Estas lamparillas piloto generalmente funcionan con bajo voltaje, con el fin de que su calentamiento sea mínimo. Lo más usual es encontrar lámparas de 6,3 voltios conectadas en paralelo con circuito de filamentos de las válvulas, en los receptores de corriente alterna.

En los receptores que en el presente estudio se denominarán *de alimentación indistinta* se optaba por una doble solución:

1. Conectar una lampara de 125 voltios. Su conexión se realizaba de manera que, al accionar el interruptor de puesta en marcha del receptor, la lámpara quedaba conectada en paralelo con la red de alimentación. Esta válvulas, pese a su reducida potencia de disipación, generaban una gran cantidad de calor. Ello provocaba un calentamiento excesivo, especialmente en receptores de pequeño tamaño, además de alterar rápidamente las indicaciones del dial, como consecuencia del recalenamiento de la pintura e incluso los sistemas de dispersión lumínica que algunos fabricantes colocaban tras el cristal. Tal es el caso que muestra la imagen siguiente correspondiente al dial de un receptor Tungsram modelo Gloria, en el que se puede observar como la parte superior de la serigrafía del cristal está deteriorada como consecuencia del calor generado por la lampara de dial.

Fig. 26. Dial del receptor Tungsram modelo Gloria. Año 1955[61].

2. Intercalar en serie con el circuito de los filamentos una resistencia bobinada, con una potencia de disipación de unos 5 vatios. Entre sus extremos se conecta una lámpara dial de 12 voltios. Este sistema presenta el inconveniente de que la iluminación varía durante los primeros instantes de funcionamiento del receptor.

Las lámparas de dial jugaron tradicionalmente un papel importante a la hora de dar vistosidad al receptor. Así, existen sistemas de iluminación distintos para cada gama de onda sintonizada. Al accionar el conmutador de ondas, se ilumina una u otra zona del dial, o bien todo el conjunto, con luces de distinto color (generalmente azul, rojo y verde para las gamas de onda corta, y sin color para onda media). El brillo excesivo de éstas podía alertar al usuario de sobretensiones en la red de alimentación del receptor. Estas lamparas se emplearon igualmente para iluminar la sección en la que se coloca el plato giradiscos en las radiogramolas. Incluso se han localizado algunos receptores de la marca Tungsram, fabricados en 1956, en los que

[61] Colección del autor.

se utilizan lamparas de dial como fusibles de seguridad en los circuitos de alta tensión[62].

Las lámparas de dial van montadas sobre dos tipos de soporte:

1. Tipo bayoneta.
2. De rosca *mignonette*.

Para su conexión se utilizan zócalos-soporte adecuados, metálicos, de baquelita o plástico.

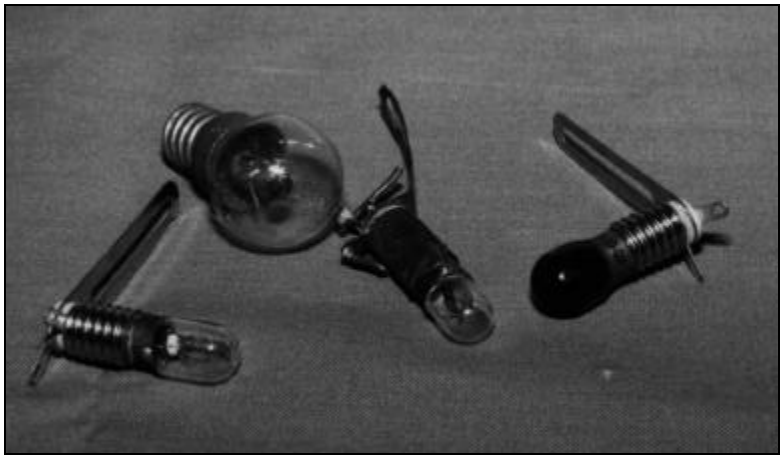


Fig. 27. Lámparas dial y zócalos soporte.

[62] Para ello se disponen distintos zócalos, uno para cada circuito a proteger, a la salida de los terminales de alta tensión del transformador de alimentación.

Fig. 28.Publicidad de portadiales Daher.

2.2. INDICADORES DE SINTONÍA.

El creciente número de estaciones de gran potencia llevó a los diseñadores de aparatos receptores a la necesidad de centrar su atención en la creación de una escala adecuada para orientar al radioyente. El problema era complejo, si se tiene en cuenta que los distintos planes de distribución de frecuencias alteraban en muchas ocasiones las frecuencias de las estaciones, especialmente de las menos potentes.

Los primitivos receptores llevaban en el botón de mando del condensador de sintonía una *escala micrométrica* consistente en un limbo semicircular graduado en 100 divisiones, de manera que cuando el usuario localizaba una determinada estación, debía anotar la posición exacta en que se sintonizaba ésta.

Durante los primeros años de implantación de la radiodifusión sonora en España, entre 1920 y 1935, nacían constantemente nuevas estaciones, a la vez que variaban las frecuencias de emisión de las ya existentes. Por este motivo aparecían en las publicaciones periódicas especializadas en temas de radiodifusión sonora[63] listados de estaciones con sus frecuencias asignadas. Algunos fabricantes como Philips incluían en éstas una reproducción de la escala micrométrica del receptor donde el oyente podía anotar los nombres de las estaciones que más le interesaban, facilitando de este modo la sintonía[64].

[63] Muchas de ellas se mencionan en la bibliografía del presente trabajo, tales como Ondas, Radio y Luz, Radioelectricidad, Antena, EAR, Radiociencia Popular, Radio Ciencia, Radio y Cinema, de radio y electrotécnica, Radiosport, Radio Universal, Sintonía, Radio Murcia, Electrón en las que se incluye todo tipo de informaciones y artículos divulgativos destinados a dar a conocer los avances tanto en el campo de la emisión como, fundamentalmente en el de la recepción, para que los propios usuarios montasen sus propios receptores de radio, o incluso que modificasen los que ya poseen con el fin de mejorar sus condiciones de recepción.

[64] Radio y Luz. Febrero. 1934 p. 43.

La industria comenzó a desarrollar dispositivos sintonizadores para facilitar la búsqueda de estaciones. Estos dispositivos iban combinados con inscripciones para su localización sin necesidad de recurrir a los *cuadros de estaciones* mencionados, ni a las señales de identificación de las estaciones[65]. La simplificación en el manejo, suponía una complicación en los mecanismos del receptor y la aparición de las averías subsiguientes, pero hacían más atractivo el aparato a los ojos del comprador.

2.2.1. Los cuadrantes o diales.

Un **dial de sintonía** es un cuadro en el que aparece una o más escalas graduadas que permiten al oyente sintonizar una estación determinada conociendo su frecuencia, longitud de onda o incluso su nombre.

El análisis de la bibliografía especializada correspondiente a los primeros años de implantación de la radiodifusión en España permite establecer la cronología siguiente:

1. Los dispositivos más antiguos destinados a facilitar la sintonía que se han localizado corresponden a los receptores de la marca Ekco en 1933. Constan de un limbo de diámetro similar al del cono del altavoz, colocado en la caja del receptor en el que iban marcados los nombres de las estaciones[66].

[65] Se trataba de indicativos musicales característicos que las estaciones transmitían periódicamente.

[66] El limbo consta de dos secciones, una para onda larga y otra para onda media, con dos lámparas piloto que se iluminaban alternativamente según la banda seleccionada. En el centro se situaba el eje del condensador de sintonía y solidario a éste una varilla móvil en forma de flecha del tamaño del diámetro del limbo. La sintonía se modifica simplemente girando la flecha hasta colocarla frente al nombre de la estación buscada.

2. Otro dispositivo mucho más complejo aparecido posteriormente, consiste en un sistema óptico formado por un conjunto de discos opacos en los que van anotados los nombres de las estaciones en zonas transparentes. Estos discos iban iluminados por una lámpara trasera móvil. Al seleccionar una onda, las lecturas de cada disco se visualizaban en el frontal del aparato en un cristal traslúcido a través de una lente de aumento.

3. La serie de mecanismos de sintonía se amplió considerablemente, por ser quizá la parte del receptor que más se prestaba a perfeccionamientos e innovaciones de índole mecánica, juntamente con la ebanistería de la caja, a partir de 1934.

4. Poco después surgió un nuevo mecanismo que incorporó las indicaciones sobre una cinta translúcida. La cinta está perforada en sus bordes como una película cinematográfica, y arrollada sobre dos carretes. Al accionar el mando de sintonía la cinta se pone en movimiento mediante un tambor dentado que permite ajustar la velocidad de arrastre de la cinta[67].

5. A finales de 1934 se desterraron los mandos graduados arbitrariamente, adoptándose por realizar las inscripciones del limbo en kilociclos o en metros, omitiendo el nombre de las estaciones. En ese año Telefunken comercializó sus receptores con *escala parlante* en la que figuraban los nombres de las distintas estaciones en pequeñas fichas que el usuario colocaba en las perforaciones realizadas a tal efecto.

[67] Electrón. nº 6. 1 junio 1934 p. 12.

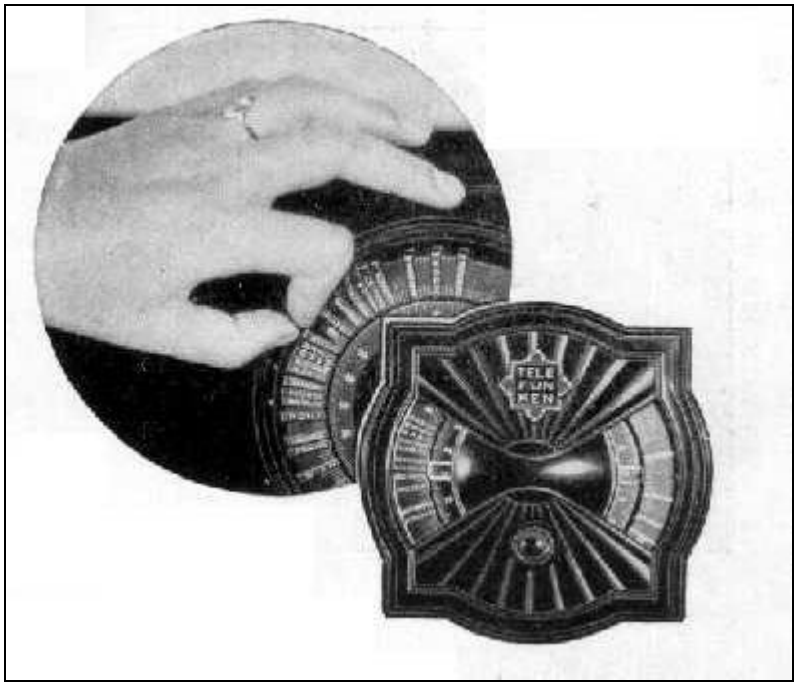


Fig. 29. Autoescala Telefunken.

Es preciso destacar la repercusión comercial que tuvieron los distintos mecanismos de sintonía, puesto que los fabricantes centraron de tal forma su interés en su diseño que parecía como si todas las diferencias existentes entre los distintos receptores que lanzaron al mercado dependiesen exclusivamente de la forma más o menos atrayente del sistema de sintonía.

1. En marzo de 1935 se pusieron a la venta receptores americanos, de escasa difusión en España, que incluyen un dispositivo de sintonía que dispone de un disco giratorio, solidario al eje del condensador de sintonía, en el que van perforados los nombres de las estaciones, que pasa entre una lámpara iluminadora y un conjunto de lentes que proyecta el nombre sobre una pantalla frontal con fondo negro. Una aguja se desplaza simultáneamente sobre una lista de estaciones

situada en la parte inferior, de manera que cuando la sintonía es correcta, en la ventana superior aparece el nombre de la estación[68].

2. Un nuevo dispositivo aparecido en este periodo consta de una varilla móvil accionada por el mando de sintonía que se desplaza a lo largo de un tubo de cristal, de forma similar a las columnas termométricas, junto a la cual iban grabados los nombres de las distintas estaciones[69].

3. Mecanismos de similares características aparecieron posteriormente. Así, a finales de 1935 surgió un sistema denominado *demultiplicador*, con una espiral arrollada sobre un tambor, sobre la que se graban los nombres de las estaciones, que aparecen ante una gran mirilla[70].

4. El receptor R.C.A. modelo ACR-136[71], al igual que el R-143, presentados en el mercado español en 1935, llevan un mando de sintonía de dos velocidades, denominados *de aviación* con dos escalas indicadoras de banda. Mediante un dispositivo de reducción de velocidad en la proporción 10 a 1 se puede recorrer rápidamente cualquier banda. Tirando del botón de mando hacia fuera, se aumenta la reducción en proporción 50 a 1, lo cual facilita la sintonía micrométrica. Una segunda aguja de menor tamaño denominada comercialmente *indicador micrométrico vernier* que gira con una velocidad diecinueve veces más rápida que el indicador principal, permite localizar el punto exacto sobre la escala central graduada de

[68] Electrón. nº 25. 15 junio 1935 p. 43.

[69] Electrón. nº 31. 15 julio 1935 p. 45

[70] Electrón. nº 38. 1 octubre 1935 p. 16.

[71] Colección del autor..

0 a 100. La banda seleccionada aparece en una ventana situada en la parte inferior[72].

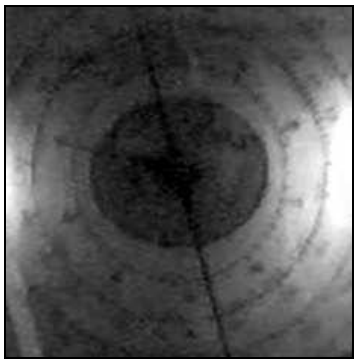


Fig. 30. Detalle del dial del receptor RCA modelo R-143.

5. Un sistema pero con un dial rectangular de aguja vertical deslizante lo incorporaron algunos receptores italianos como el IF-71 de la firma Imca, fabricado en 1937. Posee un mando único con dos velocidades que permite una sintonía rápida o micrométrica, según su posición[73].

6. El mismo control de sintonía fue adoptado en Reino Unido por la firma Kolster-Bra en sus receptores KB 880 AC[74] aparecidos en el mercado español en 1942[75].

7. Ya en la década de los 40, una vez establecido y modificado el plan de Lucerna, las nuevas frecuencias asignadas a las diferentes

[72] Documentación original del receptor R.C.A.

[73] MICELI, M.: *La Radio. Dalla prima scintilla al XXI secolo*. Ed. Giuseppe Laterza. Bari. 1987 p. 195.

[74] Colección del autor..

[75] Al girar el botón de sintonía, éste acciona un tope que permite el avance rápido de la aguja indicadora; una vez sintonizada la estación, se procedía al ajuste fino girando el botón de mando en sentido contrario, lo cual permite un desplazamiento mucho más lento de ésta, y en consecuencia una sintonía más precisa, especialmente en la gama de ondas cortas.

estaciones permitieron la construcción de indicadores de sintonía menos complejos en su montaje aunque no por ello menos atractivos en su diseño. Son las denominadas comúnmente *escalas parlantes*[76]

- Tales escalas constan de uno o más cristales de formas diversas (rectangulares, semicirculares y circulares principalmente) sobre los que va grabado el nombre de las estaciones juntamente con las correspondientes escalas de frecuencia y/o longitud de onda. Un indicador móvil o *aguja* colocada bien delante o bien tras él se desplaza sobre éste permitiendo localizar la correspondiente estación[77].

8. Para simplificar la sintonía en onda corta, algunos fabricantes como Marconi Española en su modelo M 41[78] y Tungsram, instalaron en sus receptores dos o más diales de cristal con otras tantas agujas indicadoras: uno de ellos para la sintonía en ondas larga y media y otro para los distintos ensanches de onda corta, accionados por un mando único.

En el caso del Marconi M 41 el dial está montado sobre un único cristal dividido en dos secciones: En la derecha aparece el dial de onda media y el de onda corta. En medio va colocado el indicador óptico de sintonía u *ojo mágico* y sobre él el indicador de la banda seleccionada. A la izquierda aparecen las bandas ensanchadas de onda corta. En cada una de las dos secciones existe una aguja de desplazamiento horizontal, ambas accionadas por un único botón de mando. En el Tungsram Iris el dial múltiple está dividido en tres sectores correspondientes a las bandas de onda

[76] MICELI: O.C. p. 194.

[77] Esta aguja adopta formas muy diversas. Va colocada bien solidaria al eje del condensador variable de sintonía, o sobre un sistema más o menos complicado de poleas -con el fin de lograr ángulos de giro superiores a los 180º permitidos por el condensador de sintonía- y arrastrada por un hilo denominado técnicamente *cuerda de dial*.

[78] Colección del autor.

media y a los ensanches de onda corta. Cada uno de los diales lleva a su vez una iluminación independiente, aunque en este caso la aguja es única.

Tras la incorporación de la Banda de Modulación de Frecuencia, algunos receptores incluyeron un segundo mando de sintonía, independiente, para FM[79].

Es usual encontrar sistemas de iluminación independientes para cada uno de los distintos cristales de dial, de manera que para cada una de las gamas de onda seleccionada, se ilumina uno de los cristales con lámparas de distintos colores.

Fig. 31. Receptor Tungsram Iris, con dial múltiple semicircular.

[79] Gama de ondas métricas.

Fig. 32. Receptor Marconi M 41[80].

Tabla 6. Receptores con dial múltiple.

Marca	Modelo	Año de fabricación	Otros detalles
Iberia	H-17652	1953	Tres diales rectangulares horizontales
Marconi	M-49	1946	Dos diales rectangulares con aguja independiente
Tunsgram	Señorial nº 4	1954	Tres diales rectangulares horizontales
Tungsram	Cumbre	1948	Cuatro diales rectangulares paralelos
Tungsram	Iris T-1152 A, Iris nº 5 y 6, Rapsodia	1954	Tres diales en arco concéntricos

[80] Colección del autor.

Los fabricantes multinacionales como Kolster, Philips y Telefunken confeccionaron diales específicos, con una parte común formada por las estaciones de onda corta y media de carácter internacional, y otra correspondiente a las estaciones de cada país en onda media.

El cristal se ilumina con lámparas de incandescencia. En aparatos denominados *toda banda,* estas lámparas suelen ir pintadas con colores distintos según la gama de ondas seleccionada, que además iluminan específicamente la porción del dial correspondiente.

Durante la década de los años 40 los fabricantes más importantes, diseñaron receptores como el A 48 U de Philips, en los que el dial se encuentra en una puerta frontal abatible. Cuando el receptor está fuera de servicio la puerta se cierra, ocultando la tela acústica del frontal y los botones de mando. Al ponerlos en marcha, la puerta se abate hacia delante, con lo que todos los sistemas ocultos quedan a la vista.

La firma española Invicta también empleó un sistema de diales abatibles similar al anterior en los modelos 240[81] y 242 aparecidos en nuestro mercado en el año 1947. En este caso el dial se colocaba en la parte superior del receptor, de manera que en la frontal del aparato únicamente aparecían los botones de mando y la tela acústica. El dial se puede abatir 90º desde su posición horizontal. Son los diales de mayor tamaño que se han localizado en un receptor de radio.

También Philips diseñó un conjunto de receptores con dial superior abatible como el 85 A/U, 117 X, 104 A[82], 890 a/U y el 925. En todos ellos, a diferencia de los

[81] Colección del autor..

[82] Colección del autor..

anteriores, el dial no llegaba a ocultarse, sino que siempre quedaba a la vista en la parte superior del receptor.

Fig. 33. Receptor Philips con dial superior abatible.

En este punto es necesario considerar la escasa atención de los fabricantes extranjeros de receptores con distribución multinacional por especificar en los diales de sus aparatos los puntos de localización de las principales estaciones españolas. Si además se tiene en cuenta que las estaciones de radio cambiaban su frecuencia de emisión en virtud de los distintos planes de radiodifusión, el oyente de la época en general no prestaba demasiada atención a las indicaciones de los diales, salvo las referencias a la frecuencia o longitud de onda de cada banda. Como consecuencia los diales resultaron poco útiles de cara al usuario.

Sin embargo tales cambios de frecuencia resultaron especialmente útiles comercialmente a las distintas firmas distribuidoras, ya que convertían los aparatos cuyo dial no está actualizado en anticuados, por lo que los usuarios potenciales encuentran en ello un aliciente para cambiar de receptor, adquiriendo uno nuevo.

Resulta curioso que marcas como Philips, defensoras en un principio de las escalas micrométricas y posteriormente de las escalas graduadas en frecuencia y longitud de onda exclusivamente hasta los últimos años 30, comenzaron a incorporar el nombre de las estaciones en sus diales a partir de la década de los años 40. Es evidente que un dial de estas características resultaba mucho más atractivo al posible comprador que un simple limbo similar a una regla, pues éste se imaginaba - tal como indicaba la publicidad de la época- poder *tener el mundo en su hogar con sólo girar un botón.*

Las referencias en el dial se aplican en un principio exclusivamente a las estaciones de onda media. Telefunken comenzó a incorporarlas también a la gama de ondas cortas, especialmente en los receptores con varias bandas de ensanche de onda corta. A partir de la mitad de la década de los años 50, todos los receptores de calidad media y alta, incorporaban diales con indicaciones de los nombres de las estaciones en todas las gamas de onda, e incluso del plan de distribución correspondiente (Lucerna, Copenhague).

Los sucesivos cambios en las frecuencias de emisión iban provocados por la gran proliferación de estaciones, especialmente en la gama de ondas medias, de gran ancho de banda[83] por lo que en un principio los responsables de las distintas estaciones cambiaban su frecuencia de emisión con el fin de evitar interferencias, hasta que se distintas normativas surgidas de conferencias de carácter internacional[84], destinadas a realizar una distribución de frecuencias de obligado cumplimiento para

[83] Debido a la escasa calidad técnica de los emisores, éstos transmitían ocupando no solamente su punto concreto en el dial, sino un margen de frecuencia amplio (mayor de 18 kHz), por lo que si se tiene en cuenta que el ancho de la banda de onda media va actualmente desde unos 531 a 1.611 kHz, apenas cabrían en la banda unas 35 estaciones en total, de manera que al abrirse la propagación por la noche, la audición incluso de las estaciones locales podría hacerse imposible debido a la interferencia de emisores de frecuencia próxima

[84] I.F.R.B., U.I.T.

las diferentes bandas, a la vez que se especificaba el ancho de banda de los distintos emisores, ajustándose actualmente a un máximo de ± 9 kHz[85].

Sixto González, autor experto en todo tipo de cuestiones técnicas relacionadas con los receptores de radio y autor de varias publicaciones sobre el tema, apuntaba que el procedimiento de sintonía más empleado es el *acústico*. El radioyente emplea la escala o cuadro de mira tan solo como referencia, y es su oído el que determina en qué momento la sintonía se realiza de manera satisfactoria. Por ello tal procedimiento exigía el concurso de los sentidos de la vista y el oído.

El mismo autor, en el texto que se cita a continuación, ya avanzaba la necesidad de que el futuro se diseñasen nuevos dispositivos que permitiesen realizar de manera sencilla la sintonía de los receptores de manera automática. Tales sistemas fueron objeto de investigación por parte de los más prestigiosos fabricantes y diseñadores de aparatos de radio, aunque desafortunadamente su comercialización se demoró más de lo inicialmente previsto, ya que no se presentaron aparatos dotados de dispositivos de sintonía a automática hasta la primera mitad de la década de los años cuarenta. El texto mencionado es el siguiente:

[85] Así, por ejemplo, las frecuencias de emisión de COPE Granada, RNE 5 todo noticias Palma de Mallorca, Radio Intercontinental de Madrid, Radio Francia Internacional y Radio España de Madrid son respectivamente 900, 909, 918, 946 y 954 kHz

"Desde los primeros tiempos, el procedimiento más generalmente utilizado para fijar el punto de resonancia o sintonía de un aparato radiorreceptor, es el acústico o "al oído". Sirviéndose de la escala o cuadro de mira en el que van indicadas las longitudes de onda, las frecuencias o los nombres de las estaciones, el radioescucha considera que ha alcanzado la sintonía de una determinada estación en el momento que percibe auditivamente las señales con mayor intensidad y pureza.

Al lado de este procedimiento está el visual. La operación preliminar de situar la aguja de mira o puntero en el sitio adecuado del cuadrante se verifica y precisa bien por una referencia anterior, o bien por la lectura de un aparato de medida o algún género de indicador luminoso. El sistema de señal aplicada directamente al oído no es apropiado por sus imperfecciones y necesita del concurso de la vista, y ambos medios, oído y vista, completan la operación de la sintonización; de todos modos, la tendencia es la de conseguir tal indicación por algún medio automático"[86].

Como complemento a los diales surgieron los denominados *indicadores visuales* de sintonía. Se trataba de dispositivos de diverso carácter incorporados en aparatos de alta calidad que informaban al oyente tanto de la intensidad con la que se sintonizaba cada estación, como del grado óptimo de sintonía de cada una de ellas.

Su diseño es muy variable, pasando desde los galvanómetros de cuadro móvil hasta las válvulas termoiónicas diseñadas específicamente a tal fin.

[86] GONZÁLEZ, S.: O.C. p. 378.

Tomando como referencia los criterios de Sixto González, se establece la tipología de indicadores visuales siguiente:

1. *Artificios electromagnéticos*. Son miliamperímetros intercalados en los circuitos de la válvula detectora por los cuales circula una intensidad de la corriente proporcional a la potencia con que se recibe la estación sintonizada. La desviación máxima de la aguja respecto a su posición de reposo indica el punto de sintonía óptimo.

2. *Artificios magnéticos*, formados por una palomilla movida por un electroimán controlado por el sistema de *regulación automática de sintonía*. Dicha palomilla gira sobre un eje y permite el paso de la luz de una lámpara, proyectando sobre el cuadro indicador o dial una sombra en coincidencia con la estación que se busca.

3. *Indicadores por incandescencia*, semejantes a los artificios electromagnéticos, en los que se ha sustituido el medidor por una lámpara de incandescencia cuya luminosidad varía en función de la sintonía de la estación.

4. *Indicadores por luminiscencia*. Son tubos de cristal que contienen gases enrarecidos como argón en los que se colocan dos o tres electrodos conectados a los circuitos de sintonía, que provocan la aparición de una columna luminiscente cuya longitud aumenta en función del grado de sintonía alcanzado, de forma similar a una columna termométrica[87].

Además es necesario incluir en la clasificación los *indicadores catódicos*, vulgarmente conocidos como *ojos mágicos*, aparecidos con posterioridad, que presentan una pantalla fosforescente cuyo aspecto varía en función de la sintonía de

[87] GONZÁLEZ, S. O.C. p. 380 a 384.

la estación seleccionada, que serán objeto de estudio específico en el capítulo correspondiente al análisis de las válvulas termoiónicas.

2.2.2. Dispositivos de sintonía directa por pulsadores.

Algunos receptores de sobremesa, y especialmente los autorradios - estos últimos por la dificultad añadida que suponía la sintonización del receptor mientras se conducía el vehículo - incorporaron los denominados *sintonizadores automáticos.*

Se trata de dispositivos que facilitan la sintonía de una estación simplemente oprimiendo un botón. Por esta razón, el número de estaciones presintonizadas en estos receptores depende del número de pulsadores. Éstos se conectan a los circuitos de sintonía del aparato, de forma que insertando o eliminando al accionarlos condensadores fijos en paralelo con el condensador variable de sintonía previamente ajustados, fijaban la frecuencia correspondiente a las estaciones seleccionadas por el usuario en cada caso.

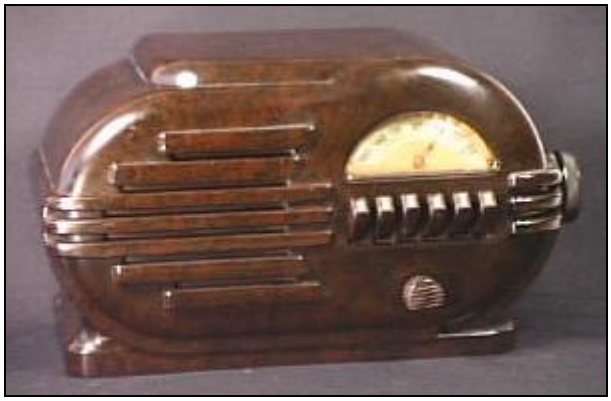


Fig. 34. Receptores con sintonía directa por pulsador[88]. Año 1946.

Otros dispositivos de sintonía automática llevan un pequeño motor cuyo giro se controlaba por los mandos mencionados, y permite el cambio de sintonía de forma análoga a la ya mencionada al accionar un condensador variable solidario con su eje.

Existen igualmente sistemas de sintonía automática basados en la variación de la inductancia de las bobinas de los circuitos oscilantes de sintonía, para lo cual se realiza un deslizamiento de un núcleo metálico entre dichas bobinas en receptores que no poseen condensador variable de sintonía.

[88] El de la izquierda es el Belmont 6D 11, del año 1946. Se presentaba en versiones de baquelita marrón y crema. (existe una réplica actual en el mercado, de la marca Spirit of St Louis) http://www.members.aol.com/djadamson3/tube40.htm y Windsor http://www.ntsource.com

Finalmente, otros circuitos de sintonía automática actúan variando la permeabilidad de las bobinas de los circuitos oscilantes a través de la introducción de parejas de bobinas de sintonía y oscilación en cada pulsación, realizando posteriormente un ajuste fino de forma similar a los anteriores. Este fue, en principio, el principal procedimiento empleado en los autorradios, de manera que con pulsar un único botón se selecciona tanto la gama de onda como una estación concreta en dicha gama; lo más usual es que el receptor disponga de tres pulsadores para onda media, para onda corta o larga y para Modulación de Frecuencia[89].

Los primeros sintonizadores automáticos se implantaron a partir de los primeros años 40[90] a los receptores de sobremesa. En éstos se añadía una nueva sección al conmutador de ondas - generalmente con la denominación *auto* - que permite la sintonía directa a través de los pulsadores debidamente rotulados con el nombre de las estaciones preseleccionadas.

[89] Para memorizar la estación se procedía en primer lugar a pulsar hasta el fondo la tecla correspondiente, con lo que el receptor conmutaba a una gama de ondas determinada, y a continuación se tiraba del pulsador y se movía la agua del dial mediante el botón de mando correspondiente hasta sintonizar la estación deseada. Hecho esto, de nuevo se pulsaba el botón hasta el fondo y la estación quedaba memorizada.

[90] DE IVANA, J.: O.C. p. 140 a 145.

Fig. 35. Disposición típica de un receptor con sintonía directa por pulsador[91].

Como dato anecdótico cabe mencionar, por lo acertadas que han resultado ser en los actuales receptores digitales de sintonía por pulsadores, las predicciones que efectuó González en 1942 respecto a los sistemas de sintonía que incorporarían los futuros receptores:

> *"No tardaremos en conseguir meros indicadores de sintonía, sino también en generalizar el accionamiento integral del radiorreceptor a la sola presión de un botón o elemento equivalente, de efecto propiamente automático"*[92].

Efectivamente, tras la incorporación de los circuitos integrados a los receptores se hizo posible dicha premonición. Los circuitos de memoria, el empleo de pantallas digitales en sustitución de los diales de aguja móvil - primero con indicación numérica de la frecuencia y posteriormente en los receptores RDS con ocho dígitos informativos- y el perfeccionamiento en los sistemas de búsqueda automática,

[91] Receptor francés hecho a mano, reparado por el autor en 1998, propiedad de la familia Martín García de Madrid. En él pueden distinguirse las sintonías directas para las principales estaciones de onda larga sintonizables desde Francia.

[92] GONZÁLEZ, S. O.C. p. 380.

permitieron el diseño de receptores capaces de seleccionar las emisoras de forma automática, almacenar en memoria su frecuencia y otros datos de interés, que permiten al oyente sintonizar de manera inmediata una estación, bien introduciendo numéricamente su frecuencia a través de un teclado, o recuperando la información guardada en la memoria del receptor.

En los autorradios actuales dotados de sistemas de búsqueda automática, es posible sintonizar y memorizar, con sólo pulsar un botón las estaciones más potentes que en cada instante llegan hasta su antena, lo cual es especialmente útil cuando el oyente viaja a una localidad de la que desconoce las frecuencias de emisión de las distintas estaciones. Además permite en cada momento del viaje buscar y memorizar las estaciones más potentes que pueden captarse.

2.2.3. El ojo mágico.

A partir de los años 40 los receptores comenzaron a incluir una válvula indicadora de sintonía visual denominada *tubo indicador de rayo eléctrico, ojo catódico* o más popularmente *ojo mágico.*

Esta válvula en realidad es un tubo de rayos catódicos con una pantalla recubierta de material fluorescente cuyo dibujo se abre o cierra según la intensidad con la que se recibe una estación, indicando de esta forma al oyente la posición de sintonía óptima. Su estudio pormenorizado se lleva a cabo en el capítulo correspondiente a los componentes electrónicos de los receptores.

2.2.4. La pantalla digital de los receptores RDS[93]: el radiotexto.

El RDS, abreviatura de Radio Data System es un sistema de transmisión de datos enviados desde la estación en la banda de Modulación de Frecuencia, a través de una subportadora de 57 kHz modulada por una señal de datos, hasta el receptor, donde son recogidos en una pantalla cambiante de ocho dígitos.

Las informaciones que pueden transmitirse son múltiples. Las más usuales son las que siguen:

1. Nombre o siglas de la estación (PI). Permite identificar la cadena o estación sintonizada:

   - RNE 1, RNE--CLASS, RNE 3, RNE 5 de Radio Nacional de España.
   - SER, DIAL, RADIOLE, CUARENTA, M80RADIO y SINFO de la Cadena SER.
   - EUROPAFM
   - ONDACERO, ONDA 10 de Onda Cero Radio.
   - CAD--CIEN, COPE de la Cadena de Ondas Populares Españolas.
   - ONDA REG de Onda Regional de Murcia.
   - RULLDEC de Radio Ulldecona.
   - TOPRADIO de la Cadena Ibérica
   - CANAL 9.

[93] Radio Data System.

- RSURESTE.
- CATRADIO, C MUSICA, CAT INFO de Catalunya Ràdio.
- CAD*AZUL, REG*MURC
- 95.1 INT ECONOMIA

2. Localización de la estación de la cadena:
   - RNE1 MU
   - CAD-100 MADRID
3. Frecuencia de la estación.
   - TOPRADIO 97.2
4. Temperatura.
5. Fecha y hora (CT) empleada para transmitir los códigos de fecha MJD (calendario Juliano Modificado) y hora UTC (Tiempo Universal Coordinado).
6. Teléfono de la estación.
7. Radiotexto (RT). Utilizado para transmitir eslóganes de hasta 64 caracteres[94]:
   - TU LO PIDES, TU LO TIENES[95], HITRADIO JOVEN 107.1 FM.

[94] En este caso aparecen siempre sobre pantallas móviles sobre las que los textos se deslizan o cambian secuencialmente.

[95] Tomado de la Cadena Top Radio, 97.2 Madrid durante el segundo trimestre de 1998.

✍ LA*RADIO*DE*AQUÍ, ESCUCHAS, EXITOS, HOY ES, DESDE LORCA ESTEREO DIGITAL.

8. Tipo de programa (PTY). Es un número comprendido entre 0 y 31 que se utiliza para la identificación del tipo de programa que se emite (deportes, música clásica, noticias, cultura, ciencia...).

9. Identificación de programas de tráfico (TP). Esta señal indica que la estación envía con frecuencia mensajes orales sobre tráfico.

10. Canal de mensajes de tráfico (TMC). A través de este canal el codificador RDS envía un código al receptor que este interpreta y muestra en la pantalla. Además, este sistema permite controlar la información mostrada en los paneles de tráfico, siempre y cuando dispongan de un decodificador RDS.

11. Identificación de anuncios de tráfico (TA). Es una señal enviada por a estación que permite conmutar directamente a la estación de la cadena que en ese momento transmita informaciones relativas al tráfico (como RNE5 TN de la red RNE), o localizar estaciones que difundan mensajes de tráfico, interrumpir la escucha de grabaciones en disco compacto o cassette o de otras estaciones, para escuchar el mensaje de tráfico, continuando posteriormente con la audición.

12. Lista de frecuencias alternativas (AF). Es un listado de hasta 25 frecuencias de la misma cadena de emisoras que se sintoniza en ese momento. Permite al receptor cambiar en cada momento a la estación que se sintonice en mejores condiciones. Es de especial utilidad en autorradios.

13. Conmutación música/palabra (M/S). Se emplea en receptores con dos controles de volumen independientes, para programas musicales o de palabra, que el oyente preajusta según sus preferencias.

14. Título del programa que está en antena.

15. Número de elemento de programa (PIN). Permite sintonizar la estación deseada a una hora prefijada.

16. Identificación del decodificador (DI). Sirve para indicar al receptor el tipo de decodificador empleado en la emisión (monofónica, estereofónica, comprimida).

17. Radiopaging (RP) Se emplea para enviar mensajes alfanuméricos de manera individual a un tipo especial de receptores denominados *buscapersonas.*

18. Otros datos de aplicación interna de la cadena (IH).

El sistema RDS se encuentra en vía de expansión en España. A la hora de elaborar el presente trabajo no se han localizado estaciones que indiquen, por ejemplo, los títulos de las grabaciones, ni otras informaciones de interés general o particular, salvo las ya mencionadas.

Sería de gran interés el envío de tales informaciones, en especial es las estaciones musicales especializadas[96] que programan fragmentos musicales de larga duración como conciertos y transmisiones musicales en directo o diferido en los que el oyente que las sintoniza debe esperar al final de la obra para escuchar los datos referentes al título y autor cuando el locutor despida dicha obra o fragmento; de este modo, el oyente podría incorporarse en cualquier momento a la audición y saber qué esta escuchando.

En el futuro próximo es necesario implantar, tanto en las principales autopistas y autovías como en los grandes núcleos urbanos, sistemas de transmisión en tiempo

[96] Por ejemplo, Radio Clásica de RNE, Sinfo Radio, o Catalunya Música.

real de datos referidos tanto al tráfico nacional, autonómico y local, como a la meteorología, especialmente en las denominadas vulgarmente *horas punta* de tráfico.

No obstante tal limitación deriva fundamentalmente del manejo de los actuales sistemas de codificación de las estaciones, aún rudimentarios, en los que debe programarse manualmente cada uno de los dígitos a transmitir. Puede deducirse pues que la incorporación de la tecnología informática eliminará en un futuro próximo tales limitaciones y permitirá una más amplia utilización del sistema RDS.

2.2.5. Otros indicadores de sintonía.

La incorporación de los circuitos transistorizados a los receptores de radiodifusión sonora supuso la eliminación de los *ojos mágicos*, que, en algunos receptores de la gama alta, fueron sustituidos por otros indicadores de sintonía. Básicamente destacan tres de ellos:

1. Los *indicadores de aguja magnética*. No son más que galvanómetros de cuadro móvil colocados en una envoltura de cristal o plástico, cuya aguja se desplaza sobre una escala graduada de manera que la desviación de la aguja respecto a su posición de origen está en relación directa con la potencia de la estación sintonizada.

2. Los *indicadores LEDS*. Consisten en una escala de diodos luminiscentes coloreados que se iluminan en número variable en función de la potencia de la estación recibida. Suelen incluir, además, otro diodo independiente que se ilumina cuando la estación se ha sintonizado a la frecuencia exacta[97]

[97] Es el sistema utilizado especialmente por los sintonizadores de los equipos de sonido o cadenas HIFI fabricadas durante la década de los 80.

3. Los *indicadores de cristal líquido* de los receptores con pantalla digital[98]. En la mayoría de los casos, consiste en una escala graduada de 0 a 5 o de 0 a 10. En ella, mediante puntos o líneas de número variable en función de la potencia de la estación, se indica en qué condiciones se está recibiendo ésta.

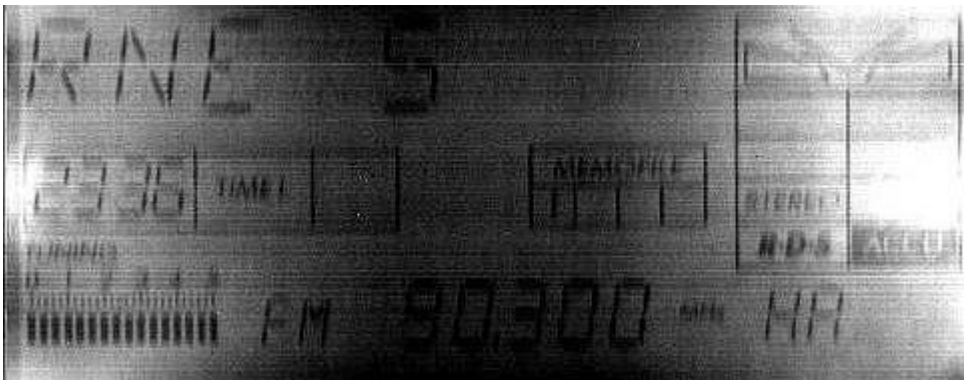


Fig. 36. Dial de un receptor RDS.

[98] Como el Gründig Satellit 700. Sobre la pantalla se indica la potencia de la estación sobre una escala graduada de 0 a 5, son la indicación *tuning* bajo la cual aparecen barras del tipo |||||| en número variable de 1(mínimo) a 20 (máximo).

2.3. ARQUITECTURA DEL RECEPTOR: EL MUEBLE.

Los receptores de radiodifusión sonora a válvulas pronto pasaron de ser considerados meros artefactos técnicos sin pretensiones estéticas, a ser auténticos elementos decorativos. Este fue el motivo por el cual comenzó a desarrollarse una verdadera industria en torno al diseño y fabricación de mobiliario específico para los radiorreceptores.

Las marcas más importantes del mercado realizaron diseños característicos que marcaron su propio estilo, empleando como base materiales distintos como maderas, resinas tratadas, baquelitas, plástico, metal y cristal.

Como puede comprobarse en las referencias a ferias y exposiciones celebradas periódicamente que aparecen en el capítulo correspondiente del presente trabajo, el interés mostrado por los distintos fabricantes a la hora de perfeccionar los diseños externos de los receptores lleva a la conclusión de que es posible hablar de *modas* que los compradores seguían a la hora de adquirir sus receptores de válvulas.

A la vista de los receptores de radiodifusión sonora que se ha tenido ocasión de analizar, tanto en sus aspectos técnicos como estéticos, se propone una clasificación de éstos basada en una serie de criterios que servía como referencia a la mayoría de los usuarios a la hora de adquirir un aparato receptor, y que son fundamentalmente los que siguen:

1. Las dimensiones del receptor. Ello permitirá clasificar los aparatos en receptores *de gran tamaño, de tamaño medio, pequeños, miniatura* y *portátiles*[99].

2. Su forma externa. Se hace referencia a receptores rectangulares, de cubierta semicircular, redondeados, cuadrangulares o de formas irregulares.

3. El material del que está construido el mueble: receptores con caja de madera, baquelita, resinas tratadas, cristal o plástico.

4. Sus características especiales, relativas a la posibilidad de ser transportados con facilidad: receptores portátiles y fijos.

El análisis histórico de los receptores de radiodifusión sonora en general, y muy especialmente los de válvulas, debe detenerse forzosamente en el estudio de su forma exterior porque éste es el aspecto quizá más considerado por el público a la hora de adquirir los receptores, más incluso que otros derivados de sus características técnicas, situación que con determinados matices se ha repetido posteriormente con los receptores transistorizados.

2.3.1. Clasificación de los receptores a válvulas en función del mueble.

La radiodifusión sonora comenzó a implantarse en España en pleno auge de la industria gramofónica. Este fue el motivo por el cual los primeros receptores a baterías comenzaron a montarse en el interior de los mismos muebles que en un principio se destinaban a los gramófonos; ello es lógico si se tiene en cuenta la similitud externa en cuanto a la estructura de ambos dispositivos:

[99] Los receptores denominados portátiles son aquellos que disponían de un asa en su parte superior destinada a facilitar su desplazamiento como si de un bolso o maleta de mano se tratase. En general se trataba de receptores susceptibles de funcionar con baterías o conectados a la red.

1. Un *generador de sonido* (el giradiscos y la cápsula, en el caso del gramófono, y por el propio receptor con sus baterías, en el caso de los receptores de radiodifusión sonora).

2. Un *reproductor de sonido* (la trompeta del gramófono o la bocina del receptor).

De esta manera, los receptores se colocan en el interior de muebles de sobremesa y consolas similares a las diseñadas en principio para los gramófonos, con un armario en el que se incluye la bocina, otro para el cuerpo del receptor y un tercero situado en la parte inferior generalmente para las baterías, de manera que una vez cerrado, no quedaba a la vista ningún elemento del receptor[100].

Fig. 37. Receptor Radiola VII-B. Año 1924[101].

Como muestra el receptor de la figura, el mueble es una réplica de los diseños de gramófono de sobremesa, con una rejilla frontal, idéntica a la de éstos, y una tapa abatible que oculta el conjunto de válvulas y controles del receptor.

[100] Se considerará que en esta primera época los propietarios de un radiorreceptor mostraban especial interés en ocultar sus elementos técnicos con el fin de que el receptor fuese un elemento decorativo más cuando no estuviese en funcionamiento.

[101] http://www.halcyon.com/johnj/radios/REGRCA.HTM

La gran evolución de la tecnología radiofónica supuso la rápida sustitución de los primeros receptores por otros circuitos más avanzados. Ello implicó el desarrollo paralelo del diseño de un mobiliario específico para los radiorreceptores acorde con las exigencias del mercado radiofónico.

Las bocinas dieron paso a los altavoces y estos pronto pasaron de ser un accesorio exterior independiente, con diseño específico, a ser un elemento interno, sujeto al mismo mueble que contiene al propio receptor.

Esta innovación conllevó un marcado interés por aspectos estéticos. La caja dejó de ser únicamente el continente del receptor, a ser un recinto acústico, en cuyo diseño era preciso tener en cuenta tanto las peculiaridades meramente estéticas, como las acústicas, con el fin de conseguir unas condiciones de reproducción sonora más favorables.

A la vista de la bibliografía analizada y de las distintas colecciones de receptores de radio en general, y de válvulas en particular a las que se ha tenido acceso, se propone una clasificación de éstos basada en su arquitectura, esto es, en la forma y diseño que adoptaron históricamente sus cajas o muebles. A tal fin se han tenido en cuenta fundamentalmente dos aspectos:

1. El tipo de líneas predominantes en su estructura.
2. La sección recta del frontal.

Previamente, se ha realizado una distinción entre los receptores que no incluyen el altavoz y el chasis en un mismo mueble y los que si lo hacen, e igualmente entre los receptores de sobremesa y aquellos que en sí constituyen un mueble independiente.

1. Receptores con altavoz independiente del cuerpo del receptor.

1.1. Con válvulas a la vista.

1.2. Cerrados.

1.3. Sin mueble

2. Receptores con altavoz incorporado:

2.1. De consola:

2.1.1. Verticales.

2.1.2. Horizontales.

2.2. De sobremesa[102]:

2.2.1. De formas rectilíneas:

2.2.1.1. Con frontal cuadrado.

2.2.1.2. Con frontal rectangular y predominio de la verticalidad.

2.2.1.3. Con frontal rectangular y predominio de la horizontalidad.

2.2.2. De formas curvilíneas.

2.3. Con techo en forma de arco:

2.3.1. Frontal en forma de arco de medio punto.

2.3.2. Frontal en forma ojival.

2.3.3. Frontal en forma de arco recortado.

2.3.4. Frontal ovoide.

[102] Se incluyen en esta categoría también los receptores portátiles.

2.3.5. Frontal circular.

2.4.Con techo mixtilíneo

2.4.1. Frontal en planta de basílica.

2.4.2. Frontal con forma de concha.

3. Diseños especiales:

3.1.Imitaciones de automóviles.

3.2.Imitaciones de edificios.

3.3.Imitaciones de libros.

3.4.Figuras ornamentales.

3.5.Imitaciones de productos de consumo y afines.

3.6.Juguetes.

3.7.Radio despertadores.

En los epígrafes siguientes se procede a realizar un análisis más detenido de algunos de los prototipos mencionados.

2.3.1.1. Receptores con altavoz independiente del cuerpo del receptor.

Las consideraciones que se realizan para los muebles de receptores a válvulas con altavoz separado del cuerpo del receptor son válidas igualmente para aquellos receptores que deben escucharse mediante auriculares, ya que los correspondientes altavoces pueden conectarse en lugar de éstos, salvo en el caso de los receptores *de galena*, ya que no incluyen amplificador de baja frecuencia.

Tal y como se analiza en el capítulo correspondiente a altavoces y auriculares, los primeros dispositivos que permitieron la audición colectiva fueron las bocinas, derivadas de los auriculares con la incorporación de un dispositivo resonador en forma de trompeta o bocina similar a la de los fonógrafos y gramófonos[103].

Tales recintos amplifican apreciablemente la señal acústica generada por la vibración de la membrana o diafragma, de manera que puede ser escuchada en locales más o menos amplios, en función de la potencia del amplificador de bajas frecuencia al que se conectasen.

Estos dispositivos forman parte de un cuerpo aparte del resto de la estructura técnica del receptor. Al hacer su aparición, los primeros altavoces de lengüeta continuaron montándose en una estructura independiente para posteriormente incorporarse a un mueble único que contiene toda la estructura del receptor.

Cuando el altavoz y el receptor son independientes, cada una de las dos partes tiene un diseño específico. Los terminales de la bobina se conectan a un cable bifilar, cuyo extremo opuesto se unía a los correspondientes conectadores o *puertos* de salida del receptor.

[103] De hecho se han localizado bocinas que permiten su acoplamiento directo a los auriculares, permitiendo de esta manera la audición colectiva. Tienen forma de trompeta, fija sobre un soporte metálico de base circular, con una doble entrada sobre la que se colocan los auriculares con su correspondiente cofia que actuaba como elemento de sujeción. Un ejemplo de ella es el modelo Safar de trompeta directa fabricado por Phonoflex en Italia en 1924.

Fig. 38. Receptor con altavoz de bocina independiente.

Las bocinas adoptaron tamaños y formas más variables. En general se ha podido comprobar que no existía una relación directa entre el tamaño y la respuesta sonora, ya que se ha sometido a pruebas distintas bocinas con un mismo receptor y en general, dado que la respuesta a las frecuencias más bajas es escasa, la nitidez es apreciablemente mayor en las bocinas de tamaño pequeño y medio.

El material base del resonador es generalmente metálico (hierro o aluminio) pintado y en ocasiones recubierto electrolíticamente de níquel, cobre o plata, o bien fibra de madera.

En la mayoría de los casos, las bocinas se decoran con pinturas de diferentes colores o con dibujos.

La evolución en el campo de los transductores sonoros llevó a la incorporación de los primeros altavoces de lengüeta a los receptores, en sustitución de las bocinas. Los altavoces independientes van montados básicamente sobre dos tipos de soportes.

1. En el interior de un recinto acústico, generalmente de madera o baquelita, de formas rectangulares, curvilíneas, poligonales, o combinadas, con una perforación circular frontal de tamaño ligeramente inferior al del cono del altavoz. Éste se coloca tras él, debidamente sujeto, recubierto con una tela acústica protegida en ocasiones por una rejilla. El recinto se barniza o pinta (caso de ser de madera o resinas tratadas) o simplemente se pule si es de baquelita.

Fig. 39. Altavoz independiente Peerless de 1927, montado en caja de capilla. Vistas frontal, posterior e interior[104].

2. Los altavoces de lengüeta también se colocan sobre un plato de mayor tamaño que el cono de cartón, de baquelita o de resinas tratadas. Una vez sujeto, el vértice del cono se orienta bien hacia el exterior[105] o hacia el interior. El cono se recubre con un segundo

[104] http://www.members.aol.com/djadamson4/related.htlm.

[105] Es el diseño denominado popularmente *sombrero chino*, muy empleado por Philips.

plato, del mismo material que el plato soporte, que actúa como protector. La parte frontal puede ir decorada con motivos diversos.

Fig. 40. Altavoces de lengüeta.

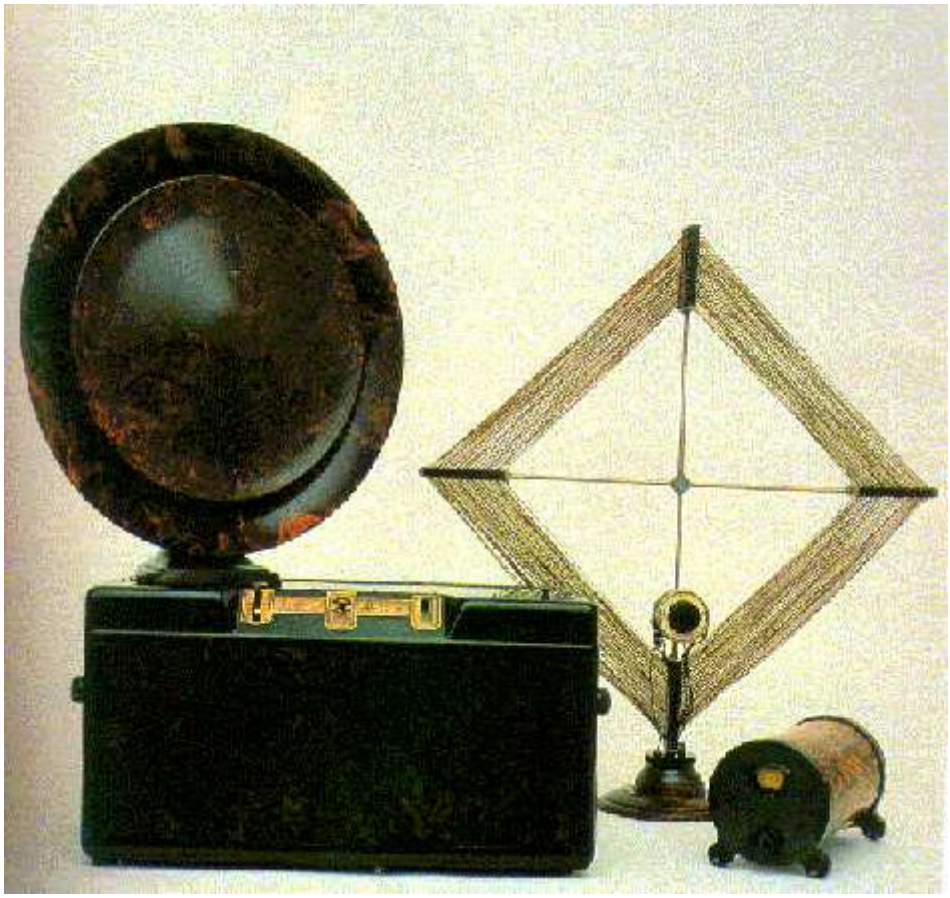


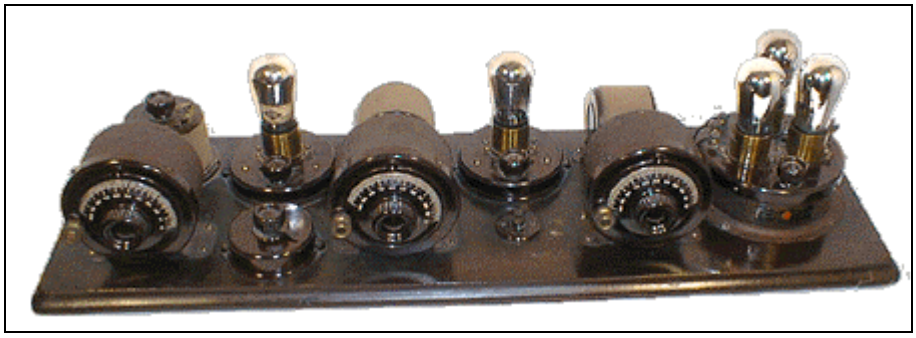
Fig. 41. Receptor Philips[106] con altavoz tipo sombrero chino, de lengüeta independiente, antena de cuadro y filtro selector de antena.

El resto del receptor se encuentra en un cuerpo independiente que además de contener los distintos componentes, puede incluir las baterías y pilas en el caso de que éste las emplease.

Debido al calor generado por las válvulas termoiónicas, éstas se colocan sobre dos estructuras distintas:

1. En la parte superior de la estructura soporte o del mueble, en los receptores denominados de válvulas a la vista[107].

[106] Modelo 2511, del año 1929. Cassi. F. O.C. p.214.



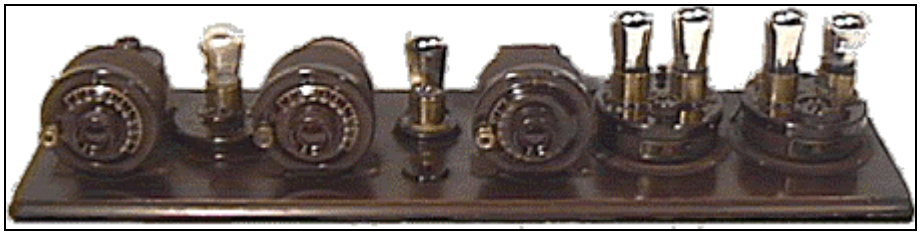


Fig. 42. Receptores de válvulas a la vista, marca Atwater Kent, modelos 10B y 12 del año 1924[108].

2. En la parte superior, cuando el mueble tiene forma de pupitre.

Fig. 43. Receptor Radiofrequenz GmbH con mueble de pupitre. Año 1926[109].

[107] Éste montaje se emplea igualmente en los receptores con una única válvula.

[108] http://www.halcyon.com/johnj/radios/BREADBD.HTM

[109] http:www.rolaa.de/sehens/radio/bilder/20/20_e.htm

3. En el interior del mueble, cubiertas con una tapa abatible[110] formando en esta caso una estructura similar a un baúl o arca en los receptores cerrados.

Fig. 44. Receptor Telefunken 230 [111].

Fig. 45. Receptor Lumophon W 30[112].

[110] Esta tapa debe levantarse cuando el receptor se encontraba en funcionamiento con el fin de permitir la eliminación del calor generado por el filamento de las válvulas.

[111] Con *escala parlante.*http:www.rolaa.de/sehens/radio/bilder/30/30_e.htm

En todos los casos, sobre la parte frontal y las dos laterales se disponen el interruptor de alimentación, los distintos elementos de control de sintonía, de volumen, el conmutador de ondas, los *puertos* de antena, de tierra, salida de altavoz, entrada de alimentación y para los distintos juegos de bobinas.

En los receptores de radiodifusión sonora fabricados durante la década de los años 20 y primeros 30, es usual la fabricación de muebles con puertas que deben abrirse a la hora de poner en marcha el receptor, de forma que ocultan completamente las válvulas y algunos dispositivos de éste cuando se cierran. Incluso, en los muebles en forma de arcón, la tapa superior abatible puede cerrarse con llave, como es el caso de los siguientes:

[112] Fabricación alemana. Año 1930. De la colección particular de Francisco José Montes Fernández.

Tabla 7. Receptores con tapa superior abatible

Marca	Modelo	País de origen	Año de fabricación
Marconi	Magnus R.T.M. 025	Italia	1922
Marconi	Magnus R.T.M. 225	Italia	1922
Ducretet	RM 7	Francia	1924
Mende	E 52	Alemania	1927
Telefunken	9 W	Alemania	1927
Telefunken	31 GA	Alemania	1927
Philips	2514	Holanda	1928
Telefunken	9	Alemania	1928
Philips	2531	Holanda	1930
Telefunken	31 GA	Alemania	1930
RCA	Radiola 17	U.S.A.	1937

Esta disposición en arcón o baúl fue utilizada ampliamente por Telefunken y especialmente por Philips en sus receptores distribuidos durante la década de los 30. A la vista de la documentación original de Philips analizada se han localizado muchos modelos que se ajustan a estas características. De ellos se han seleccionado los que incluye la tabla siguiente, distribuidos entre los años 1928 y 1933.

Tabla 8. Receptores con tapa superior abatible fabricados por Philips.

Modelo	Año de fabricación.
2511	1932[113]
2514	1928
2517	1931
2531	1931
2532	1931
2533	1932
2534	1933
2553	1931
2802	1932

Al hablar de los receptores *sin mueble* se hace referencia a tres tipos:

1. Los aparatos sin válvulas o de galena montados sobre distintas bases que no se consideran como muebles propiamente dichos[114].

[113] Estos datos corresponden a la documentación original Philips. Algunos autores como JULIÀ ENRICH y FAUSTO CASI dan como fecha el 1929.

[114] Por sus peculiaridades, se hará referencia posteriormente a los diseños específicos para los receptores de galena en el apartado dedicado a los diseños especiales.

Fig. 46 Receptores de galena.[115]

[115] Ambos en http:www.rolaa.de/sehens/radio/bilder/detktot/detekt_e.htm

2. Aquellos con una o dos válvulas que por su sencillez permiten montar todos sus elementos directamente sobre un pequeño soporte abierto.

Fig. 47. Receptor Loewe monovalvular, con altavoz independiente.

3. Receptores especiales dispuestos sobre chasis niquelados con todos los elementos a la vista. Son similares en su aspecto a los actuales amplificadores de alta fidelidad a válvulas que generalmente no van montados en el interior de ninguna estructura, o al menos esta es tan sencilla que no puede ser calificada como mueble, sino simplemente como soporte estructural.

Fig. 48. Receptor con chasis múltiple niquelado, sin mueble. Sección sintonizadora.[116].

Fig. 49. Receptor con chasis múltiple. Sección amplificadora.

2.3.1.2. Receptores con altavoz incorporado.

La disposición más usual de los radiorreceptores de radiodifusión sonora a válvulas es aquella que incluye en un mismo mueble el altavoz y el resto de componentes del receptor.

[116] Receptor de catorce válvulas, con chasis doble cromado. Sin marca, probablemente montado por un particular. La estructura de la izquierda corresponde al sintonizador y la de la derecha a la fuente de alimentación y al amplificador de baja frecuencia. http://cpu.net/classicradio/wood_radios2.html

El receptor como tal puede constituir por si solo un mueble independiente en el caso de los que se han denominado receptores *de consola*, o bien ser de sobremesa.

2.3.1.2.1. Receptores con mueble de consola.

Durante los primeros años de la década de los 20, los receptores comenzaron a montarse en estructuras similares a las utilizadas para gramófonos. No obstante, los muebles del receptor rápidamente adoptaron formas propias características.

En el caso de los receptores *de consola*[117], ésta es un conjunto independiente de madera generalmente tallada, barnizada o pulimentada, que puede colocarse en cualquier lugar como un elemento decorativo más.

Aunque su utilidad principal consiste en permitir el montaje simultáneo del receptor con algún elemento de los que en el presente estudio se denominan *periféricos*, tales como pletinas de cinta magnética o platos giradiscos (en cuya caso al conjunto se le denominaba *radiogramola*), también se montaron consolas destinadas a contener exclusivamente el receptor. Este último caso corresponde a los aparatos de este tipo mas antiguos (hasta 1938 aproximadamente). En ellos el chasis sobre el que se monta el receptor no difiere en su diseño técnico de los restantes aparatos de sobremesa. De hecho, en ocasiones un mismo modelo se montaba sobre distintos muebles, como es el caso de la figura siguiente en la que claramente puede distinguirse un receptor superheterodino RCA modelo B Ultramar del año 1934 en su parte central. Su inclusión en un mueble de tipo consola permite la adaptación de altavoces de mayor diámetro, capaces de proporcionar mayor calidad de audición, especialmente en lo referente a la reproducción de frecuencias bajas o tonos graves.

[117] También conocidas como *radios de suelo.*

Los mandos del receptor y el dial (en forma de ventanilla o con aguja giratoria) aparecen generalmente en el tercio superior del frontal del aparato, mientras que en la parte inferior se coloca el o los altavoces, ocultos tras una tela acústica en un frontal de madera.

La incorporación de los platos giradiscos a los muebles de consola supuso variaciones en el diseño del mueble. En un principio, los platos giradiscos se colocan ocultos bajo la tapa superior abatible, de manera similar a los diseños de las gramolas[118], de manera que el chasis se dispone como en el caso anterior, y los mandos aparecen en el tercio superior del frontal[119].

[118] Se denomina así a los primeros reproductores de discos cuyo plato giradiscos en lugar de ser accionados por una cuerda como es el caso de los gramófonos, giraban por la acción de un motor eléctrico, y además sustituían la cápsula fonocaptora de diafragma por una electromagnética, que producía una corriente eléctrica que se inyectaba a un amplificador de baja frecuencia

[119] Algunas marcas como RCA, en su modelo 141 E fabricado en 1935 mantenían la tendencia mencionada de incorporar un receptor de sobremesa en una consola con giradiscos. De hecho, en su frontal aparece claramente la silueta del modelo Oceanic de 1934.

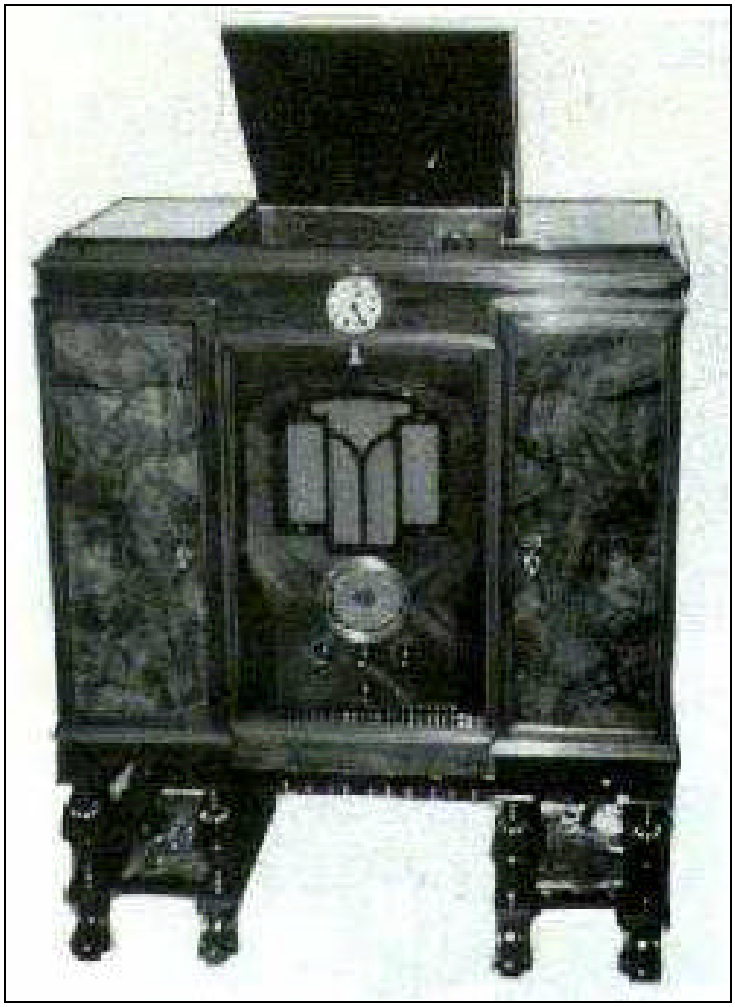


Fig. 50. Receptor de consola RCA modelo 141 E.

Las consolas, al no existir las limitaciones de espacio del mueble de un aparato de sobremesa, permiten el montaje de receptores de gran número de válvulas y en consecuencia de gran calidad, por lo cual los más importantes fabricantes pusieron a la venta sus modelos de gama alta montados como radiogramolas en muebles de consola, con etapas amplificadoras de baja frecuencia de gran potencia y altavoces de 8 a 16”.

Aunque las formas externas de las radiogramolas de consola variaron durante los años 30 y 40, la estructura básica se mantuvo, con el predominio de la

verticalidad, plato giradiscos colocado bajo la cubierta superior abatible y mandos del receptor en el frontal[120].

La aparición de los discos microsurco en la primera mitad de la década de los años 50 supuso el cambio de los anteriores platos giradiscos por otros adecuados a la reproducción de este tipo de discos; tales *fonochasis* van adaptados la reproducción de los nuevos discos microsurco, incluyen un sistema de cambio de velocidad de giro ajustable a 16, 33 $^{1}/_{3}$ o 45 r.p.m. y una aguja de diamante o zafiro al efecto, además de una cuarta velocidad (78 r.p.m.) y una segunda aguja de mayor tamaño para reproducir los discos de pizarra preexistentes[121] e incluso en los modelos de gama superior, cambiadiscos automáticos para ocho o diez discos. Es posible localizar diseños de consolas funcionales, como el Telefunken Wagner, con cambiadiscos automático, que muestra la figura siguiente, comercializado en 1954:

[120] Tal es el caso de los Marelli L'Aedo y Calipso, fabricados en Italia en 1932, o del Imca IF 82 de 1936.

[121] El modelo Wagner, de Telefunken es un receptor de consola, con fonochasis cambiadiscos automático para discos de 17, 25 y 30 cm de diámetro, tres velocidades, en madera de nogal con mueble bar y discoteca. Sus dimensiones son 1.150 x 950 x 470 cm, y su peso aproximado 40 kg.

Fig. 51. Publicidad de la radiogramola Telefunken Wagner.

Estos fonochasis presentan además la ventaja de ser mucho más ligeros que los anteriores por dos razones:

1. Porque el peso del brazo que soportaba la cápsula reproductora debe limitarse a un máximo de 4 gramos, frente al peso muy superior necesario para accionar las anteriores cápsulas fonocaptoras con agujas de acero desechables.

2. Porque el motor necesario para hacer girar el plato es en consecuencia de tamaño y peso notablemente inferior.

Todo lo anterior permitió introducir variantes a la hora de su colocación, tanto en la consola como en el mueble de otros receptores de sobremesa como se verá posteriormente. Así, además de colocarse sobre la parte superior del mueble, bajo la cubierta abatible, comenzaron a montarse en el frontal, por encima o por debajo del chasis del receptor, debidamente cubiertos por una tapa frontal abatible.

Fig. 52. Radiogramola Philco, con cambiadiscos automático, montada en mueble de consola de frontal abatible[122].

Durante la segunda mitad de los años 50 comenzaron a popularizarse los conmutadores de onda por teclado y por pulsadores. Los aparatos de consola los incluyeron, y ello supuso otra importante innovación: los muebles (que hasta ese momento eran de líneas predominantemente verticales) comenzaron a amoldarse a

los nuevos diseños del mobiliario de la época y adoptaron además líneas horizontales; las nuevas consolas llevaban montados sobre la misma horizontal el receptor, el plato giradiscos y los altavoces, a modo de caja a la que se adaptaban cuatro patas de unos 50 cm de longitud.

El conjunto se disponía bien sobre el frontal, el chasis y el fonochasis junto a él cubierto por una tapa articulada, oculto bajo la tapa superior, o ambos bajo una única tapa superior abatible, y el altavoz en uno de los laterales.

Fig. 53. Radiogramola RCA[123].

[122] Se trata de un receptor que ha sido reparado, ya que puede observarse en la figura de la derecha que el fonochasis no corresponde a la época sino que es un cambiadiscos de los años setenta. http://www.members.aol.com/djadamson3/tube40f.html

[123] http://www.members.aol.com/djadamson3/tube40f.html

La aparición de los receptores de televisión durante la década de los años 50, condujo al diseño en Europa y América de receptores de consola que incluyen, además del sistema de televisión, un receptor de radio, un fonochasis e incluso un magnetófono de cinta en un único conjunto. Técnicamente se utiliza un único amplificador de baja frecuencia para todas las fuentes sonoras[124].

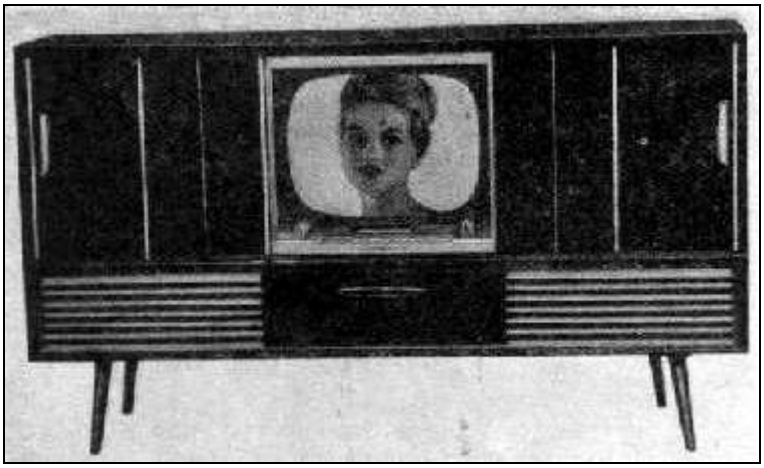


Fig. 54. Radio gramola-televisor Loewe estéreo del año 1959.

La fabricación de este tipo de radiogramolas no cesó con la desaparición de los receptores de válvulas. Gründig diseñó consolas de este tipo hasta finales de los años 70. En este caso, los receptores son transistorizados, con fonochasis cambiadiscos automáticos, amplificadores estereofónicos y dos sistemas de altavoces en el frontal del mueble. El conjunto quedaba oculto bajo la tapadera superior de la consola. Incluyen además una pletina de cassette e incluso algún armario frontal situado entre los dos sistemas de altavoces que se puede utilizar como discoteca o mueble bar.

[124] Siemens fabricó un combinado de este tipo que incluye un receptor de televisión, receptor de radio y fonochasis estereofónico, el PF 11, en 1959. El televisor iba colocado en la parte derecha del frontal, y en la izquierda, ocultos bajo dos tapas abatibles el fonochasis (en la parte superior) y el radiorreceptor (en la parte inferior). Los altavoces se colocan tras una rejilla colocada en la parte inferior.

2.3.1.2.2. Receptores de sobremesa.

Estos tipos de receptores son los más habituales. Su tamaño y forma son muy variados y están en relación directa con sus características técnicas.

A la vista de la bibliografía consultada, se establece una clasificación basada en el tamaño[125] que permitirá distinguir entre cinco tipos básicos:

1. **Receptores de gran tamaño**, que son aquellos con una dimensión máxima igual o superior a 60 centímetros
2. **Receptores de tamaño medio**, denominados en su época midgets, cuya dimensión máxima está comprendida entre 60 y 20 centímetros.
3. **Receptores de pequeño tamaño**, con dimensiones máximas entre 20 y 12 centímetros.
4. **Receptores miniatura**[126], con dimensión máxima inferior a 12 centímetros.
5. **Receptores de bolsillo**, cuyo tamaño, peso y diseño les permiten ser considerados como tales.

Es preciso tener en cuenta que, en general, el tamaño no se encuentra en relación directa con el número de válvulas ni con el diámetro del altavoz. Un elevado número de válvulas, especialmente si éstas son voluminosas, condiciona, en efecto, un tamaño grande del mueble del receptor; sin embargo, es posible

[125] Al hablar de tamaño referiremos al valor correspondiente a la dimensión máxima (longitud, anchura o altura) del mueble que contiene el receptor.

[126] Cuando se haga referencia a receptores de radiodifusión sonora transistorizados, se reservará el término *miniatura* a los receptores cuyo tamaño no supera los 2 x 3 cm.

encontrar radios de gran tamaño con únicamente cinco válvulas, e incluso receptores de pequeño tamaño con el mismo número de éstas.

El tamaño del mueble sí que está en función directa con el tamaño del altavoz. Así, se han localizado receptores con idéntico diseño electrónico e incluso con el mismo chasis, que se montaron tanto en muebles de tamaño medio como de gran tamaño debido a que en el primer caso incorporaban un altavoz de 6” y en el segundo de 8”.

Otro aspecto que condiciona el tamaño del receptor es la presencia o no en su chasis del transformador de alimentación:

1. Los receptores diseñados para su funcionamiento exclusivo con corriente alterna son receptores de gran tamaño o de tamaño medio.

Fig. 55. Receptor de sobremesa de tamaño grande Vica 700[127].

[127] Receptor legado por la familia Guillen Costa a la colección particular del autor.

El receptor de sobremesa Invicta 240 tiene la peculiaridad de llevar el dial abatible en su parte superior, actuando como cubierta. El cristal del dial es el de mayores dimensiones fabricado en España para un receptor de válvulas.

Fig. 56. Receptor Invicta 240[128].

2. Tras la aparición de las válvulas de pequeño tamaño[129], los receptores que en el presente trabajo se denominan *de alimentación indistinta* se montaron tanto en muebles de tamaño grande como pequeños.

[128] Donado por la familia Guillen Costa a la colección del autor.

[129] Especialmente las válvulas con zócalo Rimlock de la serie U

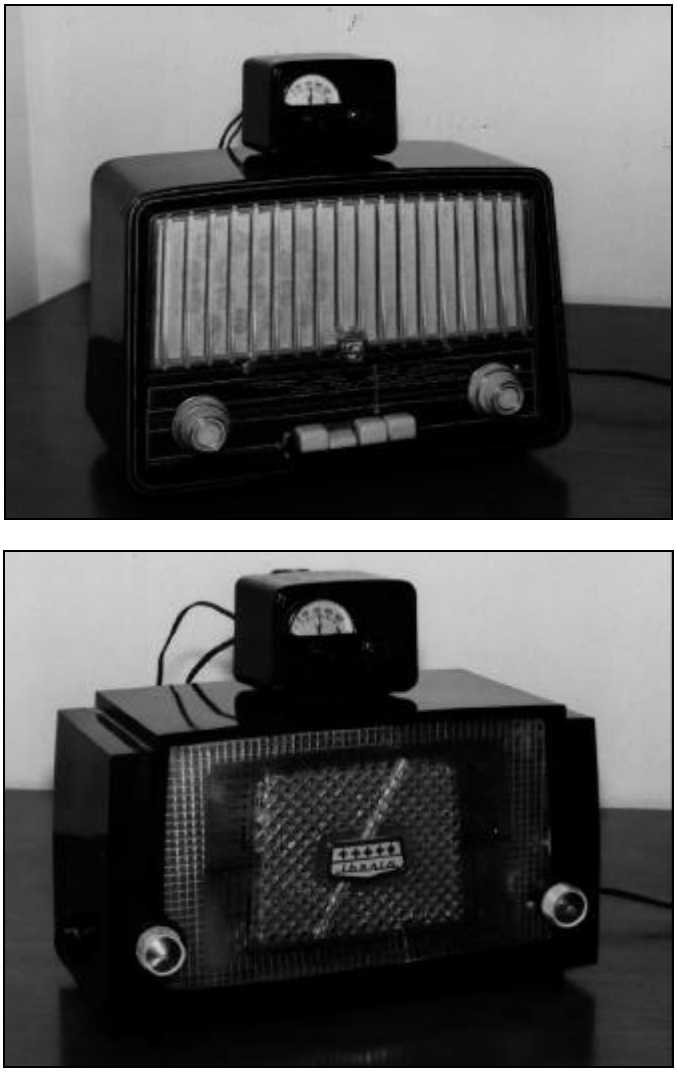


Fig. 57. Receptores de alimentación indistinta de tamaño medio, marcas Iberia y Philips[130].

Como se indicó con anterioridad, es posible hablar de *modas* en el campo del diseño exterior de los receptores. Tras la comercialización de los que se denominaron popularmente *receptores de capilla*, se produjo un marcado incremento en la demanda de los receptores de formas rectangulares; por ello los fabricantes diseñaron muebles de este tipo en cuyo interior montaron las existencias de los receptores anteriores.

[130] Colección del autor.

2.3.1.2.3. Receptores de sobremesa de formas rectilíneas.

Al hablar de formas se hace relación al tipo de líneas que predominan en el diseño exterior del receptor, ya sean rectas o curvas. En este primer caso, las líneas dominantes son rectas, lo cual no implica que no exista otro tipo de líneas distinto; lo más importante en este caso es el efecto óptico que produce el conjunto.

2.3.1.2.3.1. Frontal cuadrado.

Al hacer referencia a los receptores de radiodifusión sonora montados en muebles con frontal cuadrado se incluyen tanto a los muebles cuya altura y anchura son idénticas, como aquellos cuyas dimensiones frontales prácticamente coinciden, de manera que a simple vista pueden ser considerados como cuadrados.

Son muy escasos los muebles de estas características, tan sólo algunos aparatos aparecidos durante los años 30, especialmente en Inglaterra, Alemania, Italia y en el mercado americano. De ellos, el más conocido es el modelo 411 de la firma Emerson, de dimensiones 19 x 19 x 14 cm, aparecido en 1933 que incluye grabados de un conocido personaje de los dibujos animados, el ratón Mickey, tanto en sus paredes laterales como en el frontal, sobre la tela acústica del altavoz.

Fig. 58. Receptor Emerson con la figura del ratón Mickey[131].

Otro receptor, también americano del año 1934 es el Crosley 6H1, de frontal aproximadamente cuadrado (33 x 35 cm). De producción inglesa es el Stright Two fabricado en 1931, o el PYE modelo QBY del mismo año.

[131] http://www.members.aol.com/djadamson3/tube30w.html

Fig. 59. Receptor Stewart Wagner, de frontal cuadrado, con altavoz superior.

Los modelos más conocidos de este tipo fueron los denominados *receptores populares* alemanes, con los que en su momento el gobierno alemán contribuyó a la difusión de la radio en su territorio nacional durante la década de los años 30, como el D.K.E. fabricado en 1938, los correspondientes *Radio Balilla* italianos basados en los anteriores, como el Magadyne fabricado en Italia en 1935 y el fabricado por la C.G.E. (Compañía General de Electricidad) del tipo 650 en 1937.

Fig. 60. Receptor Popular Italiano[132].

Los receptores populares alemanes, como el Schaub modelo D.K.E. (siglas de Deutscherkleineinempfanger) tienen un frontal de dimensiones 24 x 24 cm de frontal y 13 cm de fondo, con dos botones de mando, para volumen y cambio de onda (OM y OL), y un limbo semicircular transversal graduado colocado entre ambos para la sintonía. El mueble es de baquelita negra y lleva en el frontal el altavoz oculto bajo la tela acústica circular y el símbolo imperial.

[132] Propiedad de Jovanna Costa.

Fig. 61. Receptor Schaub D.K.E. del año 1938[133].

Similar a éste es el Siemens tipo Kleinemphanger K del año 1945. El frontal, como el anterior, lleva el altavoz recubierto por una tela acústica cuadrada y un conmutador deslizante situado en su lateral izquierdo. El mueble es de madera de 25 x 26 cm de frontal y 14 cm de fondo.

Los receptores populares italianos, en general llevan dos botones de mando, situados en el tercio inferior del frontal, debido a la ausencia del conmutador de ondas, pues no funcionan más que en la gama de ondas medias.

[133] http:www.rolaa.de/sehens/radio/bilder/30/30_e.htm

Sobre la tela acústica que cubre el altavoz aparece en forma de rejilla metálica cromada el nombre Radiobalilla. Como dial se coloca un limbo semicircular graduado sobre el botón de mando izquierdo, que lleva un saliente como aguja indicadora. El mueble es de madera barnizada.

Otros receptores con frontal cuadrado localizados en la documentación analizada son los que muestra la tabla siguiente:

Tabla 9. Receptores con frontal cuadrado.

Marca	Modelo	País	Año	Dimensiones (longitud x altura x anchura) en cm
Felice Chiappo Torino	Radioperfecta	Italia	1928	45 x 45 x 21
Emerson	411	USA	1931	19 x 19 x 14
Crosley	6H1	USA	1934	33 x 35 x 10
Philips	836 A	Holanda	1934	34 x 36 x 23
C.G.E.	650 Radiobalilla	Italia	1937	31 x 33 x 21
Schaub	D.K.E.	Alemania	1938	24 x 24 x 13
Murphi	B 97	Gran Bretaña	1945	43 x 41 x 26
Siemens	S75	Alemania	1945	25 x 26 x 14

Un modelo especial de receptor de frontal cuadrado es el mencionado, de la marca Felice Chiappo Torino, modelo Radioperfecta, fabricado en Italia en 1928. Se trata de un receptor portátil, de maleta, de dimensiones 45 x 45 x 21 cm, de madera forrada con piel y asa de transporte. El receptor lleva en el tercio superior de su frontal una puerta abatible hacia arriba que oculta los botones de mando (dos condensadores de sintonía y el control de volumen e interruptor).

2.3.1.2.3.2. Con frontal rectangular y predominio de la verticalidad.

Este tipo de receptores tuvo su máxima difusión durante los primeros años de la década de los 30, aunque también en los años 50 aparecieron algunos de pequeño tamaño que pueden considerarse como tales, pese a que no sea posible aplicarles las características esenciales en este tipo de receptores, ya que es la sección de su frontal es su única característica común.

Receptores prototipos de esta categoría son el modelo 137 de La Voz de su Amo, distribuido en el mercado español en 1935 (réplica técnica del correspondiente RCA 143 que se someterá a análisis posteriormente) y el RCA 104. Se trata de receptores de líneas sobrias, con ángulos vivos. En la mitad inferior de su frontal van los botones de mando y un dial de aguja giratoria sobre un limbo circular - como en el caso mencionado - o bien rectangular con aguja de desplazamiento vertical u horizontal según los casos, dispuestos simétricamente respecto a un eje vertical. En algunos casos llevan indicador visual de sintonía.

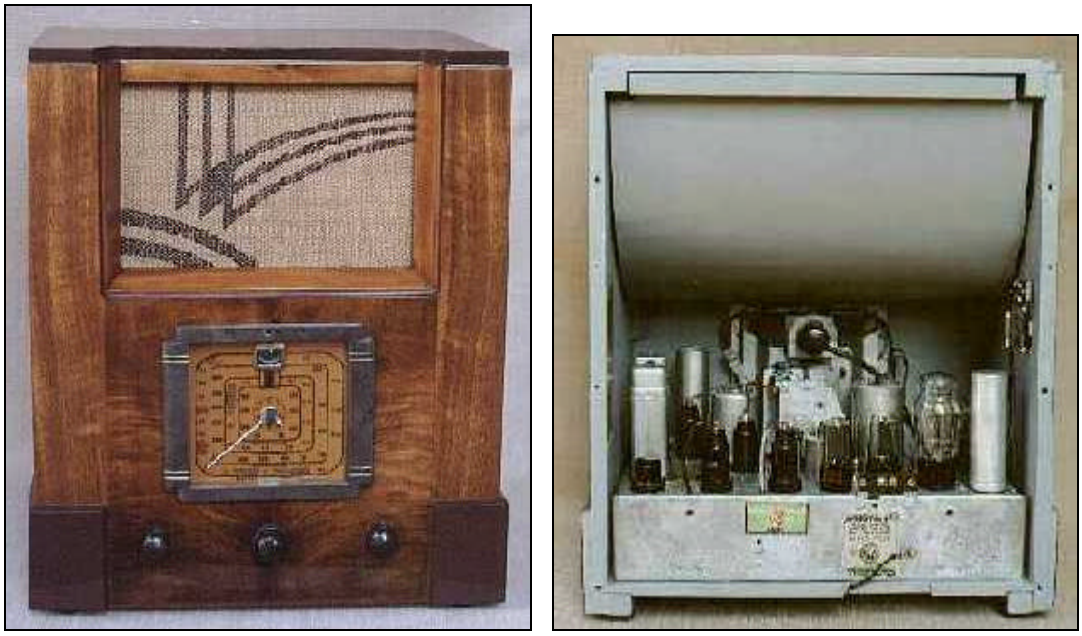


Fig. 62. Receptor RCA 104. Vistas frontal y posterior.

El altavoz permanece oculto tras la tela acústica correspondiente dispuesta en círculo o en un recorte rectangular.

De tal estructura surgen distintas variaciones, como pueden ser las esquinas romas, la parte superior con dos o tres niveles de altura bien planos o ligeramente curvados), apliques metálicos o de marquetería sobre la tela acústica, diales de ventanilla, ausencia de mandos en el frontal (en cuyo caso se colocan sobre uno o los dos laterales del mueble).

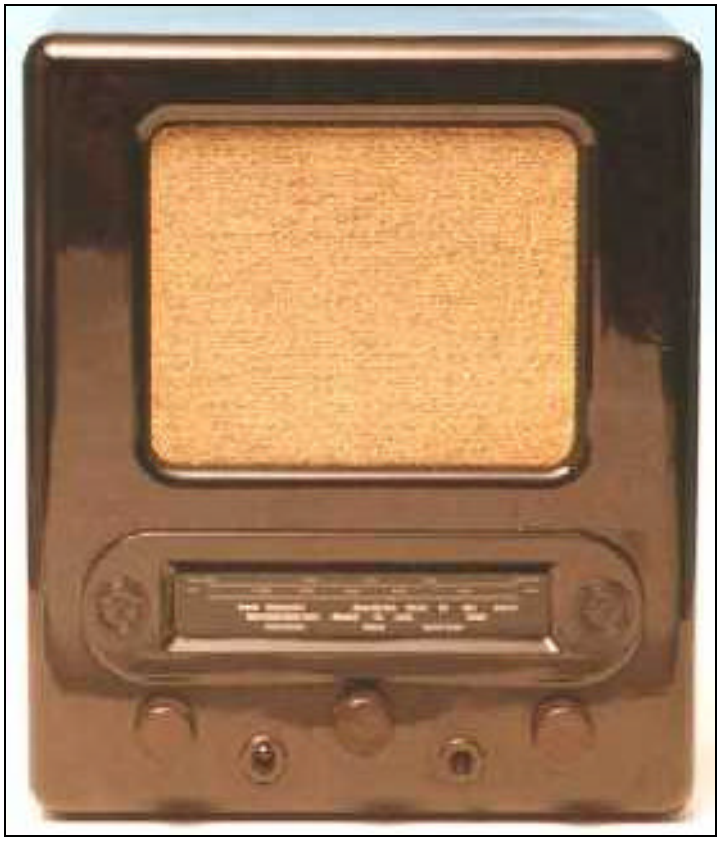


Fig. 63. Receptor Saba WE 301[134].

Nuevamente es preciso hacer referencia es este punto a los *receptores populares* a los que se hizo mención, ya que su forma también se ajusta en algunas

[134] Receptor Popular del año 1933. http://www.rolaa.de/sehensw/radio/bilder/30

ocasiones a estos muebles de frontal rectangular. El diseño es en todo similar a los ya mencionados, y tiene las siguientes características distintivas:

1. Su altura es mayor que su longitud.
2. Sus líneas son muy sencillas, predominantemente rectas.
3. Llevan dos o tres botones de mando en el frontal, correspondientes a volumen, sintonía y cambio de onda.
4. Los diales tienen formas de ventanilla, rectangular o en limbo semicircular.

Modelos que se ajustan a estas características son el Telefunken T 72, de fabricación alemana, del año 1933, el fabricado por Undaradio modelo U 28 de 1934 y el Philips P88 de 1936, todos ellos con mueble de madera[135].

Tanto los receptores fabricados en Alemania como los italianos llevan claramente grabados en el frontal símbolos como la cruz gamada o el águila imperial, así como el nombre *Radio Balilla* o *Radio Rurale* en los receptores italianos, generalmente con letras de aluminio.

La tabla siguiente recoge algunos modelos de receptores con mueble de este tipo localizados:

[135] Estos receptores populares no se encontraban a la venta al público en general, sino que únicamente podían ser adquiridos para su uso en escuelas, círculos recreativos y entes públicos similares con el fin claramente político de contribuir a la popularización de la radiodifusión sonora durante la guerra.

Tabla 10. Receptores con frontal rectangular y predominio de la verticalidad.

Marca	Modelo	País	Año	Dimensiones (altura x longitud x anchura) en cm
Telefunken	33 WL	Alemania	1930	42 x 39 x 18
Crosley	147	USA	1932	24 x 17 x 11
Ducretet	C-7	Francia	1932	33 x 27 x 24
General Electric	A 53	USA	1932	29 x 39 x 19
Ideal Werke	VE 301 G	Alemania	1933	39 x 29 x 17
Magestic	44 B	USA	1933	29 x 21 x 15
Stewart Wagner	R-141-X	USA	1933	
Telefunken	125 WL	Alemania	1933	35 x 30 x 18
Telefunken	330 WL	Alemania	1933	33 x 32 x 23
Telefunken	T72	Alemania	1933	39 x 28 x 16
Korting	S 4340	Alemania	1934	52 x 46 x 31
Undarradio	U28	Italia	1934	50 x 40 x 25,5
Leomuza	EYB	Francia	1936	44 x 38 x 25
Mende	WK	Alemania	1936	48 x 36 x 26
Philips	P88	Italia	1936	43 x 36,5 x 19
SU.GA.	A 6		1936	47 x 43 x 27
Westinghouse	WR 100	USA	1936	27 x 21 x 14
Pilot	203	USA	1937	33 x 24 x 18
La voz de su Amo	Spec	Gran Bretaña	1939	51 x 45 x 27
Saba	330 WL	Alemania	1939	42 x 37 x 28
Siemens	S73	Alemania	1940	31,5 x 27 x 18,5
Ekco	AW 87	Gran Bretaña	1946	45 x 35 x 22

Además de estos modelos de formato grande, durante los años 50 aparecieron en los mercados europeos otros receptores de radiodifusión sonora montados en el interior de muebles en cuyo frontal rectangular predominaba igualmente la verticalidad, pero con marcadas diferencias respecto a sus predecesores.

Tales receptores son de pequeño tamaño, con una dimensión vertical máxima próxima a los 20 centímetros. Están diseñados en baquelita o en plástico y sus líneas son muy variadas.

En el caso del receptor italiano Safar modelo 527 A, el frontal incluye en su tercio superior un dial rectangular en cuyo seno se encuentra una aguja que gira 180º, y dos botones de mando situados en el tercio inferior. Entre el dial y los mandos se sitúa la rejilla vertical que oculta el altavoz circular de 4 pulgadas. De menor tamaño aún es el Telefunken 1054, de fabricación española en 1950.

El altavoz se encuentra bajo una tela acústica con dibujos a cuadros típica de la marca, y ante ella en el tercio inferior está el dial rectangular con aguja de desplazamiento horizontal. Bajo éste van dos botones de mando (el izquierdo actúa como interruptor y el derecho acciona el dial de sintonía), y en el lateral derecho un botón con forma de ala de mariposa que actúa sobre el conmutador de ondas. Existe un modelo similar con dial circular de cristal esférico.

Otro modelo característico es el Westinghouse H 124, fabricado en 1945 en Estados Unidos. Tiene la peculiaridad de llevar un asa abatible para su transporte colocada en la parte superior. El dial es una ventanilla mínima centrada en el tercio superior del frontal, En el tercio medio se colocan dos botones de mando, un tercero en el lateral derecho permite el cambio de onda. Bajo ellos, oculto bajo la tela acústica colocada tras una rejilla de barras verticales, se encuentra el altavoz.

Fig. 64. Receptores Westinghouse H 124 "nevera"[136].

2.3.1.2.3.3. Frontal rectangular y predominio de la horizontalidad.

Sin duda este tipo de mueble es el más popular en la historia de los receptores de radiodifusión sonora a válvulas en España. Se han localizado receptores con muebles de estas características de todos los tamaños, aunque con aspectos muy diversos como son:

1. La forma y situación del dial
2. La disposición de los botones de mando.
3. Presencia o no de teclados.
4. Localización del altavoz.
5. Incorporación o no de fonochasis.
6. Altavoz oculto bajo tela acústica o rejilla.
7. Material base del mueble.

[136] http://www.ntsource.com

8. Color.

9. Frontal fijo o desmontable.

10. Apliques embellecedores.

11. Presencia de elementos abatibles.

Históricamente, los primeros receptores a válvulas con mueble rectangular se asemejan considerablemente a sus precursores con altavoz independiente. Sus cajas no son más que una adaptación de las ya existentes, a las que se realiza una perforación frontal o lateral tras la cual se sitúa el altavoz, manteniendo las mismas líneas en cuanto a su diseño, ya fuese en caja abierta, con válvulas a la vista, o cerrada[137] como es el caso del Ericson HVL 127 fabricado en Suecia en 1928 o el Radiola IV que muestra la figura siguiente.

Fig. 65. Receptor Radiola IV con altavoz incorporado. Año 1923[138].

[137] Un paso intermedio fue la aparición de altavoces independientes que se acoplaban perfectamente al mueble del receptor, formando casi un cuerpo único. Telefunken realizó diseños de altavoces este tipo para sus propios receptores, como es el caso del conjunto formado por el receptor W40 y el altavoz T68A, ambos del año 1929, con muebles de baquelita del mismo color.

[138] http://www.Halcyon.com/johnj/radios/REGRCA.HTM

Como puede observarse, el mueble del receptor es en todo semejante al típico diseño de arcón de los anteriores aparatos con altavoz independiente. En la parte izquierda del frontal aparecen los dispositivos de control, que pueden ocultarse con una puerta abatible horizontalmente, y en la parte derecha se oculta el altavoz tras una tela acústica; la perforación del altavoz va decorada con un diseño de marquetería que se reproduce en la parte posterior de la puerta de manera que, cuando ésta se abre, produce una sensación óptica de simetría, que deja en el centro el cuadro de mandos del receptor.

A partir de 1931 comienzan a aparecer receptores con altavoz incorporado que los coleccionistas denominan *de la serie americana*. Se trata de aparatos de tamaño medio y pequeño, de una longitud próxima a los 30 cm, fabricados en madera, metal o baquelita. Sus características más importantes se recogen en la lista siguiente:

1. Van montados en un mueble de frontal rectangular.
2. En el centro del frontal se encuentra el altavoz, de unas 5 pulgadas.
3. El altavoz se oculta tras la tela acústica y la perforación se decora con dibujos de marquetería.
4. Los botones de mando se colocan simétricamente a ambos lados del altavoz y a la altura de su centro.
5. Llevan dos botones de mando, uno para el volumen e interruptor (a la izquierda) y para la sintonía (a la derecha), aunque pueden llevar un tercero para la conmutación de ondas, bien en el frontal o en la parte posterior del aparato.
6. El dial es escala graduada, que puede ir solidaria con el eje del botón de sintonía (en cuyo caso gira tras una ventanilla en la que aparece

un punto de referencia), o fija, en cuyo caso el mismo botón de sintonía lleva una muesca que actúa como aguja indicadora.

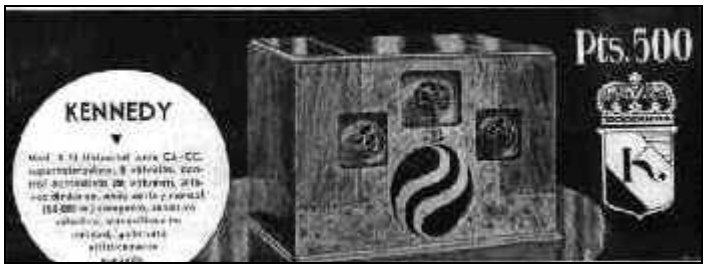


Fig. 66. Publicidad de los receptores Kennedy serie americana, del año 1934

La lista siguiente muestra algunos receptores de la serie americana localizados:

Tabla 11. Receptores de la serie americana.

Marca	Modelo	Año de fabricación
American Bosch	500	1930
Casademunt	OR-MI	1935
Colonial	250	1935
Crosley	163	1931
Crosley	Travo	1932
Magic	5	1931
Pilot	93	1935
RCA	102	1935
Zenith	705-5	1935

Tanto en España como en el resto de Europa, la línea predominante en los receptores hasta la década de los 40 no es la horizontal. Es posible encontrar algunos aparatos de radio montados en muebles horizontales con el mismo chasis que otros modelos de la misma marca realizados en muebles con líneas verticales. En ellos el frontal aparece claramente dividido en dos partes una de ellas contiene los mando y el dial, idéntica en su estructura al correspondiente modelo de mueble vertical, y a uno de sus lados, el altavoz oculto bajo tela acústica.

Estos diseños comenzaron a popularizarse a partir de los años 40. En ese momento ya se había aceptado internacionalmente el superheterodino con mando de sintonía único, por lo que el receptor lleva como mínimo dos botones de mando: uno correspondiente al interruptor y control de volumen, y el otro acciona el dial de sintonía.

Otros modelos, en función de su complejidad, añadían sistemas de control de tono, cambio de ondas por conmutador rotativo, deslizante o por botonera, diales múltiples y abatibles, compartimentos para fonochasis en el caso de radiogramolas, asas para transporte, así como sistemas con más de un altavoz incorporado, para audición mejorada o estereofónica.

Durante los años de la década de los años 40 los receptores con frontal rectangular horizontal adoptaron formas simples. En el frontal aparecen básicamente dos botones de mando, sencillos o dobles, aproximadamente uno a cada lado del cristal del dial, igualmente rectangular. Sobre ambos, oculto tras la tela acústica, se sitúa el altavoz.

Dada la extensa variedad de receptores de este tipo, pues a ella corresponde la inmensa mayoría de receptores de válvulas, resulta difícil establecer una descripción válida para todos ellos. No obstante si que es posible enunciar las distintas posibilidades que pueden darse a la hora de la colocación de los distintos elementos esenciales del receptor, tales como diales, altavoces y botones de mando:

1. Aspectos relativos al dial:

   - Lo más usual es que éste sea un cristal o material plástico rotulado.

   - Puede ser circular, rectangular, cuadrado o de formas irregulares.

Fig. 67. Receptor Philips BE 382-A, con dial circular[139].

Fig. 68. Receptor Philips BE 662-A con dial rectangular horizontal[140].

[139] Es del tipo *tándem flotante*. Colección del autor.

[140] Es un modelo del tipo Bi Ampli, con doble paso de salida y dos altavoces. Colección del autor

Fig. 69. Receptor hecho a mano, con dial cuadrado[141].

✍ Existen diales fijos, en cuyo caso se mueve la aguja por detrás o por delante de ellos, o móviles, con la aguja fija.

[141] Se trata de los B1 E 82-U y B1 E 92-U. Son dos receptores Philips de diseño muy similar. El primero de ellos es totalmente de baquelita, con frontal pintado; el dial aparece serigrafiado sobre un disco de aluminio con fondo marrón. La aguja indicadora se encuentra sobre un segundo disco transparente que gira por acción del botón de sintonía, mientras el segundo lleva un frontal plástico desmontable y la aguja del dial iluminada, y el dial aparece sobre el dispositivo giratorio. Colección del autor.

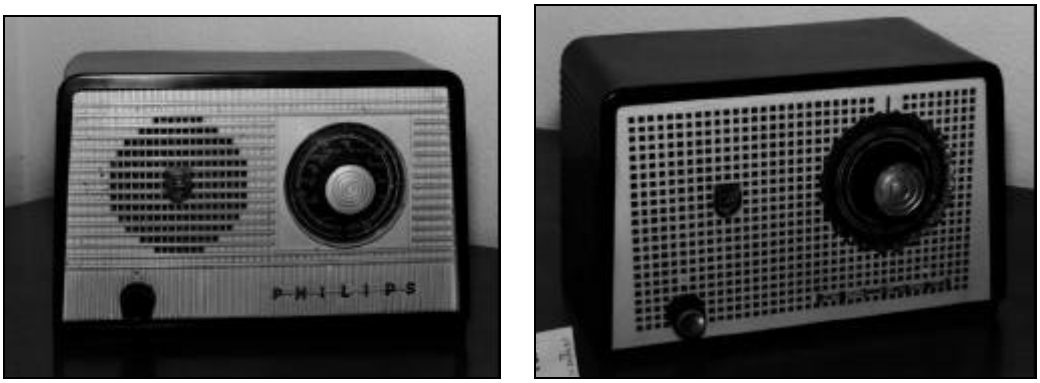


Fig. 70. Receptores Philips con dial fijo y aguja móvil, y con dial móvil y aguja fija[142].

- Está iluminado, salvo en receptores de tamaño pequeño.
- Puede ubicarse en distintos lugares, dependiendo de su forma: los diales marcadamente rectangulares pueden colocarse horizontal o verticalmente de las formas siguientes:
- Horizontalmente, entre los botones de mando, que se colocan simétricamente a ambos lados del dial, sobre los botones de mando (en la parte inferior, media o superior del frontal), o en la parte superior del mueble, siendo muchas veces, en este último caso, abatible.

[142] Colección del autor.

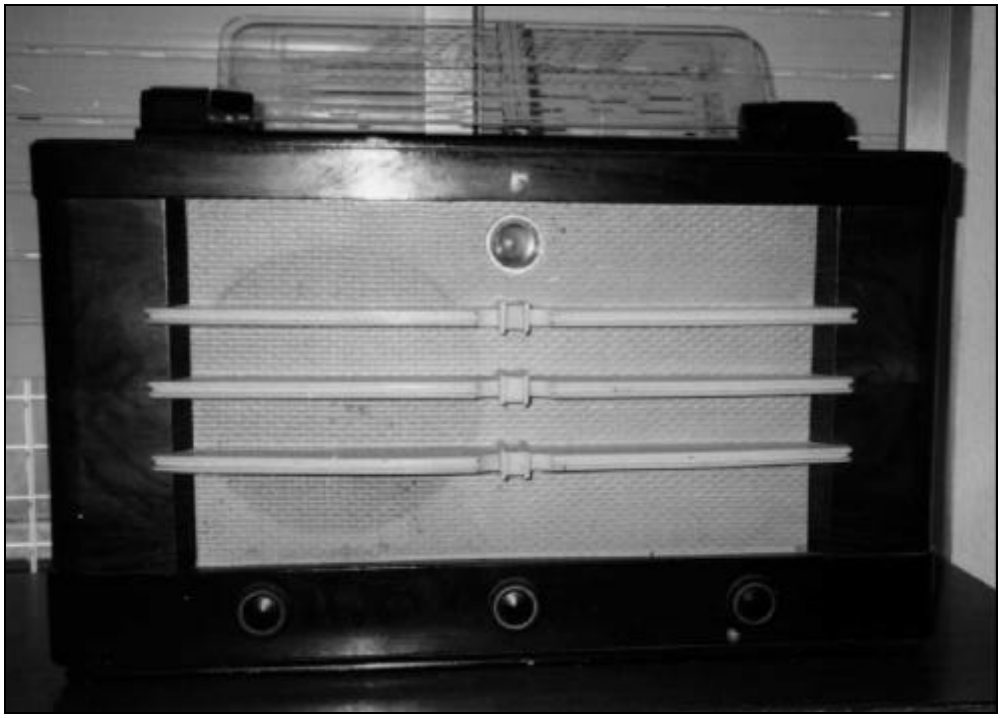
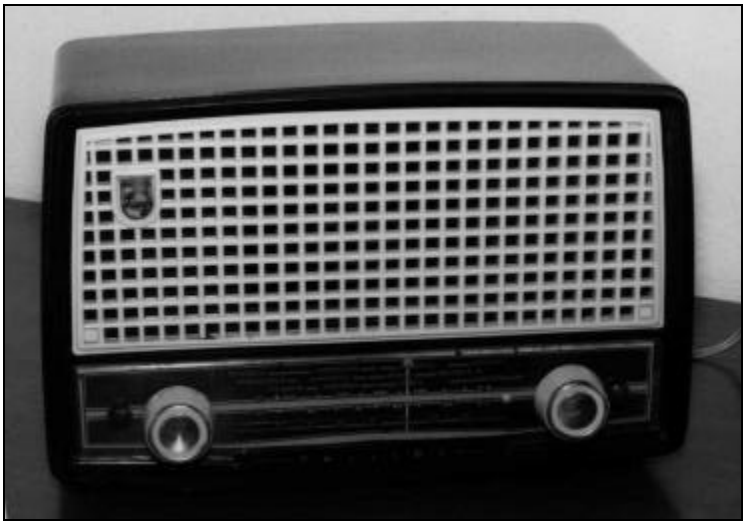


Fig. 71. Receptores Philips con dial superior[143].

[143] En los dos el dial es de cristal transparente, con los nombres de las estaciones y frecuencias serigrafiadas en blanco. La iluminación es lateral. Colección del autor.



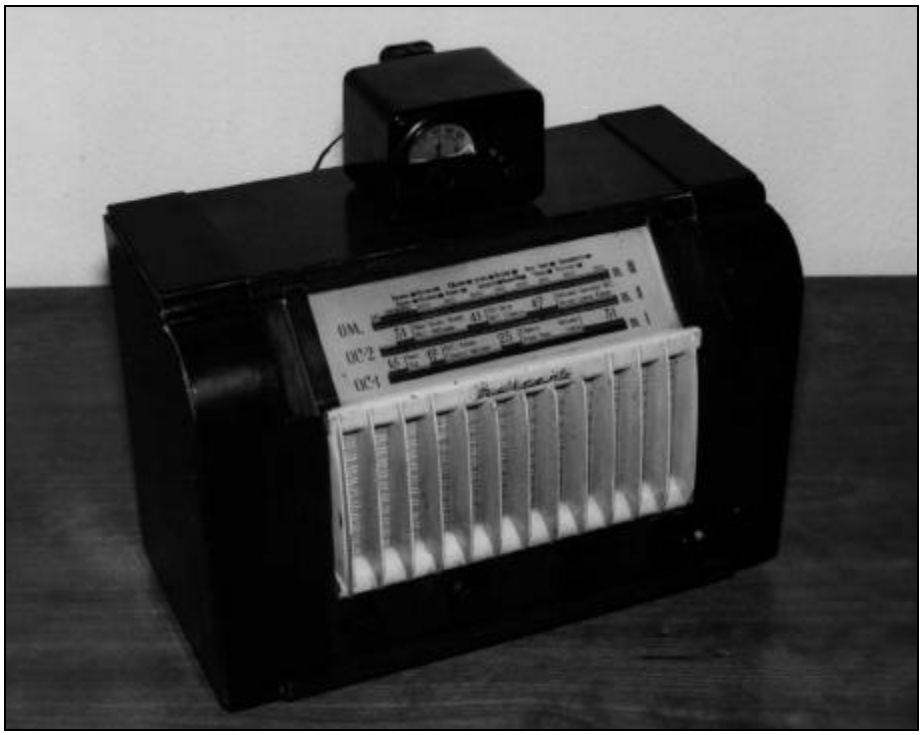


Fig. 72. Otras disposiciones del dial horizontal[144].

- Verticalmente en la parte derecha, izquierda o central del frontal. En ocasiones puede ser múltiple.

[144] Receptores Philips BE 262 U (Colección del autor) y Marconi (reparado por el autor en Noviembre de 1998)

Fig. 73. Receptores con distintas ubicaciones del dial.

✍ Los diales cuadrados o circulares van colocados en la parte izquierda, central o derecha del frontal; los circulares pueden ser móviles Es el caso del receptor Jumper de la figura. El dial es una corona circular que gira 180º solidariamente con la rejilla de baquelita que oculta el altavoz. La gama de ondas sintonizada se indica con lámparas piloto de tres

colores: amarillo (OM), Rojo (OC-I) y azul (OC-II). Salvo en casos especiales, su colocación condiciona la ubicación del altavoz.

Las figuras siguientes muestran las tres disposiciones más usuales del dial en receptores de sobremesa de tamaño grande.

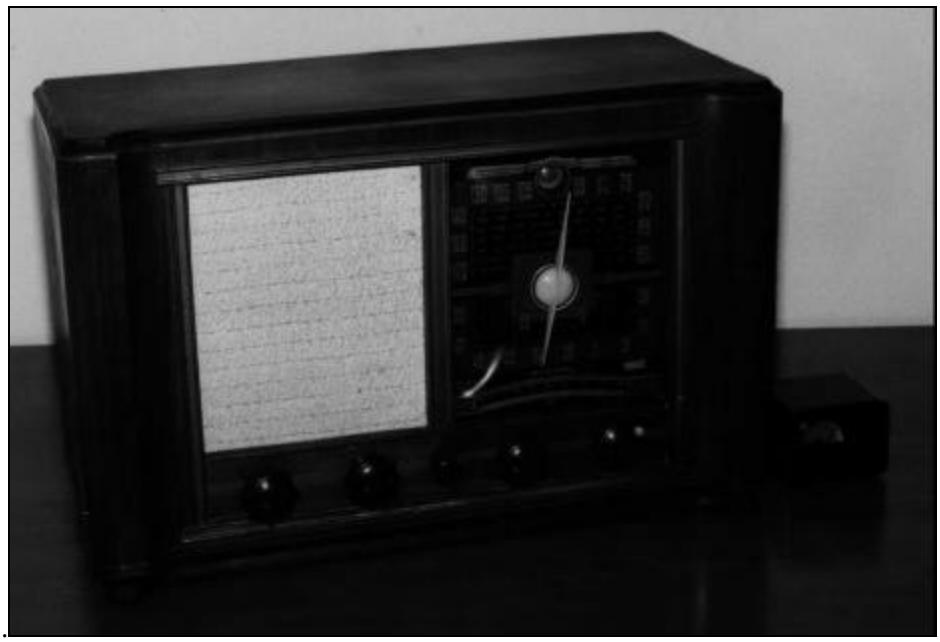


Fig. 74. Receptor Inter Horizonte Coral[145].

Es igualmente usual la disposición del dial en horizontal, con los botones de mando de volumen y sintonía a los lados. Es una de las disposiciones más habituales empleadas por Telefunken.

[145] Este receptor incorpora un sistema de dial denominado *Radarik* consistente en una segunda aguja que se desplaza sobre un dial auxiliar horizontal sobre una escala graduada en cien divisiones, especialmente útil para la sintonía de estaciones de onda corta. Colección del autor.

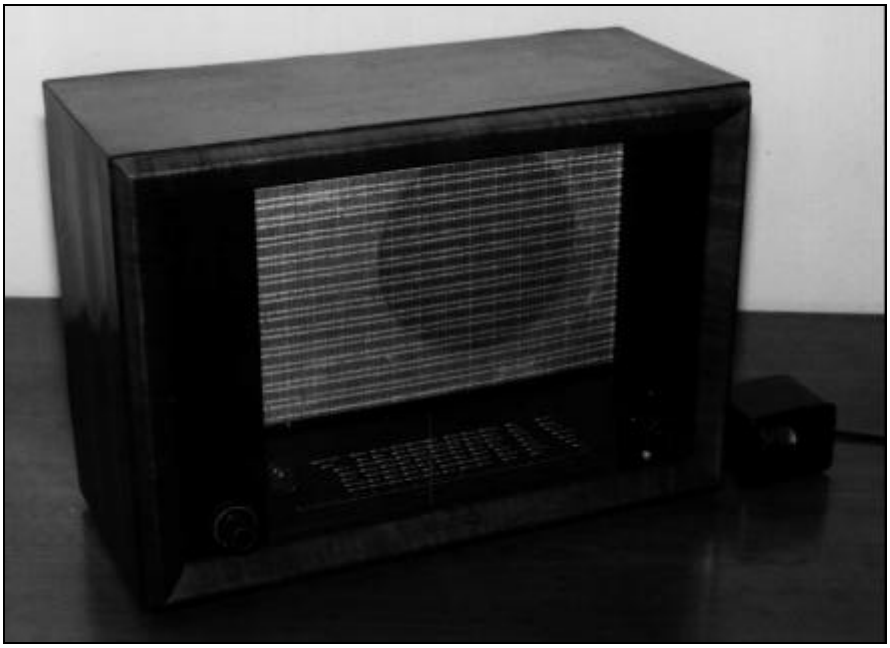


Fig. 75. Receptor Telefunken Cruz del sur[146].

Los diales circulares suelen ser fijos, especialmente en los receptores de sobremesa de tamaño grande; excepcionalmente, como en es el caso del receptor Jumper de la figura siguiente, puede ser rotatorio, en cuyo caso las agujas del dial permanecen fijas.

[146] El dial es un cristal transparente, serigrafiado con tipos de color blanco, verde y rojo correspondientes a las bandas de onda media, corta y larga respectivamente. Está iluminado lateralmente. Colección del autor.

Fig. 76. Receptor Jumper con dial en corona circular rotativo[147].

✍ Los diales irregulares no tienen una ubicación característica. En ocasiones son planchas de material plástico, colocados delante del altavoz, perforadas debidamente para dejar pasar el sonido. En otras el dial consiste en un botón de mando sobre el cual van marcadas las frecuencias correspondientes. En muchos casos, las indicaciones van serigrafiadas con pintura fluorescente, especialmente en los aparatos de pequeño tamaño que se colocaban en las mesillas de noche, con el fin de facilitar la sintonía nocturna.

[147] Este receptor Jumper hecho a mano, tiene un dial en forma de corona circular giratoria. En su centro se encuentra la rejilla del altavoz, que gira solidariamente con ella. Colección del autor.

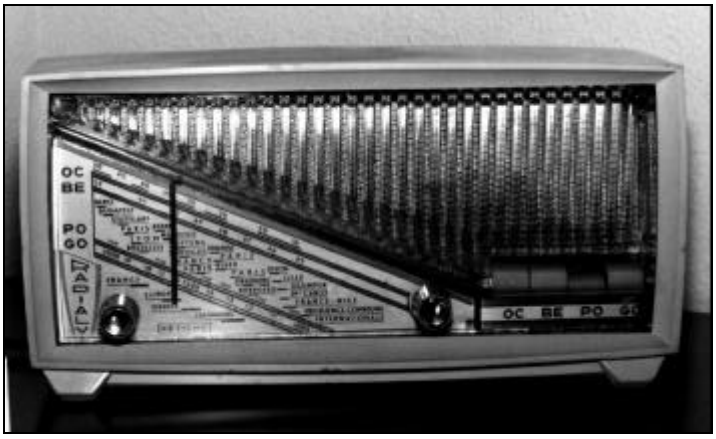


Fig. 77. Receptores con dial de forma irregular[148].

2. Número y disposición de los botones de mando.

[148] Receptores Radialva y Lak con diales de forma irregular. Colección del autor.

- Botones sencillos, en número variable de dos a cinco, colocados en la parte inferior del frontal, a uno de los lados del dial, o debajo de él.

- Dos botones dobles situados simétricamente en el tercio inferior del frontal, preferentemente a los dos lados del dial.

- Dos botones, sencillos o dobles, colocados a ambos lados del dial, y un teclado conmutador de teclas dispuesto simétricamente entre ellos149. Algunos receptores como la radiogramola Philips que muestra la figura, llevan dos botones más para el control de graves y agudos independiente.

[149] En algunos receptores de las gamas superiores aparece un ecualizador situado preferentemente en la sección central bajo el dial. Existen igualmente pulsadores de control de tono, que no se sitúan en un lugar fijo.

Fig. 78. Distintas disposiciones de los botones de mando[150].

[150] Colección del autor.

3. Posición del altavoz y número de altavoces.

- Altavoz único, colocado en el frontal, a la derecha, centro o izquierda.
- Dos altavoces frontales, de igual o distinto tamaño.
- Dos altavoces situados en los laterales, como es el caso de la radiogramola Philips de la figura.
- Uno o dos altavoces frontales, y dos laterales. Disposición típica de los receptores de alta calidad. Los altavoces laterales van ocultos tras una rejilla metálica o de material plastificado.

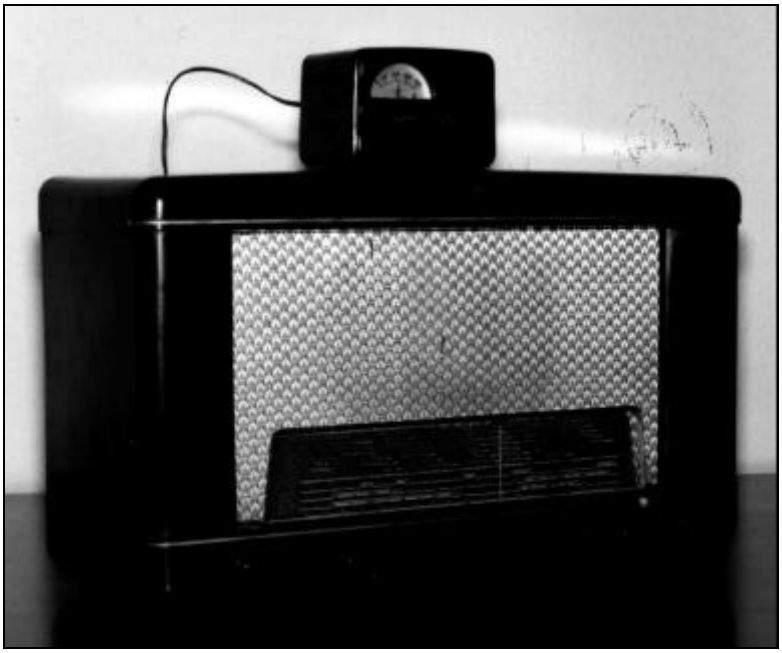


Fig. 79. Receptores Philips con altavoz centrado en el frontal[151].

[151] B 2E 14-A y BE 412-A. Colección del autor.

Fig. 80. Radiogramola Philips de sobremesa, con dos altavoces laterales[152].

[152] Radiogramola AM/FM de sobremesa con dos altavoces laterales, antena orientable, control de tono independiente, indicador gráfico de ecualización, ojo mágico, triple control de tono por pulsador. Fonochasis Minivatt. De la colección particular de Francisco José Montes Fernández.

4. Otros aspectos a considerar:

- Inclusión o no de fonochasis (en cuyo caso el receptor dispone de un receptáculo al efecto, generalmente situado en la parte superior. Existen algunos receptores con fonochasis miniatura que se coloca en un armario lateral abatible).

- Tamaño global del mueble del receptor. En general pueden distinguirse receptores de sobremesa de tamaño grande, medio, pequeño y miniaturas. Sus diseños son muy amplios, aunque en la mayoría de los casos imitan a los de tamaños superiores.

- Imitaciones de modelos de otras marcas. Esta situación se suele producir en muchos modelos diseñados por las marcas Philips y Askar, como muestran las imágenes siguientes, correspondientes a dos receptores de tamaño pequeño, que pueden considerarse dentro del presente epígrafe:

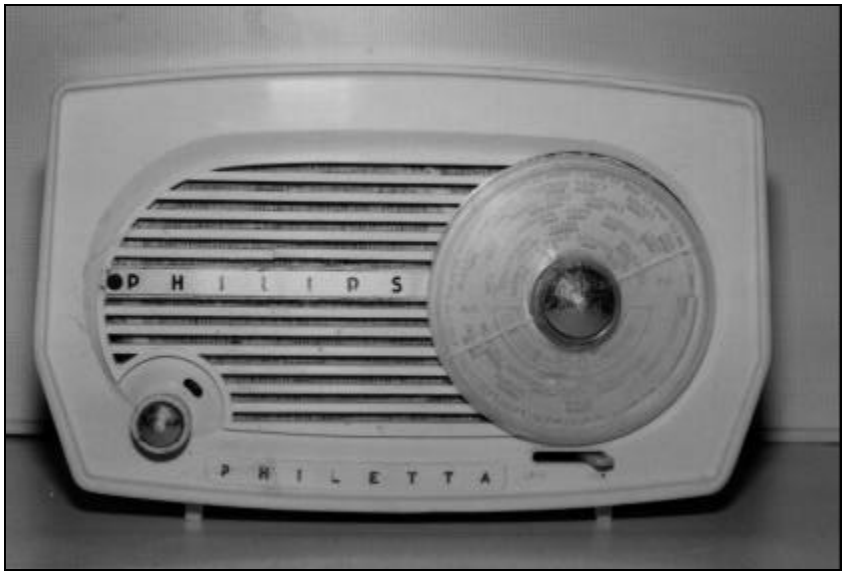


Fig. 81. Receptores Philips modelo Philetta y Askar 711 U[153].

[153] En ambos puede verse que la sección recta del frontal y es idéntica en ambos, aunque los circuitos son completamente distintos. Como ocurre con los receptores Philips BI E 82 y 92 U mencionados anteriormente, en el primer caso el dial está serigrafiado sobre una placa de aluminio y la aguja es móvil sobre disco transparente, y en el Askar ocurre a la inversa. Colección del autor.

Fig. 82. Receptores Telefunken de sobremesa, de tamaño grande[154] y medio[155].

[154] Gran Vals, receptor de sobremesa de la gama alta de Telefunken, con seis válvulas (una de ellas ojo mágico visible en la esquina superior izquierda del frontal) y un curioso dispositivo de antena interior de ferrita orientable, montada en el eje de un cilindro metalizado con el fin de incrementar al máximo su directividad. El altavoz es de 8".Colección del autor. Colección del autor.

Fig. 83. Receptores Telefunken de tamaño pequeño[156] y miniatura[157].

✍ El frontal puede ser desmontable, en el caso de los receptores con caja de plástico o de baquelita.

[155] Sonata FM, réplica del modelo anterior para AM. Montado en caja de plástico de color granate. Es un circuito típico de alimentación indistinta, con un transformador que permite su conexión a la red de 125 o 220 voltios. Colección del autor.

[156] Capricho. Es uno de los mejores receptores de estas características puestos en el mercado en su momento, tanto por su fiabilidad, como por su excelente sonoridad y sensibilidad. Colección del autor.

[157] Panchito. Emplea la misma tecnología que el Capricho, salvo el conmutador de ondas que es de tipo rotativo. Colección del autor.

Fig. 84. Receptores Iberia y Askar, de tamaño medio con frontal desmontable[158] (I) fabricados en España.

Fig. 85. Receptores de tamaño medio con caja de baquelita y frontal desmontable fabricados en España[159].

[158] Iberia B-350 AM/FM y Askar AE 1223 A. El primero de ellos incorpora la banda de frecuencia modulada de 87,5 a 104 MHz, mientras que el segundo solo abarca desde 87,5 a 100 MHz. Colección del autor.

[159] Philips BE-352-U y 53-E-16-A. El primero de ellos, diseñado en baquelita negra pulida, se comenzó a comercializar en 1956. El segundo corresponde al año 1966 y ya incorpora la banda de modulación de frecuencia. Colección del autor.

- Material en que está confeccionado el mueble o caja, ya sea madera, material o plástico. Los receptores de pequeño tamaño suelen estar confeccionadas en plástico o madera.

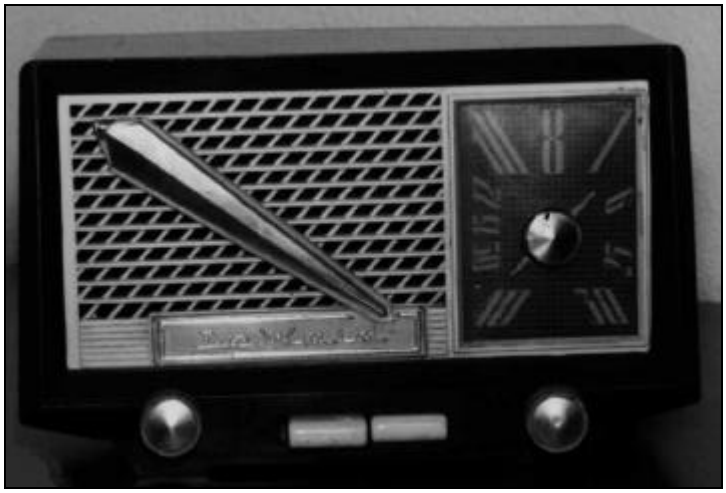


Fig. 86. Receptores miniatura[160].

Como muestra del tamaño de un receptor miniatura, la figura siguiente reproduce a tamaño natural el receptor a válvulas con altavoz incorporado más pequeño de la historia. En España se comercializó como el modelo Pulgarcito por la

[160] Silvertone Mini y DeWald Chavalín. Ambos incorporan válvulas de tipo Rimlock. El Chavalín además está dotado con un sistema de conmutador de ondas por pulsador y cuatro válvulas. El dial es fluorescente. Colección del autor.

marca Cradial; es un receptor con cuatro válvulas, dos gamas de onda (media y corta) y dial iluminado. El modelo va montado en caja de plástico de distintos colores. La clavija de enchufe lleva una resistencia reductora de tensión para provocar la caída de tensión correspondiente para la alimentación de las válvulas. Para la sintonía se utiliza una bobina de permeabilidad variable mediante un núcleo móvil de ferrita. El cable de alimentación es trifilar. Existen varias versiones, todas ellas muy similares.

Fig. 87. Receptor Cradial Pulgarcito Super II[161].

Este tipo de receptores miniatura fue muy popular en España durante los años sesenta, tanto por su bajo precio, como por su pequeño tamaño y sencillez de manejo.

[161] Colección del autor.

Fig. 88. Publicidad de receptores miniatura Marest.

Estos receptores de tamaño reducido se suministraban en kit para su montaje por los profesionales y aficionados. El autor dispone en su colección particular, de varios de estos receptores, muestra de lo cual son las siguientes imágenes:

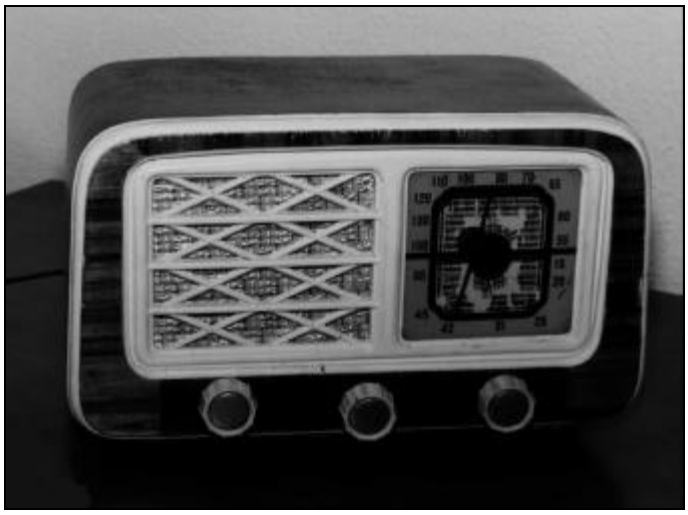


Fig. 89. Publicidad de Acústica Industrial y receptor montado en el mueble A 33[162].

[162] 25 x 15 cm. Montado con cinco válvulas tipo Rimlock. Colección del autor.

2.3.1.2.4. Receptores de sobremesa de formas curvilíneas.

En este apartado se incluyen los aparatos de radio montados en muebles en los cuales las líneas curvas tienen un papel destacado, principalmente en la parte superior de éste.

2.3.1.2.4.1. Con techo en forma de arco de medio punto.

Cuando actualmente se habla de radios de época se asocia impropiamente dicho término a este tipo de receptores, puesto que no son los más antiguos. Cualquier receptor de válvulas hoy en día puede ser considerado como tal.

En general a este tipo de receptores, al igual que a los de cubierta en forma ojival, les denomina vulgarmente *radios de capilla* por la similitud de su aspecto exterior con un arco de medio punto o con un arco ojival.

Fig. 90. Receptor RCA K-43

Fig. 91. Receptor Atwater Kent 165[163].

Radios de capilla son receptores montados en muebles de madera en los que predomina la verticalidad sobre la horizontalidad. La parte superior tiene una superficie de sección semicircular apoyada en dos laterales verticales que descansan sobre una base rectangular. El conjunto se cierra con un frontal perforado adecuadamente para permitir el paso de los distintos ejes de los potenciómetros, el conmutador de ondas y los mandos de sintonía.

El dial adopta la forma de una ventanilla de pequeño tamaño, tras la cual se deja ver un disco solidario con el eje del condensador variable de sintonía. Está

[163] Ambos de la colección del autor.

construido con material traslúcido a base de resinas y lleva grabada una escala graduada, que se ilumina con una lámpara piloto colocada en su parte posterior[164].

Sobre la ventanilla existe una marca de referencia para simplificar la sintonía mediante la escala. Esta ventanilla se sitúa asimétricamente sobre el mando de sintonía o centrada bajo el altavoz. Generalmente se realiza recubriendo la perforación correspondiente del frontal con una lámina bien de baquelita, metálica dorada o plateada debidamente mecanizada sobre la cual va grabada generalmente la marca del receptor. En algunos modelos el botón de sintonía va colocado directamente sobre el dial traslúcido.

En la parte superior del frontal, en forma de arco, se realiza un corte circular con un diámetro ligeramente inferior al cono del altavoz sobre el que se fija éste, oculto tras un tela acústica. Esta zona se decora generalmente con un panel de marquetería en madera o baquelita[165].

El chasis se fija a la base del mueble mediante tornillos con sus arandelas correspondientes.

Generalmente estos receptores van abiertos por la parte trasera, dejando el interior a la vista.

---

[164] Algunos receptores emplean un disco fijo sobre el frontal, graduado y centrado con el eje del condensador de sintonía de manera que el mando correspondiente lleva una marca indicadora.

[165] Uno de estos paneles de baquelita es tremendamente conocido entre los coleccionistas actuales por su diseño en forma de cola de pavo real y corresponde al receptor Philips 830 A del año 1932, con mueble de resinas tratadas, veteado.

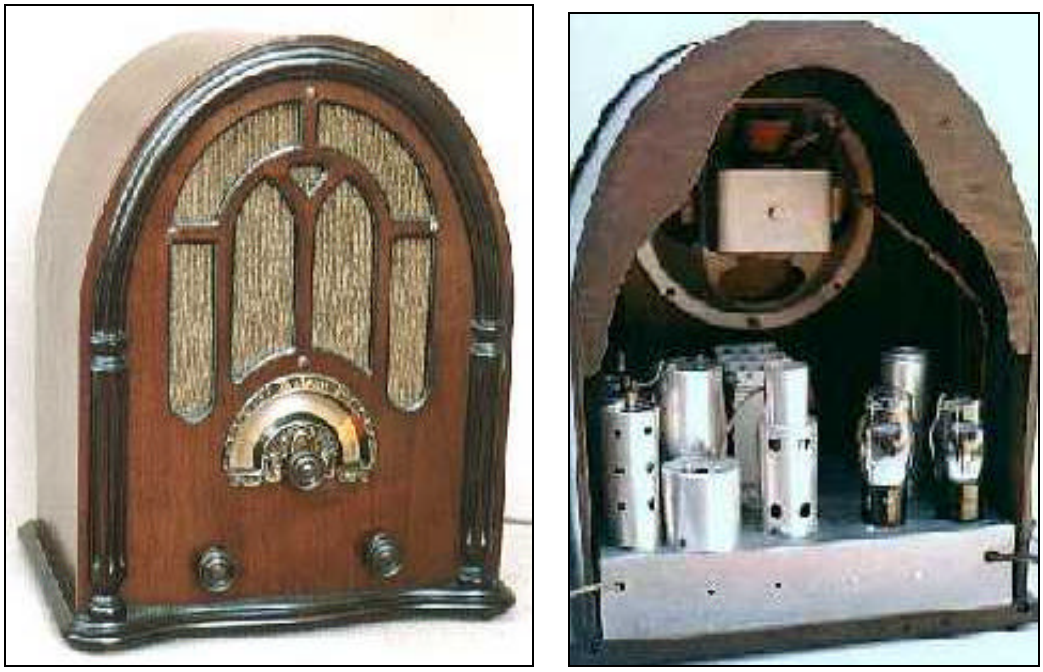


Fig. 92. Vista frontal y posterior del receptor Hanson 610[166].

2.3.1.2.4.2. Con frontal en forma de arco ojival

Estos receptores son una variante de los anteriores, en los cuales la parte superior adopta forma de ojiva más o menos marcada, llegando a tener incluso una arista en la parte central. En su parte frontal se colocan los distintos botones de mando, así como en algunos casos un interruptor de bola

Generalmente están construidos con madera, aunque Philips empleó además materiales especiales como resinas tratadas.

De los muebles diseñados por Philips cabe destacar el modelo conocido popularmente como Pentodino, *Formaggino* o *Lata de jamón* por su similitud con éstas.

[166] Receptor reparado por el autor en 1979, propiedad de Juan Sánchez Guerrero.

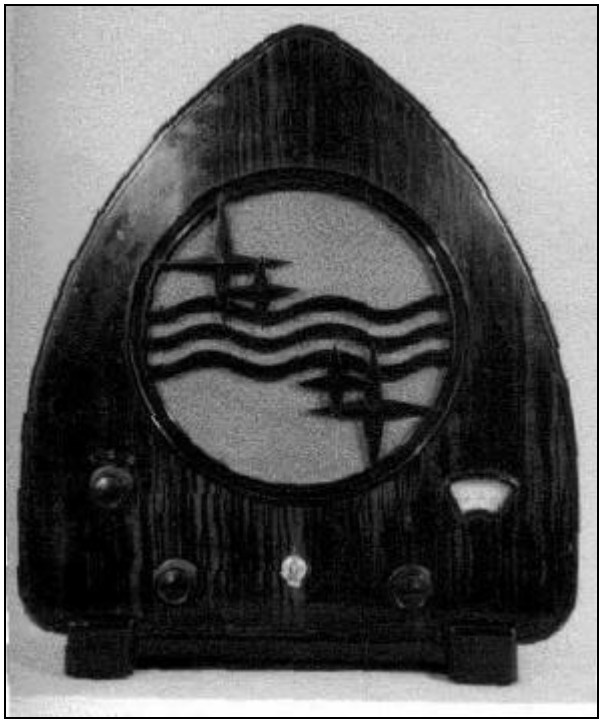


Fig. 93. Receptor Philips Pentodino[167].

2.3.1.2.4.3. Con frontal en forma de arco recortado.

El tipo de mueble para estos receptores es intermedio entre el de los *receptores de capilla* y los que denominaron en Inglaterra *tombstone* por su similitud con las lápidas funerarias. Estos últimos aparecieron en el mercado con posterioridad a los de capilla, por lo que adoptaron las innovaciones de los receptores anteriores. Aparte de la forma de la parte superior en arco recortado, en la parte frontal el dial puede tener forma de ventanilla o ser de mayor tamaño, generalmente cuadrado, con un limbo iluminado en el cual van marcadas las frecuencias de las distintas bandas, y una aguja indicadora que gira solidaria con el eje del condensador de sintonía o bien se desplaza horizontalmente tras el cristal del dial. La caja es de madera, cerrada en su parte posterior por una tapa de cartón perforada.

[167] Colección de D. Enrique Bejarano Conejo.

Fig. 94. Receptor Philips Receptodo[168].

[168] Colección del autor.

Fig. 95. Receptor Zenith Walton[169].

En esta categoría se incluyen, además, aquellos receptores en los que predomina la horizontalidad, aunque la cubierta superior tenga forma de arco recortado, como pueden ser el Pilot modelo Super Wasp, con mueble de madera fabricado en Estados Unidos en 1931, el Akwater Kent 708 con mueble de madera también americano fabricado en 1933, el Philips 938 AS con mueble de baquelita, de fabricación holandesa en el mismo año, el Philips 640 A, con una estructura intermedia entre este tipo de mueble y el que se ha denominado *con frontal en planta de basílica*, al igual que los Telefunken 343 y 231, ambos con mueble de baquelita, fabricados en Alemania en 1932, y el Lumophon GD 320, con mueble de madera, fabricado en Alemania en 1933.

[169] http://www.cpu.net/classicradio/wood_radios2.html

2.3.1.2.4.4. Con frontal ovoide.

Únicamente se han localizado receptores Philips de este tipo, por lo que la descripción irá centrada en ellos.

Su principal característica radica en que el mueble está formado por tres piezas que se unen mediante distintos sistemas de anclaje y tornillos:

1. El frontal.
2. El cuerpo del mueble generalmente de resinas tratadas.
3. La base de madera.

El conjunto se cierra con una tapa posterior de cartón perforada en la que van recortadas los correspondientes *puertos* de antena, tierra, fono, altavoz y red[170].

El modelo más representativo de este tipo fue el Philips 834 AS, en sus versiones para corriente alterna y alimentación indistinta, modificación de un modelo anterior conocido vulgarmente en Italia como *coda di pavone* por el diseño de su frontal, que incluye una estructura de baquelita sobre el altavoz y el dial que semeja una cola de pavo real.

En el frontal de ambos receptores aparecen tan sólo dos botones de mando: el de la izquierda actúa como interruptor y control de volumen y el de la derecha sirve tanto para accionar el condensador variable de sintonía como para el cambio de la gama de ondas: al pulsarlo el receptor funciona en la gama de ondas medias y tirando de él en la gama de ondas largas.

Fig. 96. Radio de capilla Philips 834 AS[171].

[170] Los receptores Philips de este tipo incorporaban un dispositivo de seguridad contra posibles descargas eléctricas. El cable de alimentación no se encontraba unido directamente al interior del chasis, sino que en su extremo lleva un conectador que obligaba a desconectar dicho cable de alimentación antes de retirar la tapa protectora posterior.

[171] Colección del autor.

Fig. 97. Receptor de capilla Philips 830 A "coda di pavone"[172]

[172] Colección del autor.

2.3.1.2.4.5. Con frontal circular.

Este tipo de mueble para receptores no fue muy difundido en España, pese a que algunos fabricantes los incluyeron en sus catálogos de los años 50[173], aunque por su diseño especialmente atractivo, se incluyen en el presente estudio.

Tanto las baquelitas[174] como posteriormente los plásticos supusieron un importante avance en el diseño de los muebles de los receptores por permitir su moldeado, cosa imposible cuando se utiliza la madera como material base.

No obstante, en un principio el público se mostró reacio a adquirir receptores cuyos muebles no fuesen de madera, y más aún si éste es de plástico. Poco a poco, los nuevos diseños fueron aceptados ampliamente. El plástico además permitió realizar diseños que imitaban incluso el aspecto de minerales considerados como nobles, como el ónice.

Estos aparatos de radio consisten básicamente en una caja cilíndrica de plástico o de baquelita moldeada, de unos 35 cm de diámetro y 15 de fondo, en cuyo frontal se coloca una tela acústica circular concéntrica que oculta el hueco del altavoz, que bien sobre ella o a ambos lados lleva en forma de limbo aproximadamente semicircular uno o dos cristales de dial iluminados[175], uno para

[173] Como el modelo Estrella Polar, fabricado en España por AEESA.

[174] Las baquelitas, productos obtenidos por condensación de hidroxibenceno (fenol) con aldehído fórmico (formol) son productos fácilmente moldeables en caliente por lo que pueden producirse en serie; son materiales duros y resistentes a temperaturas próximas a los 300ºC que pueden pulirse. Comenzaron a utilizarse en la década de los 20 aunque su aplicación se extendió particularmente al diseño de muebles para receptores de radiodifusión sonora entre los años 40 y 50. Posteriormente fueron sustituidas por los plásticos.

[175] En algunos casos, como en Ekco AD 65 la aguja indicadora iba también iluminada.

cada una de las bandas de recepción, y en el tercio inferior los botones de mando (generalmente interruptor/volumen, sintonía y conmutador de ondas).

En algunos casos, se incluye algún control de tono en el lateral de la caja, o bien un interruptor de bola.

Fig. 98. Receptor con frontal circular[176].

El modelo básico sufrió algunas modificaciones, en ocasiones quizá menos vistosas, como la incorporación de un dial semicircular de pequeño tamaño directamente sobre el mando de sintonía, como en el Ekco AD 36 de 1935 o el AD 75 de 1940. Posteriormente, la misma firma lanzó el AD 65, en 1945, que recogiendo las ideas anteriores, incorpora un dial completamente circular que envuelve la abertura del recinto del altavoz. Este modelo está realizado en baquelita negra, incluye dos bandas (OL y OM), aguja iluminada y toma de fono.

[176] Ekco A22. El dial envuelve completamente la abertura del altavoz. Tiene un diámetro de 33 cm y una anchura de 19 cm. HAVES, R. O.C. p. 100.

Tabla 12. Receptores con frontal circular.

Marca	País	Modelo	Año
AEESA	España	Estrella Polar	1958
Ekco	USA	AD 65	1934
Ekco	USA	AD 36	1935
Ekco	USA	AD 76	1935
Ekco	USA	AD 75	1940

Se han localizado otros receptores de frontal circular, pero no se incluyen en este apartado, sino que se hablará de ellos en el correspondiente a *diseños especiales*, pues pertenecen a una serie de receptores publicitarios de difusión limitada aparecida en Estados Unidos producida por encargo de una marca de neumáticos para automóviles.

2.3.1.2.5. Receptores con frontal mixtilíneo.

Este grupo recoge aquellos receptores montados en muebles en los que se entremezclan las líneas curvas y rectas en las partes frontal y superior de éste.

2.3.1.2.5.1. Con frontal en planta de basílica.

Los aparatos de radio de este tipo son considerados impropiamente por algunos coleccionistas como *radios de capilla* por su similitud con el mueble de los receptores mencionados hasta ahora. Sin embargo en el presente estudio se reserva ese término exclusivamente para aquellos que van montados en muebles con cubierta

semicircular, ojival o en arco recortado, así como a los receptores con sección ovoide.

Fueron la RCA, junto con su filial La Voz de su Amo, las que diseñaron principalmente este tipo de muebles para montar sus receptores de sobremesa de gran tamaño. Se caracterizan por tener una cubierta de sección semicircular apoyada en dos laterales horizontales, de manera que la sección recta de su parte frontal puede asemejarse a la planta de una basílica absidial. El modelo prototipo es el receptor RCA 143 en sus versiones A, B y C.

Fig. 99. Receptor RCA 143[177].

No obstante, hay receptores que se pueden incluir en este epígrafe con ciertas reservas, pues su sección frontal no corresponde exactamente al de planta de basílica,

aunque se opta por considerarlos como tales, reservando el término *radios de capilla* para aquellos cuyos laterales son prácticamente lisos, sin saltos desde los límites del arco superior, sea este de medio punto u ojival. Así, se incluyen dentro del presente apartado los receptores siguientes:

Tabla 13. Receptores con sección frontal en planta de basílica.

Marca	Modelo	Año	Observaciones.
Philips	634 A	1933	El arco superior de medio punto se abre en sus extremos, ensanchándose en curva contra las paredes laterales.
Telefunken	340 WL	1931	El arco superior se ensancha como en el caso anterior, y los laterales lo vuelven a hacer formando un escalón curvilíneo.
Philips	636 A	1933	El arco superior de 180º se apoya en dos tableros laterales.
Fada	43	1932	El arco superior es de aproximadamente 270º y sus extremos se unen sin solución de continuidad a las paredes laterales en curva.
RCA	143	1935	Es el que aquí se considera como prototipo de este tipo de receptores
Telefunken	342 WL	1931	Estructura similar al 340 WL pero de menor altura.
Telefunken	340 GL	1931	Similar en sección recta al 340 WL

[177] Colección del autor.

Fig. 100. Receptores Telefunken 340 WL y 340 GL[178].

El autor dispone en su colección particular de receptores de dos aparatos RCA modelo 143 A (las referencias A, B o C hacen referencia a la posibilidad de ser conectados a distintas tensiones de red, aunque el diseño básico es idéntico en todos ellos). Los muebles de estas características presentan una respuesta acústica óptima en relación con la reproducción de las frecuencias más bajas o tonos graves debido a sus peculiares condiciones de resonancia derivadas tanto de su estructura como del tipo de materiales utilizados para su montaje.

2.3.1.2.5.2. Frontal con forma de concha.

Los receptores montados en cajas de éstas características suelen ser de tamaño medio o pequeño. Corresponde a los aparatos destinados generalmente a ser un segundo receptor, colocado en la mesilla de noche, por lo que en ellos es primordial el aspecto estético. La caja es de baquelita, pintada o no, y no tiene una forma claramente definida, aunque de manera global, recuerda a una concha marina.

[178] Publicidad original Telefunken.

El prototipo de este tipo de diseño es el Telefunken modelo Cariño, aparecido en el mercado español en 1955. El mueble es de una sola pieza, de baquelita moldeada, y pintada en tonos crema y dorado.

Fig. 101. Receptor Telefunken modelo Cariño[179].

El interior es idéntico a otros receptores de la misma marca fabricados en esa época. Dispone de cinco válvulas (una de ella es un rectificador no termoiónico) y dos gamas de onda conmutables mediante un botón de mando en forma de palomilla colocado en su lateral derecho.

2.3.1.3. Diseños especiales.

En esta amplio apartado se incluyen todos los receptores cuyo diseño se aparta de los estándares mencionados hasta ahora. No es posible establecer una clasificación sistemática basada en su aspecto externo, pues éste es tremendamente amplio. En general se trata de imitaciones de objetos, realizadas con interés decorativo o publicitario, o bien diseños específicos de radiodespertadores.

[179] Colección del autor.

Sería prolijo enumerar la gran cantidad de receptores con diseños especiales. No obstante cabe resaltar los realizados por la firma de refrescos Coca Cola, cuya publicidad en multitud de ocasiones – incluso a la hora de elaborar el presente estudio – se ha centrado en los receptores de radio, tales como las neveras de los años sesenta con radio incorporada, o las imitaciones a tamaño natural de las latas de refrescos, así como otros receptores fabricados específicamente para la marca, sin olvidar otros muchos objetos son el anagrama correspondiente. Situación similar se produjo con su rival tradicional, Pepsi Cola.

Fig. 102. Diseños publicitarios de Coca Cola.

Fig. 103. Diseños para la firma Pepsi Cola.

Han sido muchas las marcas que con fines publicitarios han realizado ediciones especiales de receptores montados en cajas que recuerdan sus productos, tales como automóviles, gasolineras, botellas de licor, teléfonos, neumáticos, libros, diseños especiales antihumedad, gorras, muñequeras, relojes, estolas, lámparas, bolígrafos, cámaras fotográficas, paquetes de cigarrillos y juguetes.

Los radiodespertadores aparecen bajo formas muy distintas. Surgieron en los años sesenta, cuando a los receptores de válvulas de tamaño pequeño, diseñados para su colocación en la mesilla de noche o bien en la cocina, se le incorporaron mecanismos de relojería que permitían su conexión y desconexión automática a una hora prefijada.

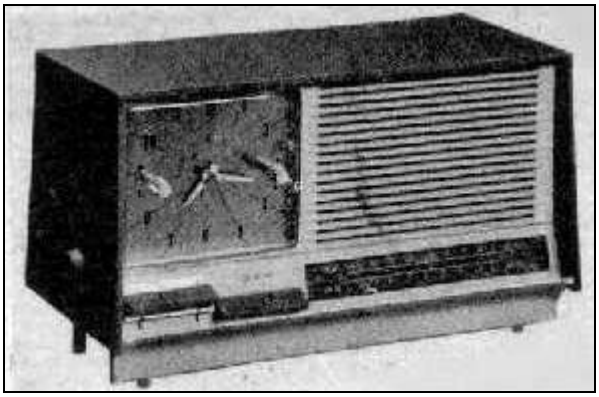


Fig. 104. Radio despertador a válvulas. Año 1966[180].

En los transistores de bolsillo se colocaron dispositivos similares, respetando el diseño original, e incluso fueron muy populares los aparatos de viaje, que incluían un reloj analógico y el receptor en un estuche plegable.

Ya en los años sesenta, con la aparición de los relojes digitales, comenzaron a montarse receptores en la misma caja que contenía en reloj. El dial podía ser más o menos complejo, y el reloj analógico o digital (en este caso, los dígitos aparecían como láminas partidas en dos en las que iban pintadas las cifras, que saltaban periódicamente).

Posteriormente la pantalla se configuró con dígitos luminosos, y finalmente con cristales líquidos. El conjunto suele ir encerrado en una caja, bien ortoédrica, cúbica, o de las formas mas variadas.

Los receptores multibanda de alta calidad, pueden ser considerados igualmente como tales radiodespertadores, ya que suelen incluir sistemas de conexión y desconexión automática programada.

[180] Presentado en la Exposición de Francfort del año 1966.

Del diseño de los autorradios y de los radiocassettes se habla en los capítulos correspondientes del presente estudio. Cabe destacar que los autorradios pronto se ajustaron en sus diseños al llamado *frente estándar europeo*, consistente en la distribución de los controles de volumen y sintonía a ambos lados de un dial central, bajo el que pueden colocarse pulsadores para el cambio de onda o presintonía.

2.4. LAS RESISTENCIAS.

Los receptores de radio para su funcionamiento, necesitan el consumo de energía eléctrica obtenida bien de las pilas o baterías, o bien de la corriente eléctrica de la red de alumbrado. Esta corriente se transforma en la *fuente de alimentación* de los receptores, en corriente alterna de baja tensión (entre 2 y 6,3 voltios) destinada al funcionamiento de los filamentos de las distintas válvulas, y en corriente continua de alta tensión (próxima a los 300 voltios) para las placas de dichas válvulas.

Sin embargo, existen determinados puntos del receptor que deben conectarse a tensiones continuas de valores inferiores al valor único suministrado por la *fuente de alimentación*. Con el fin de adecuar la tensión al valor preciso en cada punto es necesario intercalar dispositivos que produzcan una *caída de tensión* desde el valor máximo hasta el necesario. Los elementos esenciales en los mencionados dispositivos son las *resistencias*.

Son diversas las definiciones del concepto resistencia encontrados en la bibliografía analizada. Así, Sixto González distingue entre conductores, malos conductores y aisladores:

> *"Los cuerpos que se dejan atravesar mejor que los demás por la corriente eléctrica se dice que son conductores; los que presentan dificultad al paso de dicho fluido se califican como malos conductores o resistentes, y los que prácticamente no permiten su circulación se denominan aisladores. Cuerpos totalmente conductores o totalmente aisladores no existen".*

En conexión con la teoría electrónica, puede afirmarse que "la *resistencia eléctrica* no es más que el obstáculo que se opone a la libre circulación de los electrones. Los electrones puestos en juego por el generador de corriente chocan en

su camino con los desprendidos de los átomos del circuito; al aumentar el número de éstos, se incrementa el número de colisiones entre ellos, y mayor resulta la resistencia eléctrica del circuito. Como consecuencia de los choques, se desarrolla calor en el interior de los circuitos resistentes"[181].

Otros autores como Fleury y Mathieu prefieren dar una definición más simplificada:

> *" Resistencia es la mayor o menor dificultad que los conductores oponen al paso de la corriente eléctrica"*[182].

Los mismos autores parten de la primera ley de Ohm[183] para definir la resistencia R de un conductor de forma y naturaleza dadas, en un estado termodinámico determinado como *la constante de proporcionalidad existente entre la diferencia de potencial entre dos puntos A y B de un circuito y la intensidad que circula entre ellos:*

Asimismo, definen *conductores óhmicos* como aquellos que cumplen la primera ley de Ohm, frente a los *conductores no óhmicos* para los cuales la relación entre la diferencia de potencial y la intensidad no es independiente de ésta última.

Para los circuitos utilizados en radio de acuerdo con los criterios establecidos por Orr[184], se propone la siguiente definición de resistencia eléctrica:

---

[181] GONZÁLEZ, S.: O.C. p. 5.

[182] IVANA, J.:O.C. 1945 p.11

[183] V = I x R

[184] ORR, W.: Radio Handbook. Ed Marcombo S.A. 18ª Ed. Barcelona.1972 p. 16.

Resistencia es una propiedad física de un conductor que mide la oposición que presenta éste al paso a su través de un flujo de electrones.

La unidad práctica de resistencia en el Sistema Internacional de Medidas es el Ohmio, definido como la resistencia de una porción del circuito entre cuyos extremos existe una diferencia de potencial de un voltio, cuando la intensidad de corriente que lo atraviesa es de 1 amperio. La inversa de la resistencia se denomina *conductancia*[185].

Para que la resistencia sea constante no sólo es preciso que el conductor conserve su forma y dimensiones, sino que debe estar colocando en las mismas condiciones físicas, especialmente a la misma temperatura[186].

Cada sustancia posee una *resistencia específica* denominada *resistividad* ? determinada por la estructura molecular del material y por su temperatura. En el Sistema Internacional de Medidas, tal característica se expresa cuantitativamente en Ohmios por metro, de forma que la resistencia de un conductor homogéneo, de longitud "l" y sección constante "s" puede calcularse por la expresión que traduce la denominada segunda ley de Ohm también denominada ecuación de Pouillet[187]:

$$\mathbf{R} = ? \,.\mathbf{l/s}$$

[185] Se representa por ***G*** y su unidad práctica de medida es el amperio x voltio^{-1}, también denominado *mho*, y es una medida de la facilidad con la que se produce el flujo de electrones a través del conductor.

[186] FLEURY, p. y MATHIEU, J.: Electrostática, corrientes continuas. Magnetismo. Ed. Paraninfo. Madrid. 1964 p. 6 a 9.

[187] FLEURY, p. y MATHIEU, J.: O.C. p. 170.

En general, la resistencia de un conductor aumenta con su temperatura, debido al incremento del número de choques entre electrones y átomos. Ésta es la situación habitual en la mayoría de los metales. No obstante, sustancias como el carbono y el vidrio poseen un coeficiente de temperatura negativo, lo que indica que su resistencia varía en sentido inverso a su temperatura. Tal propiedad se utiliza en la resistencias denominadas NTC o CNT (coeficiente negativo de temperatura).

En la tabla siguiente se muestran los valores de resistividad y coeficiente de temperatura característicos de algunas sustancias empleadas tradicionalmente en la fabricación de resistencias para radio[188]:

[188] ORR,W. :O.C. p. 16.

Tabla 14. Características específicas de algunos materiales utilizados en la confección de resistencias para radio

Material	Resistividad en ?? .cm^2	Coeficiente de temperatura de resistencia por ºC a 20ºC
Aluminio	2,83	0,0049
Cadmio	7,60	0,00038
Cinc	5,90	0,0035
Cobre	1,73	0,0039
Cosntantan	49	0,00001
Cromo	2,70	0
Hierro	9,80	0,006
Latón	7,50	0,0003 a 0,0004
Manganina	48	0,00001
Monel	43	0,0019
Nichrom	108	0,0002
Plata	1,63	0,004

2.4.1. Características de las resistencias.

Dadas las peculiaridades de los circuitos diseñados para radiodifusión sonora, a la hora de seleccionar materiales para su empleo en la fabricación de resistencias en radio se han elegido cuatro características determinantes de su calidad :

1. Valor nominal.
2. Estabilidad.

3. Nivel de ruido de fondo.

4. Potencia máxima admisible.

El *valor nominal* o teórico de las resistencias es el mencionado con anterioridad a la hora de su definición. Va desde algunos Ohmios hasta algunas decenas de megaohmios.

La *estabilidad* de este valor hace referencia a los posibles cambios que puede sufrir el valor óhmico de la resistencia respecto al valor nominal debido, entre otras causas, a las alteraciones de temperatura que sufre durante su funcionamiento[189].

Debido a la falta de homogeneidad del material constituyente de la resistencia, ésta puede provocar un *ruido de fondo* en el receptor como consecuencia de la producción de variaciones excesivas en la corriente continua que lo atraviesa, lo que origina la aparición de una corriente alterna generadora de tales ruidos.

Por *potencia máxima admisible* se entiende la mayor potencia transformada en calor que la resistencia puede admitir sin que se altere el material de que está formada. La temperatura máxima permisible en una resistencia bobinada oscila entre 100 y 300ºC, mientras que en las no bobinadas o aglomeradas en solamente de 60 a 70ºC[190].

---

189 Este parámetro está en función del ya mencionado coeficiente de temperatura, relacionado a su vez de manera directa con el cambio en el valor de la resistencia cuando la temperatura varía en un grado centígrado.

190 Tal potencia disipada puede calcularse mediante la expresión deducida por Joule, multiplicando el valor de la resistencia por el cuadrado que la intensidad máxima que puede circular por ella: Potencia = Resistencia.(Intensidad máxima)2 , en la que la potencia se expresa en vatios, la resistencia en ohmios y la intensidad máxima en amperios.

2.4.2. Tipología de resistencias.

Aunque ya se estableció anteriormente una primera tipología, las resistencias empleadas en circuitos de radio se clasifican en dos grandes categorías:

1. **Resistencias bobinadas**.
2. **Resistencias no bobinadas**, que a su vez englobarán las resistencias peliculares y las resistencias aglomeradas.

Por *resistencias bobinadas*, se entiende aquellas que están constituidas por un hilo resistente, arrollado sobre tubos de cerámica, generalmente de nicromo, niquelina o manganina, recubierto por un barniz especial generalmente vitrificado. Este tipo de resistencias presentan la estabilidad máxima .

- Su valor suele estar comprendido entre 0,5 y 50.000 Ohmios y la potencia máxima admisible varía entre 0,75 y 450 vatios. Su tamaño aumenta en consonancia con la potencia admisible.
- La temperatura óptima de funcionamiento varia entre 100 y 200ºC por encima de la temperatura ambiente (20 a 40ªC).
- El nivel de ruido de fondo es siempre inferior al correspondiente a otra resistencia de igual valor no bobinada, aunque debido a su estructura arrollada.
- Presentan una marcada autoinducción a frecuencias elevadas.
- La principal utilidad de las resistencias bobinadas radica en la producción de caídas de tensión, tanto en los circuitos de filamentos en serie (en los receptores susceptibles de funcionar conectados a redes de corriente alterna o continua), y en los circuitos de alta tensión.

El resto de las resistencias se considera como *resistencias no bobinadas*.

Las **resistencias peliculares** están formadas por un cilindro o tubo de cerámica sobre el que se deposita una capa conductora a base de carbón. Los terminales son caperuzas metálicas embutidas en los extremos de la capa resistente del tubo[191].

Las **resistencias aglomeradas** están constituidas por un polvo especial aglomerado y moldeado en forma de cilindros. Su valor depende del tipo de sustancia empleada en su fabricación. Los extremos son de cobre. Son estables y fueron muy utilizadas ya que su tamaño puede reducirse considerablemente, lo cual permitió su empleo en circuitos pequeños.

Fig. 105. Resistencia aglomerada de los receptores de los años 30 y 40

Como tipo especial de resistencias aglomeradas se consideran las *resistencias miniatura*, de muy reducido tamaño, lo que les hacía útiles en gran número de

[191] La temperatura máxima que pueden soportar sin alterarse está en torno a los 70ºC, temperatura en la que su valor no cambia más que un 2%, pero cuando la temperatura alcanza los 170ºC dicha variación llega a ser del 10%, y para valores superiores, se queman.

montajes realizados en espacios muy limitados, tales como los receptores de bolsillo[192].

En ambas categorías es posible encontrar resistencias de coeficiente de temperatura positivo o negativo, en cuyo caso se hará referencia a las resistencias NTC.

Fig. 106. Resistencia NTC empleada para la protección de los filamentos.

Estas resistencias CNT o NTC, poseen un coeficiente de temperatura de valor elevado, en torno al -3 %. Se utilizan especialmente conectadas resistencias en serie en los circuitos de filamentos en receptores alimentados indistintamente por corriente alterna o continua[193].

[192] Una resistencia miniatura de 0,5 vatios mide 4 mm de diámetro y 10 mm de longitud, mientras una aglomerada clásica de las mismas características mide 5 mm de diámetro por 25 mm de longitud.

[193] En el momento de encender un receptor de estas características, los filamentos de las válvulas se encuentran fríos y en consecuencia su resistencia es mucho menor que durante su funcionamiento normal, por lo que se ven atravesados por una intensidad de corriente muy superior a su valor normal. Si se intercalaba en serie con los filamentos una resistencia CNT de alto coeficiente de temperatura, ésta limitaba el aumento brusco de intensidad inicial, aumentándola de forma paulatina mientras se iba caldeando la resistencia, con lo que se protegían los filamentos de las válvulas.

2.4.3. Valores usuales de las resistencias.

Con el fin de facilitar los suministros y uniformar la fabricación de resistencias, se crearon tres escalas de valores en función de la tolerancia con respecto al valor nominal del 5, 10 o 20% que aún se utilizan[194].

En las *resistencias bobinadas* su valor óhmico va grabado directamente sobre el cuerpo.

Con las *resistencias aglomeradas* se emplea un código de colores que indica tanto el valor nominal de su resistencia como su tolerancia. Para ello las resistencias se marcan con franjas coloreadas sobre el cuerpo en el orden A, B, C, D, o bien se pinta el cuerpo con el color A, uno de los extremos con el B, un punto central o franja con el color C, y en el extremo de la derecha el color D. La ausencia de color D indica que su tolerancia es del 20% [195].

[194] En los receptores de calidad media se emplean normalmente tolerancias del orden del 20%.

[195] Resistencias CNT para empleo en receptores universales. Radioelectricidad. Enero 1950.

Tabla 15. Código de colores para resistencias y condensadores.

Color	A	B	C	D
Negro	-	0		
Marrón	1	1	0	
Rojo	2	2	00	
Naranja	3	3	000	
Amarillo	4	4	0000	
Verde	5	5	00000	
Azul	6	6	000000	
Violeta	7	7	0000000	
Gris	8	8		
Blanco	9	9		
Oro				5%
Plata				10%
Sin color				20%

Las distintas resistencias montadas en los circuitos de un receptor varían dentro de un amplio margen, tanto en sus valores óhmicos como en la potencia a disipar. Dada la gran cantidad de diseños de receptores es operativo clasificar las resistencias en función de la potencia a disipar en tres grandes bloques:

1. **Resistencias de alta potencia de disipación**, cuando ésta es superior a 4 vatios.

2. **Resistencias de potencia de disipación moderada**, comprendida entre 1 y 4 vatios.

3. **Resistencias de baja potencia de disipación**, inferior a 1 vatio.

Se hará referencia a las resistencias de alta potencia de disipación al hablar de aquellas conectadas en serie con el circuito de alimentación de los *receptores de alimentación indistinta*, con el fin de adaptar dichos receptores a los distintos valores de la tensión de la red eléctrica mediante la producción de la adecuada caída de tensión. Puesto que a través de ellas circula toda la corriente de alimentación del receptor, disipan una cantidad de calor dependiente de la tensión de la red, de manera que al aumentar ésta, también lo hacía la caída de potencial que deben provocar, y por tanto el calor disipado. Por esta razón, las resistencias de alta potencia de disipación deben ubicarse en el receptor en lugares donde la ventilación estuviese favorecida.

Como dato anecdótico se pueden mencionar tres modelos de receptores que incorporaron resistencias de éste tipo en lugares peculiares:

1. El modelo Gnomo, comercializado en España durante los años 60 como *Pulgarcito* en sus distintas versiones (es el receptor de válvulas con altavoz incorporado más pequeño la disipación del calor[196]de cuántos se fabricaron), incluye una resistencia bobinada montada en espiral en torno a un soporte cerámico sobre la clavija de enchufe, recubierta de una lámina metálica perforada para favorecer la disipación del calor[197].

2. El radiorreceptor Radialva, modelo Fetiche[198], de fabricación francesa distribuido en España durante los años 60, las incluye en la

[196] Colección del autor.

[197] Colección del autor.

[198] Colección del autor.

parte posterior sobre la cubierta de cartón dentro de una caja metálica perforada independiente del chasis del receptor[199].

3. El Kennedy 305 Y, así como el 616 R del año 1934, El Stewart Warner Companion 6 y otros receptores americanos. El radiorreceptor Radialva, modelo Fetiche[200], de fabricación francesa, distribuido en España durante los años 60, las incluye en la parte posterior, sobre la cubierta de cartón, dentro de una caja metálica perforada independiente del chasis del receptor[201].

Philips en sus receptores alimentados indistintamente por corriente alterna o continua de la red, incorporó además una lámpara montada sobre un zócalo Noval (denominada C1 en el modelo *Receptodo*[202]) que desempeña esta misma función.

Las *resistencias de potencia de disipación moderada* se incluyen en circuitos que precisan caídas de tensión no excesivamente grandes y elevadas intensidades de corriente, tales como las secciones de filtrado (entre las armaduras positivas de los condensadores electrolíticos), de baja frecuencia (resistencia de polarización del cátodo de la válvula de salida) y de radiofrecuencia (resistencia de placa de las sección triodo de la válvula conversora).

El resto de las resistencias se engloban como *resistencias de baja potencia de disipación.*

[199] Colección del autor..

[200] Colección del autor.

[201] Colección del autor.

[202] Colección del autor..

Hasta ahora, se ha hecho mención exclusivamente a las resistencias cuyo valor en ohmios está impuesto por su fabricación. Se trata de resistencias *fijas*, cuyo valor no puede alterarse.

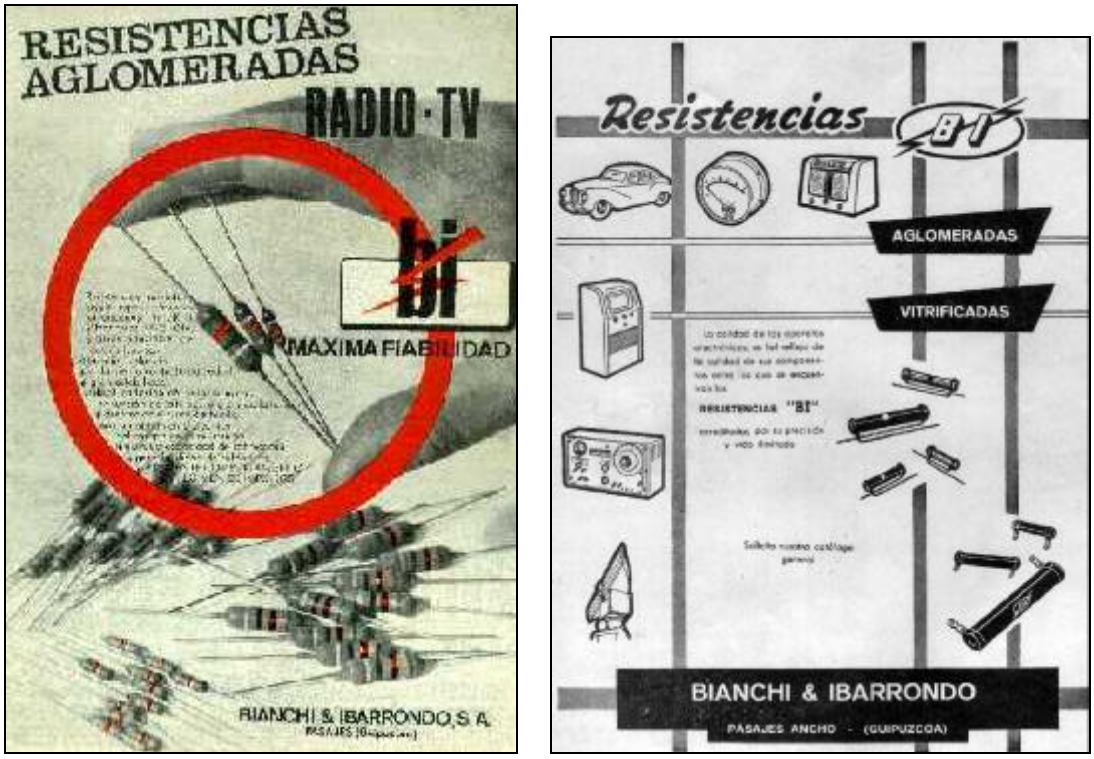


Fig. 107. Publicidad de resistencias Bianchi. Año 1957.

Existe otro tipo de resistencias en las que dicho valor puede variarse fácilmente, desde un valor próximo a cero ohmios hasta un máximo propio de cada resistencia; son las resistencias *variables* que derivan de las fijas a las que se añade un terminal móvil que puede deslizarse sobre un elemento móvil de metal buen conductor denominado *cursor* de manera que al variar la posición de éste y ajustarla mediante un tornillo prisionero, cambia el valor de la resistencia medida entre uno de los extremos fijos y el cursor.

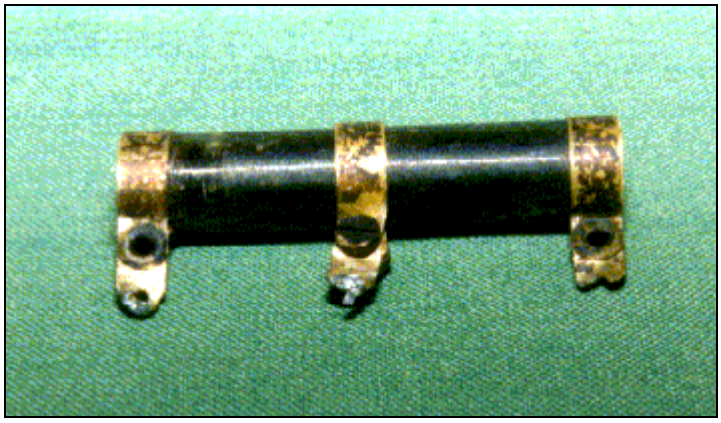


Fig. 108. Resistencia variable.

Cuando las resistencias variables se utilizan para conseguir cambios continuos de la intensidad de la corriente de un circuito se denominan *reostatos* mientras que si se emplean para aumentar o disminuir la tensión entre dos puntos se dice que actúan como *potenciómetros.*

Los receptores llevan potenciómetros para el control del volumen y del tono de los sonidos reproducidos a través de los auriculares o del altavoz.

2.5. LOS CONDENSADORES.

A la hora de suministrar la tensión necesaria para el funcionamiento de cada uno de los elementos de un receptor es preciso que dicha tensión además mantenga su valor constante en todo momento. Con el fin de estabilizar dicha tensión se emplean otros dispositivos denominados *condensadores* que a su vez cumplen otras funciones de gran importancia en los distintos circuitos de un receptor.

Condensadores son elementos pasivos de los circuitos radioeléctricos, formados por dos placas metálicas denominadas armaduras separadas por un *aislador* o dieléctrico.

Deben su denominación al hecho de ser capaces de almacenar cierta cantidad de carga eléctrica (Q) entre sus armaduras, lo cual provoca la aparición de una diferencia de potencial entre ellas (V).

La cantidad de carga almacenada está en relación con la distancia a la que se colocan las placas, y es posible comprobar que al aproximarse los conductores aumenta la carga que adquieren para una determinada diferencia de potencial.

A la relación existente entre la carga y la diferencia de potencial entre las armaduras se le denomina *capacidad* y su unidad de medida en el Sistema Internacional es el *Faradio*, unidad excesivamente grande que obliga a utilizar sus submúltiplos el *microfaradio* (10^{-6} F), el *picofaradio* (10^{-9} F) y el *nanofaradio* (10^{-12} F)[203].

[203] Antiguamente se empleó igualmente la unidad de capacidad del Sistema Cegesimal, el p. equivalente a 0,9 picofaradios.

La capacidad de un condensador está en función de la superficie de sus armaduras, de la distancia entre ellas y de la permeabilidad relativa al vacío de la sustancia utilizada como dieléctrico, ya sea aire, mica, porcelana, vidrio, poliéster, cerámica o un electrolito, cuyo valor se encuentra tabulado para cada uno de ellos[204].

Tabla 16. Valores de permeabilidad relativa de algunos materiales empleados en el diseño de condensadores para radio.

Dieléctrico	Permeabilidad relativa
Aire	1
Mica	Variable entre 4 y 7
Parafina	Variable entre 2 y 2,5
Papel parafinado	Variable entre 2 y 2,5
Porcelana	Variable entre 5 y 7
Vidrio	Variable entre 5 y 8
Poliestireno	2,5
Aceite de castor	Variable entre 4,5 y 4,8
Cerámica	Variable entre 6 y 4000

En los condensadores planos, utilizados habitualmente en los receptores de radio, la capacidad es proporcional a la *constante dieléctrica* o *permeabilidad relativa* del dieléctrico ($?_r$), a la superficie de la menor de las láminas o armaduras, e inversamente proporcional a la distancia entre ellas, por lo que puede escribirse:

[204] LAGOMA, A.: O.C. p.64.

$$C = ?_{0} . ?_{r} . \text{Superficie / distancia.}$$

El *dieléctrico* utilizado se comporta como aislante solamente dentro de unos márgenes de diferencia de potencial entre las armaduras. Existe un valor a partir del cual el dieléctrico deja de serlo para convertirse en conductor, provocando el cortocircuito entre las placas del condensador, y su inutilización. Tal fenómeno puede medirse mediante una constante denominada *rigidez dieléctrica* o voltaje máximo que puede soportar un dieléctrico sin perforarse que suele expresarse en kilovoltios por milímetro[205].

En la tabla siguiente se muestran los valores de rigidez dieléctrica de las distintas sustancias empleadas en la fabricación de condensadores para radiodifusión.

[205] LAGOMA, A.: O.C. p.64.

Tabla 17. Valores de rigidez dieléctrica de sustancias empleadas como dieléctrico.

Sustancia	Rigidez dieléctrica en kilovoltios.mm
Aceite de petróleo	50
Aceite de lino crudo	83
Aceite de trementina	94
Aceite de vaselina	60
Aceite de lino cocido	85
Aceite de parafina	87
Aceite de oliva	70
Azufre	88
Caucho puro	250
Ebonita	530
Fibra	2
Gutapercha	800
Mármol blanco	14
Mármol rojo	7
Mica	700
Micanita	600
Papel micanita	175
Papel para núcleos magnéticos	72
Papel parafinado	400
Parafina fundida	56
Pizarra	5
Porcelana	100

Sustancia	Rigidez dieléctrica en kilovoltios.mm
Prespán	150

Las marcas de condensadores más populares en España entre los años 50 y 60 fueron Bianchi, fabricados en San Sebastián, bajo licencia de la marca holandesa Philips, Sanz, Nobo, Fribourg, Trobo y Phier.

Fig. 109. Publicidad de condensadores Bianchi y Phier.

Fig. 110. Publicidad de los condensadores Sans.

Fig. 111. Publicidad de condensadores Fribourg.

2.5.1. Tipos de condensadores.

En los circuitos radioeléctricos aparecen condensadores de muy distintas formas y prestaciones. No existe unanimidad de criterios a la hora de efectuar una clasificación de los condensadores. Tras someter a análisis detallado la bibliografía analizada, se establecen los siguientes criterios de clasificación:

2.5.1.1. Tipología de condensadores según su capacidad.

Este criterio permite establecer las siguientes categorías de condensadores:

1. **Condensadores de capacidad constante**.
2. **Condensadores de capacidad variable**.

- *Condensadores de capacidad constante* son aquellos cuya capacidad no varía dentro de sus márgenes normales de funcionamiento. Un tipo especial de condensadores fijos, empleados cuando se necesitan elevadas capacidades son los condensadores *electrolíticos.*

Fig. 112. Condensador electrolítico.

- Los condensadores de *capacidad variable* están constituidos por capas de aluminio aisladas entre sí por una lámina de dieléctrico y arrolladas sobre sí mismas. En el caso de condensadores de muy alta capacidad se utilizan incluso en la actualidad cápsulas de protección de cartón, plástico o metal.

2.5.1.2. Los condensadores electrolíticos.

Un tipo especial de condensadores de capacidad constante son los electrolíticos. Estos componentes basan su funcionamiento en los efectos producidos por electrolitos sobre metales como el aluminio cuando se aplica una corriente a través de ellos, que establece el flujo de ésta hacia el metal. Cuando el aislante es una sustancia electrolítica, se produce una fuerte oposición a la circulación de corriente en sentido contrario, por lo que en un sentido determinado la película de electrolito actúa como un aislador imperfecto, de tal forma que no puede circular corriente desde el metal hacia el electrolito.

Fig. 113. Publicidad de condensadores electrolíticos Bianchi.

Además del aluminio pueden utilizarse otros metales como el Bismuto, Tantalio, o Magnesio. La película del dieléctrico en estos condensadores es sumamente delgada en relación con el espesor del dieléctrico utilizado en los demás tipos de condensadores, lo cual redunda en un importante aumento de la capacidad por disminuir la separación entre las láminas o armaduras.

En el caso del Aluminio, el electrolito utilizado esta formado fundamentalmente por borato de amonio.

Al someter un condensador de este tipo a la acción de una corriente continua, se lleva a cabo un proceso electroquímico como consecuencia del cual se constituye una película de óxido metálico sobre la armadura conectada al polo positivo. Cuando el condensador permanece largos periodos de tiempo sin trabajar, el propio electrolito llega a destruir total o parcialmente dicha película, con lo que el condensador queda inutilizado, pues al disminuir el grosor de la película se produce un incremento en la capacidad del condensador y una disminución del valor máximo de la tensión de trabajo[206]. No obstante en ocasiones los condensadores pueden autorregenerarse, formando una nueva película o transformando la película original en otra más adecuada.

En relación con su constitución, los condensadores electrolíticos están formados básicamente por un electrodo de aluminio recubierto de una película de óxido de aluminio, que constituye el ánodo, junto con otro electrodo de aluminio que forma el cátodo, cuya única misión es llevar a efecto la conexión eléctrica el electrolito por el lado negativo del circuito.

Los primeros condensadores electrolíticos empleados en radio se denominaban húmedos puesto que el electrolito se encontraba en fase líquida, de manera que el electrodo de aluminio es el recipiente de dicha disolución y se encontraba en contacto directo con ésta. Posteriormente se diseñaron los condensadores de electrolito seco, en los que éste se encuentra en fase sólida o semisólida, lo cual permitió incluir en un mismo cuerpo dos o más condensadores con cátodo común.

A diferencia de lo que ocurre con los demás condensadores, los electrolíticos están polarizados, es decir, deben colocarse en los circuitos de manera que el ánodo

[206] Este es el motivo por el cual se recomendaba no dejar los receptores durante largos periodos de tiempo sin conectar.

se coloque en el polo positivo y el cátodo en el negativo, pues en caso contrario el condensador quedaría inutilizado. Además, estos componentes rara vez se queman, pues aunque se aplique una tensión excesiva, pueden desempeñar su trabajo normal una vez separados de la fuente de tensión dejándolos en reposo el tiempo necesario para que la película se regenere.

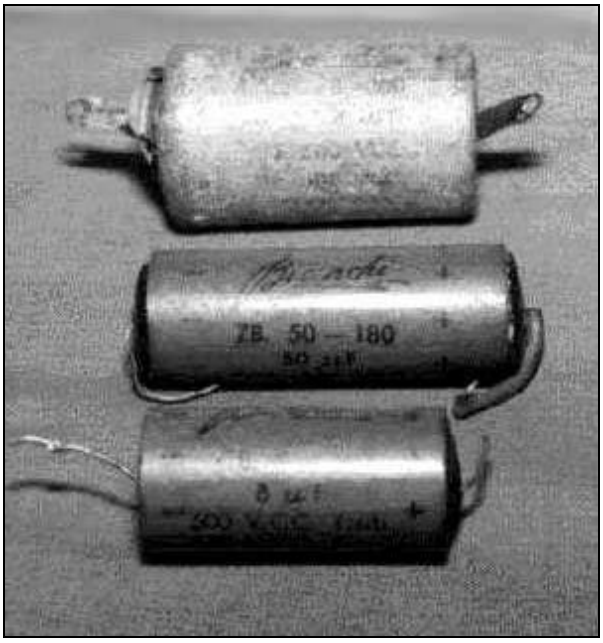


Fig. 114. Condensadores de filtro electrolíticos.

Los condensadores electrolíticos de gran capacidad y alta tensión de funcionamiento utilizados en radiodifusión generalmente adoptan la forma de un tubo metálico que actuaba como armadura negativa, en cuyo interior se coloca el resto del condensador, de manera que el terminal correspondiente a la armadura positiva asomaba al exterior a través de un tubo roscado de material aislante, embutido en el extremo del cilindro metálico exterior. El conjunto se sujetaba al chasis mediante una arandela de presión y una tuerca que aseguraban el contacto de la armadura negativa con éste[207].

[207] Los condensadores electrolíticos incluyen además una válvula de seguridad para facilitar la salida del electrolito líquido y evitar explosiones en el caso de que se inutilizasen.

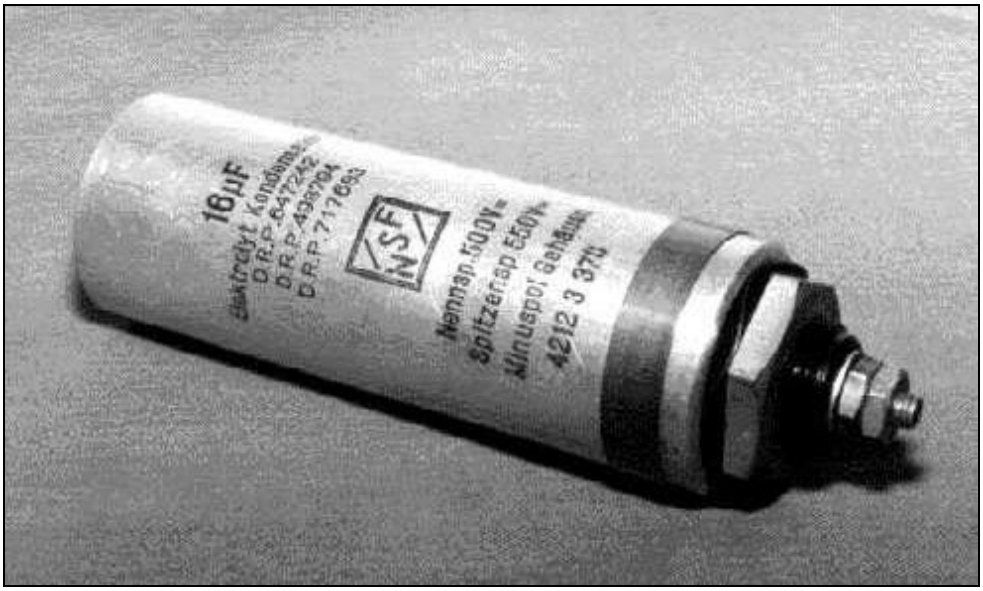


Fig. 115.Condensador electrolítico con rosca.

2.5.1.3. Los condensadores de capacidad variable.

Los condensadores *de capacidad variable* denominados *móviles* por algunos autores son aquellos cuya capacidad es susceptible de ser modificada por manipulación exterior.

Tales condensadores disponen de sistemas que permiten modificar su capacidad, ya sea variando la distancia entre sus armaduras o cambiando la superficie de éstas.

Los más utilizados son los denominados *trimmers*, con dieléctrico de mica o de aire, y los *tándem* de los circuitos de sintonía:

- El *tándem* está formado por un determinado número de placas de aluminio o de latón, plateadas. La mitad de ellas forma un conjunto fijo denominado estator, entre cuyas placas pueden deslizarse las que en número aproximadamente igual formaban el

conjunto móvil o rotor. El dieléctrico es aire, papel rígido o plástico en los receptores más modernos.

- Los *trimmers* o condensadores de ajuste, poseen dieléctrico de mica, aire o material cerámico y pueden ajustarse mediante un tornillo al efecto[208].

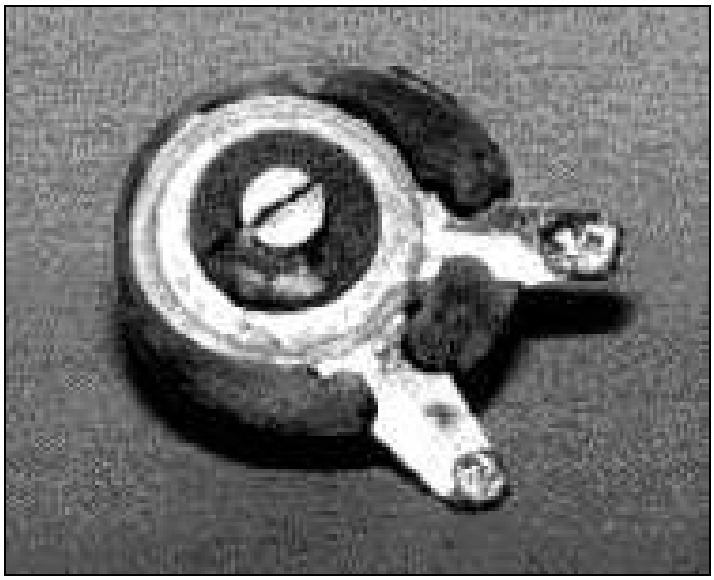


Fig. 116. Condensador variable tipo trimmer.

Tomando como referencia las clasificaciones propuestas por otros autores como Lagoma se distinguen tres tipos de condensadores:

1. **Condensadores fijos**.
2. **Condensadores semifijos**.
3. **Condensadores móviles**[209].

[208] LIMANN, O. *"Fundamentos de radio"*. Marcombo Boixareu Eds. Barcelona. 1989. p. 50.

[209] LAGOMA, A.: O.C.4. p. 73.

A su vez, cada una de estas categorías se matizan en función de su capacidad y del dieléctrico utilizado en su construcción. Así es posible hablar de condensadores de aire, papel o mica, y de condensadores fijos de alta y baja capacidad[210].

Por *condensador fijo* se entiende aquél que posee una capacidad constante. Según los valores de dicha capacidad se distingue entre *condensadores de baja capacidad* (de 5 picofaradios hasta 50 microfaradios) y *condensadores de alta capacidad* (de 50 a 20.000 microfaradios).

- Los condensadores fijos con dieléctrico de papel se utilizan en circuitos en los que el valor de la capacidad no es crítico, y se necesitaban capacidades superiores a 1.000 picofaradios[211]. La vida útil de un condensador de papel es de diez mil horas de trabajo[212], siempre que el dieléctrico sea de buena calidad[213].

- Si el contacto externo se efectúa mediante una tira soldada al principio del bobinado en cada una de las láminas metálicas que formaban las armaduras, el condensador es *inductivo*.

---

[210] Un caso especial de alta capacidad son los condensadores electrolíticos.

[211] Cuando es preciso un condensador de menor capacidad en circuitos de alta frecuencia, se emplean los condensadores de mica.

[212] Estos condensadores tienen como armaduras láminas de papel de estaño entre las cuales se colocan dos o tres tiras superpuestas de papel, enrollando el sistema así formado y soldando un terminal a cada una de las dos láminas metálicas. Tras desecar en autoclave durante seis horas con el fin de eliminar los restos de humedad y aire del papel, se introducen en parafina líquida. Después de recortar los extremos se envolvía el condensador en un cilindro de metal o cartón para protegerlo de agentes externos.

[213] La composición de las láminas metálicas empleadas como armaduras es de un 86% de estaño puro y 14% de plomo. No es posible utilizar papel de aluminio por la dificultad que presenta éste a la hora de efectuar soldaduras con los contactos externos. De la forma en que se efectuaba dicho contacto depende el que el condensador fuese o no inductivo:

- En el caso de que las tiras metálicas aparezcan con sus bobinados completos en la parte exterior, soldando los contactos en la lámina externa e interna, saliendo cada uno de ellos por una parte, el condensador es *no inductivo.*

- Los condensadores semifijos son aquellos que tienen una pequeña capacidad y están formados por dos láminas ajustables. Estas láminas se colocan en paralelo con los condensadores variables de manera que se puedan ajustar para hacer posible el movimiento de varias secciones de condensadores variables con un solo eje[214].

Finalmente, los condensadores variables se clasifican en función de su dieléctrico en dos categorías:

1. **Condensadores de aire**.
2. **Condensadores de dieléctrico sólido**, ya sea de mica o de papel.

Los condensadores variables con dieléctrico de aire han tenido gran aplicación en los circuitos de sintonía en los receptores de radiodifusión. Su capacidad efectiva puede variarse dentro de unos límites determinados, dependientes de su construcción y de la función a desempeñar en el circuito en el que se emplean.

Básicamente, los condensadores variables más usuales están formados por un armazón con un grupo de placas fijas y otro grupo de placas montadas sobre un eje que entran o salen sin tocarlas. Uno de los extremos del eje puede accionarse desde el exterior mediante un botón de mando.

[214] Estos condensadores semifijos se denominarán *compensadores* en lo sucesivo.

Los distintos grupos de condensadores variables en los receptores se regulan simultáneamente. Las placas fijas de cada sección están aisladas del chasis y de las demás secciones, mientras las móviles se hallaban unidas entre sí por un mismo eje en contacto con la armadura. Esta disposición recibía el nombre de tándem[215].

2.5.1.4. Clasificación de los condensadores según su tensión de trabajo.

Es conveniente establecer una clasificación adicional de los condensadores basada en las tensiones máximas o *de pico* que pueden soportar, lo cual permitirá efectuar una nueva distinción en función de este criterio:

1. **Condensadores para baja tensión de trabajo**, inferior a 100 voltios, incorporados en la práctica totalidad de los circuitos de los receptores
2. **Condensadores para alta tensión de trabajo**, entre 100 y 550 voltios, presentes fundamentalmente en la fuente de alimentación de los receptores.
3. **Condensadores para tensiones muy elevadas**, superiores a 550 voltios, en la fuente de alimentación de algunos receptores especiales de gran potencia de salida de baja frecuencia.

2.5.1.5. Clasificación de los condensadores según su función.

Finalmente se establecen tres nuevas categorías de condensadores en función de su misión en los distintos circuitos de los receptores:

1. **Condensadores de sintonía**, determinantes de la frecuencia de resonancia de circuitos oscilantes. Su característica fundamental será

[215] Según el número de secciones que lo integran, los tandems pueden ser dobles (los más usuales), triples o cuádruples.

la de poseer un valor extremadamente constante y unas pérdidas mínimas

2. **Condensadores de acoplamiento,** destinados a transmitir corrientes alternas a la tapa siguiente de la cadena receptora con un valor de capacidad no tan crítico como el de los condensadores de sintonía. Deben tener una elevada rigidez dieléctrica en el caso de que se utilicen para filtrar tensiones continuas.

3. **Condensadores de puesta a tierra**, también llamados *de desacoplo*. Su papel consiste en unir al potencial de referencia y por el camino más corto, los puntos de un circuito en los que no debe existir ninguna señal.

2.5.2. La misión de los condensadores en un radiorreceptor.

Por los circuitos de un receptor de radiodifusión sonora se establecen distintos tipos de corrientes. Para nuestros fines es útil establecer los tres tipos siguientes:

1. Corrientes alternas de alta frecuencia.

2. Corrientes alternas de baja frecuencia.

3. Corrientes continuas.

La utilidad fundamental de los condensadores en un circuito de radiodifusión radica en bloquear el paso de la corriente continua y permitir el paso de la corriente alterna cuando se intercalan en serie. Así, en un circuito de corriente alterna, los condensadores se cargan y descargan un número de veces determinado por la

frecuencia de la corriente alterna que los atraviesa, y como consecuencia permite el paso de ésta a su través[216].

Los condensadores intercalados en paralelo son útiles igualmente como sistema de almacenamiento de carga, tanto en los circuitos de rectificación de corriente alterna en la fuente de alimentación de los receptores[217] como en aquellos puntos en los que se precisa una corriente continua de valor estabilizado.

A la hora de analizar las funciones de los condensadores en un receptor de radiodifusión, se distinguen cinco de ellas como esenciales:

1. Sintonizar el receptor a una frecuencia o longitud de onda determinada.
2. Eliminar el rizado de las corrientes alternas pulsantes en la fuente de alimentación.
3. Acoplar circuitos entre sí.
4. Crear caminos adecuados a las corrientes de alta frecuencia.
5. Estabilizar los valores de la corriente continua en puntos determinados.

Esta clasificación funcional que se propone está en consonancia con las que establecen otros autores, para los cuales una de las más importantes aplicaciones de los condensadores en radio es lograr una determinada discriminación de frecuencias,

[216] L AGOMA, A.: O.C. p.69

[217] GONZÁLEZ, S.: O.C. p.189.

por lo que sus aplicaciones fundamentales son aquellas que están relacionadas con los circuitos siguientes:

1. *Circuitos de sintonía* en los que, junto con bobinas, se utilizan condensadores variables en tándem, con el fin de realizar la discriminación en la gama de radiofrecuencia

2. *Circuitos de filtrado* de la corriente en la fuente de alimentación, empleando a tal fin los mencionados condensadores electrolíticos de gran capacidad, separados generalmente por una resistencia o bobina, con el fin de que la corriente rectificada se pareciese lo más posible a una corriente continua

3. *Circuitos de paso*, cuya finalidad es permitir el libre tránsito de frecuencias de oscilación hacia otras etapas, o descargarlas a masa a través del chasis, conectados al cátodo de las válvulas y en paralelo con una resistencia.

4. *Control de tono*, encargado de acentuar o atenuar las distintas frecuencias de audio, principalmente las frecuencias bajas o tonos graves, y las altas o tonos agudos[218].

[218] Los circuitos de control de tono utilizados son muy variados, siendo los más sencillos aquellos en los que van aplicados bien a la placa de la válvula de salida de audio, o a la rejilla de la válvula de la primera etapa de audio mediante un potenciómetro o conmutador.

2.6. LAS BOBINAS.

2.6.1. Concepto.

Entre los componentes de un receptor que requieren características propias para cada caso y de construcción relativamente sencilla en la mayoría de ellos, están las bobinas.

Bobina o **solenoide** es cualquier dispositivo formado por uno o más conductores devanados en espiral sobre un núcleo.

Su forma y tamaño dependen de las características del circuito en el que se van a intercalar, y están dirigidos a los aspectos siguientes:

1. Lograr su máxima eficiencia.
2. Obtener su mayor solidez.
3. Facilitar su cambio o *conmutación* cuando las necesidades del circuito así lo exijan.
4. Evitar que sus características eléctricas sufran variaciones accidentales.

Inicialmente las bobinas fueron de gran tamaño, con muchas derivaciones o *tomas* de espiras. Con el paso del tiempo sus dimensiones se redujeron considerablemente, al igual que el número de tomas intermedias.

Las bobinas utilizadas en los receptores de radio se arrollan generalmente en tubos de baquelita laminada, cartón aislante, cerámica o plástico. En su forma más

simple, constan de una capa de espiras circulares de hilo conductor, que se tocan unas a otras o bien están espaciadas[219]. En su construcción se utilizan hilos conductores de cobre electrolítico, esmaltados, con funda de algodón, seda o combinaciones de esmalte y algodón o seda. En algunos casos puede utilizarse hilo o incluso cinta sin aislar. Su sección es variable según el tipo de bobina.

A la hora de efectuar los cálculos de las bobinas (en el número de espiras por centímetro) es preciso considerar que el aislamiento incrementa el espesor del hilo.

Tabla 18. Aumento del diámetro del hilo conductor en función del aislante empleado y del diámetro del hilo.

Aislante	? **<1mm**	? **> 1mm**
Doble capa de algodón	0,16 mm	0,27 mm
Seda	0,06 mm	0,12 mm
Esmalte	0,01 mm	0,05 mm
Esmalte + c. algodón	0,07 mm	0,12 mm
Esmalte y c. seda	0,04 mm	0,09 mm

Al diseñar las bobinas el fabricante o el usuario dispone de ábacos en los que, sin necesidad de cálculos matemáticos, pueden determinarse la inductancia, el diámetro, longitud y número de espiras de una bobina de núcleo de aire, si se conocen tres de dichos valores.

[219] Con el fin de reducir la capacidad que se genera entre dos espiras consecutivas, pues se comportar como superficies conductoras separadas por un aislante. La suma de todas estas capacidades puede resultar importante e incrementar la resistencia aparente de la bobina al paso de corrientes alternas. Para evitarlo se recurre a procedimientos especiales en su devanado.

2.6.2. Efecto de superficie.

Cuando por un conductor circula una corriente continua, la resistencia del conductor es exclusivamente óhmica. Sin embargo, si la corriente es alterna, se produce una distribución irregular, y es necesario considerar la resistencia debido al *efecto pelicular* o *de superficie* debido a la tendencia de este tipo de corriente a no entrar en el conductor, sino a fluir superficialmente. El efecto se pone de manifiesto especialmente en conductores gruesos y macizos. Por ello en los receptores de radio se emplean preferentemente conductores tubulares en circuitos de corriente de alta frecuencia, o cables trenzados especiales denominados *Litzendraht* o comúnmente *Litz*, formados por un gran número de hilos muy finos trenzados entre si, ya que presentan una resistencia mucho menor que la de una bobina semejante formada por un único conductor del mismo diámetro.

La bondad de una bobina se mide por un factor que relaciona su resistencia aparente y su resistencia real, denominado *factor de calidad o de disipación* designado por Q.

Por los diferentes circuitos de un receptor de radiodifusión circulan tanto corrientes continuas como corrientes alternas. Para el presente estudio, las corrientes alternas se agrupan en cuatro grandes categorías en función de la magnitud de su frecuencia:

1. **Corrientes de baja frecuencia**. Son aquellas cuya frecuencia es la correspondiente a la de la corriente de alimentación de la red alterna, 50 a 60 Hz.

2. **Corrientes de audiofrecuencia**, que circulan por las distintas etapas del receptor que permiten transformar la información contenida en la onda de radio en sonido a través del sistema de auriculares o altavoces.

3. **Corrientes de frecuencia intermedia**, en los receptores denominados genéricamente *heterodinos* y *superheterodinos*, que en general son de frecuencia próxima a los 500 kHz.

4. **Corrientes de alta frecuencia**, o de radiofrecuencia, correspondientes a las ondas de radio propiamente dichas que circulan por los circuitos de sintonía, ya sean de onda larga, media, corta o ultracorta.

✍ Algunos autores como Marín engloban las corrientes de alta frecuencia junto con las de radiofrecuencia en lo que denomina *circuitos para frecuencias elevadas*[220]. Debido a que por los circuitos de un receptor circulan corrientes alternas de los cuatro tipos mencionados anteriormente, no se estima oportuna tal unificación, pues la diversificación que se propone permitirá simplificar el análisis de los diferentes tipos de receptores, especialmente los superheterodinos.

Estas corrientes alternas son susceptibles de producir efectos magnéticos de *inducción* y *autoinducción* al atravesar conductores arrollados formando espiras dispuestas en forma de bobina o solenoide.

Cuando una corriente variable circula por una bobina genera un campo magnético capaz de interactuar con otras bobinas colocadas en sus proximidades. Este fenómeno de inducción es de capital importancia en el campo de la radiorrecepción.

Esta acción de una bobina sobre otras, debida a su posición relativa, se denomina acoplamiento y se designa por la letra ***K***; dicho acoplamiento puede ser

[220] MARÍN, M.: Radioelectricidad. nº 8. Octubre 1939.

fuerte o *débil*, según el número de líneas de fuerza de la bobina inductora que atraviesen a la otra bobina o bobina inducida.

El acoplamiento está en función del medio en el que se encuentran las bobinas, y puede variarse modificando la posición relativa de una bobina respecto a la otra, ya sea desplazándolas a lo largo de un eje común, o de dos ejes paralelos, perpendiculares u oblicuos, según el diseño de las bobinas.

En los circuitos sometidos a estudio se han localizado los dos acoplamientos que siguen:

1. En *bobinas cilíndricas* de distinto diámetro huecas se utiliza el primer tipo de acoplamiento.

2. En *bobinas planas* se emplea el desplazamiento a lo largo de ejes oblicuos. Se consigue variando el ángulo que éstos forman, de forma que se obtiene el acoplamiento mínimo cuando los ejes son perpendiculares. Ello es de especial utilidad en circuitos en los que intervienen radiaciones que deban ser independientes.

Cuando se desea evitar el acoplamiento entre bobinas próximas debe procederse a su *blindaje eléctrico*, para evitar la influencia de los campos electromagnéticos de unos elementos sobre otros[221]. Se consigue encerrando la bobina en cajas metálicas de aluminio o cobre conectadas a la masa general del receptor; las bobinas deben colocarse como mínimo a una distancia de la lámina metálica igual a su radio.

[221] Una bobina extiende su campo tanto más cuanto mayor sea la relación del diámetro a su longitud; si el diámetro es mayor que su longitud, el campo magnético se dispersa más que si la longitud sobrepasa al diámetro.

2.6.3. Forma de las bobinas.

Con el fin de reducir al máximo el tamaño de las bobinas cilíndricas, en lugar de bobinarlas en una única capa de muchas espiras, éstas se arrollan simultáneamente en capas superpuestas. El bobinado puede realizarse básicamente de tres formas:

1. Bobina *en estrella*. Se lleva a cabo entrelazando alternativamente el hilo conductor en un número impar de varillas distribuidas según una circunferencia.

2. Carrete *en fondo de cesta* correspondiente a bobinas planas. Se confecciona sobre un disco de cartón o baquelita con un número impar de sectores. El hilo se hace pasar alternativamente por delante y por detrás de los mismos para formar las espiras. A tal fin puede emplearse un mandril formado por un cilindro de madera sobre el que se colocan radialmente un número impar de varillas, de manera que una vez confeccionada la bobina, pueden sacarse éstas y quedar libre la bobina. En ambos caos la inductancia de la bobina aumenta con el número de sectores o varillas que se empleen.

3. Bobina *en panal* o *nido de abeja*. Es de las más utilizadas debido a su elevada inductancia con mínima capacidad parasitaria. Las espiras de cada capa se cruzan en ángulo. Para su confección se parte de un cilindro de madera, de 40 mm de altura por 50 mm de diámetro, sobre el que se taladran dos coronas de taladros sobre los que se colocan dos filas de varillas - tantas como espiras formen una capa – ligeramente

avanzada una respecto a la otra[222]. Es el tipo de bobina empleado en los transformadores de frecuencia intermedia de los receptores superheterodinos.

2.6.4. Asociación de bobinas.

Las bobinas pueden asociarse de forma análoga a las resistencias y condensadores:

1. Asociación en *paralelo*.
2. Asociación *en serie*, con dos variantes, según la corriente circule por las bobinas asociadas en el mismo o en distinto sentido[223]:
   - Montaje en serie adicional.
   - Montaje en serie diferencial, del que derivó el denominado variómetro[224], un dispositivo muy utilizado en los receptores de la década de los 30[225].

---

[222] Supuesto que el cilindro disponga de dos filas de 20 varillas cada una (para formar una bobina de 20 espiras por capa), el bobinado se inicia arrollando el conductor sobre la varilla nº 1, y se traslada al lado opuesto hasta pasar por la varilla 10, para volver en el mismo sentido a la varilla 2 y de ésta a la 11 y así sucesivamente hasta completar las 20 espiras de la primera vuelta, comenzando de nuevo desde el principio hasta completar las capas necesarias.

[223] Ello provocará que la corriente circule en oposición por ambas.

[224] Se trata de un dispositivo formado por dos bobinas de forma cilíndrica o cuadrada montadas concéntricamente la una dentro de la otra, una fija y la otra móvil, de manera que los planos de los dos carretes coinciden en una posición; al girar el carrete móvil varia la inducción mutua desde un valor máximo hasta el mínimo correspondiente al ángulo de 90º; a partir de ese valor, la conexión en serie adicional se convierte en serie diferencial, hasta llegar nuevamente a 180º

[225] GONZÁLEZ, S.: O.C. p.47 a 49.

Tanto la construcción como las características de las bobinas dependen de la función que desempeñan en el conjunto del receptor.

2.6.5. Pérdidas energéticas.

Puesto que la circulación de una corriente a través de un conductor origina siempre una pérdida de energía, en las bobinas se distinguen tres tipos de pérdidas fundamentales:

1. *Pérdidas por efecto pelicular*, como consecuencia de la circulación de corrientes de alta frecuencia que provocan la aparición de otras corrientes inducidas que se oponen a ellas, por lo que la corriente alterna tiende a circular preferentemente por la superficie del conductor más que por su centro. El conductor por ésta razón presenta mayor resistencia como consecuencia de la disminución de sección efectiva.

   ✍ Para disminuir al mínimo las pérdidas debidas a este efecto, los hilos del bobinado están compuestos por varios conductores de pequeño diámetro, aislados entre sí, entrelazados de una manera determinada, de manera que cada conductor pasa sucesivamente de la superficie al interior de conductor. Son los conductores anteriormente denominados *Litz*.

2. *Pérdidas en el entrehierro por corrientes de Foucault*, que provocan grandes pérdidas en bobinas provistas de núcleos metálicos.

   ✍ Para reducirlas al mínimo se utilizan núcleos constituidos por láminas de hierro aisladas débilmente entre sí - en transformadores y autotransformadores - o por polvo de hierro amalgamado con un material adecuado en bobinas de inducción variable.

3. *Pérdidas por efecto Joule* en el hilo de cobre, que implican utilizar hilo del mayor diámetro posible con el fin de reducir al mínimo la resistencia.

2.6.6. Los transformadores.

Usualmente, las bobinas no se encuentran aisladas en los circuitos de los radiorreceptores, sino que lo más usual es que se asocien entre ellas formando conjuntos denominados genéricamente *transformadores*. Bajo tal denominación se agrupa una serie de dispositivos muy diversos. En la bibliografía analizada aparecen distintas concepciones del concepto de transformador:

Ivana propone la siguiente definición:

> *"Todo aparato, disposición o conjunto de aparatos a los que se aplique una corriente eléctrica, continua o alterna de determinada tensión e intensidad y la convierte en otra que puede ser de iguales o diferentes características"*[226].

A su vez, S. González afirma:

> *"Dos bobinas o bobinados de hilo conductor acopladas entre sí constituyen un transformador; el bobinado o bobina de entrada al que se aplica la tensión que se desea variar se denomina primario, y el devanado de salida, secundario; los transformadores permiten elevar o reducir la tensión e intensidad de la corriente que se les suministra"*[227].

Ya que abarca al conjunto de tipos de transformadores que integran un aparato receptor de radio, y de acuerdo con la definición propuesta por Lagoma, en el presente trabajo se opta por la siguiente definición de transformador:

---

[226] IVANA, J.: *Manual de Radio*. nº 6. Abril 1953 p. 1.

[227] GONZÁLEZ, S.: O.C. p. 59.

Transformador es todo dispositivo con un conjunto de bobinas dispuestas de manera que tengan un circuito magnético común[228].

La corriente alterna presenta una importante ventaja en relación con la corriente continua, derivada de la facilidad con la que su tensión puede aumentarse o disminuirse, empleando para ello un transformador.

Esta característica es aplicable tanto a la corriente alterna de red como, en general, a todas las corrientes de radiofrecuencia y ondas electromagnéticas, que debidamente aplicadas a dispositivos basados en el principio del transformador, pueden ser modificadas en sus parámetros característicos. Ello permite la obtención de valores adecuados en los puntos en que se aplican dentro del circuito de un receptor.

2.6.7. Tipología de transformadores.

Los autores coinciden básicamente a la hora de establecer la tipología básica de transformadores empleados en radiodifusión. Tomando como base tales referencias, se propone la clasificación que sigue, basada tanto en su diseño y construcción como en las características de las corrientes que circulan por sus devanados:

1. **Transformadores de radiofrecuencia**.
2. **Transformadores de frecuencia intermedia**.
3. **Transformadores de audiofrecuencia o de baja frecuencia**.

[228] LAGOMA, A.: O.C. 1964 p. 88

4. **Transformadores de alimentación, de potencia o de poder**.

5. **Autotransformadores**.

Los *transformadores de radiofrecuencia* son conocidos igualmente con el nombre de *bobinas*, ya sean de antena, osciladoras o preselectoras. Sus devanados se llevan a cabo sobre un cilindro hueco de cartón, de cartón baquelizado o de material no conductor.

Los *transformadores de frecuencia intermedia* los forman al menos dos circuitos bobina-condensador oscilantes ajustados a una misma frecuencia denominada *frecuencia intermedia*[229].

- Los bobinados se confeccionan en forma de nido de abeja sobre un eje de material aislante.
- Van provistos de los correspondientes circuitos de ajuste, formados por un condensador variable o trimmer, o por un núcleo de ferrita roscada que puede desplazarse por el interior del eje. No obstante su forma y dimensiones son muy variables[230].

[229] En los primitivos receptores superheterodinos esta frecuencia intermedia es del orden de los 175 kHz, mientras que en los superheterodinos más modernos toma valores cercanos a los 490 kHz.

[230] Si se tiene en cuenta que las bobinas generan en torno a ellas un campo magnético capaz de inducir corrientes sobre bobinas situadas en sus proximidades, las bobinas. especialmente las denominadas de frecuencia intermedia se rodeaban de un bote metálico de algún material buen conductor (cobre, aluminio, hierro)

Fig. 117. Publicidad de bobinas RAES del año 1955.

Las bobinas *de baja frecuencia* o *de audiofrecuencia* constan de un bobinado primario colocado sobre un núcleo de láminas de hierro, sobre el que se devana el bobinado secundario. Ambas bobinas están formadas por un elevado número de espiras arrolladas en torno a un núcleo metálico. El bobinado de las espiras se realiza sobre un soporte de material aislante situado en la rama central del núcleo metálico, constituido a su vez por un gran número de chapas metálicas en forma de "E". Se denominan también de impedancia del altavoz o transformadores de salida.

Las *bobinas de frecuencia intermedia* y *de alta frecuencia*, por el contrario, no tienen el núcleo formado por paquetes de planchas metálicas, sino por materias especiales como ferrita, e incluso no poseen núcleo.

El bobinado de este tipo de transformadores se lleva a cabo de tres formas fundamentales:

1. El *devanado en nido de abeja*, también denominado posteriormente *devanado entrelazado progresivo*, con el hilo colocado de tal forma que la bobina obtenida es alargada y con pocas capas.

2. El *devanado duolateral*, aplicado a las bobinas de las bandas altas de onda corta y bajas de onda media que permite la obtención de bobinas cortas y gruesas.

3. Finalmente el *devanado en espiras sucesivas* o *cilíndrico*, característico de las bobinas para ondas cortas[231].

Los *transformadores de poder, de potencia, de alimentación o de tensión* son útiles para obtener diversas tensiones, partiendo de una determinada tensión alterna procedente de la red de suministro eléctrico.

Este tipo de transformador es el componente más voluminoso del receptor. Consta de un primario, con una o varias tomas de entrada, correspondientes a los valores más usuales de la tensión de red (90, 110, 125, 150, 175, 220 y 240 voltios), y varios bobinados secundarios, tantos como se necesiten para las diferentes

[231] OTTE, J.: O.C. p. 86 a 90.

tensiones del receptor. Los más difundidos llevan dos bobinados de baja tensión (para 6,3 y/o 4,5 V) y uno para alta tensión (generalmente 350 voltios o más.)[232].

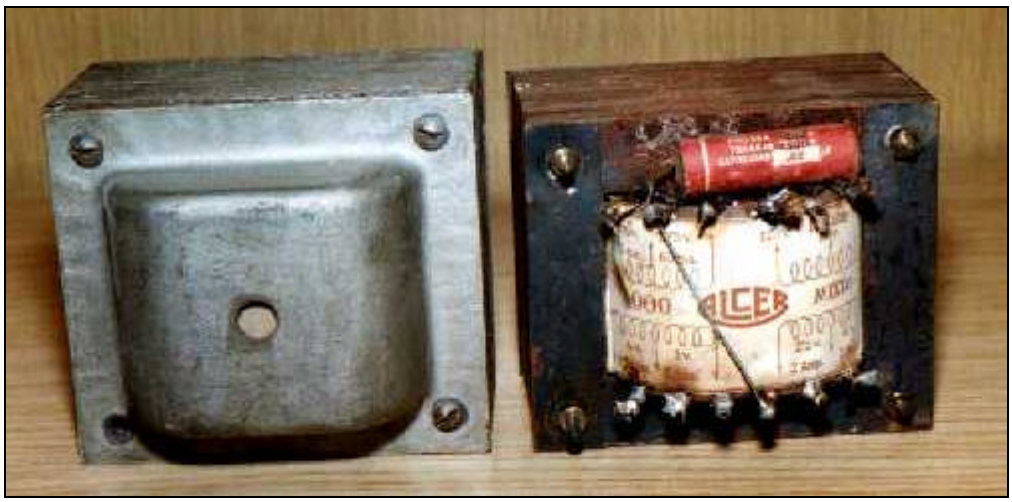


Fig. 118. Transformadores de alimentación. Vistas superior e inferior.

Tanto los transformadores de alimentación como los de baja frecuencia están formados básicamente por uno o varios devanados, arrollados sobre un carrete, y un núcleo.

- Los devanados están compuestos por hilo esmaltado o forrado de algodón arrollado en capas superpuestas sobre un soporte de cartón duro o baquelizado. El núcleo está formado por gran número de chapas de metal templado en forma de E generalmente. Todo el conjunto puede sumergirse en un baño de material aislante similar al alquitrán con el fin de protegerlo de la humedad.

Los *autotransformadores* constan de un solo bobinado del que se extraen tomas intermedias diversas, correspondientes a las tensiones que fuesen necesarias.

[232] LAGOMA, A.: O.C. p. 88 a 92.

- Se aplicaron fundamentalmente más que a los propios receptores de radiodifusión a los denominados *elevadores-reductores* de tensión que se someterán a análisis en el correspondiente capítulo dedicado a este tipo de *periféricos de los radiorreceptores*[233].

2.6.8. Tipología y utilidad de las bobinas.

La gran variedad *de* receptores de radiodifusión y la complejidad de sus distintos circuitos, condicionaron la existencia de una gran diversidad de bobinas. En un superheterodino de la década de los 30 pueden localizarse básicamente cinco etapas:

1. Cambiadora o conversora de frecuencia.
2. Amplificadora de frecuencia intermedia.
3. Detectora.
4. Amplificadora de audiofrecuencia.
5. Alimentación.

Esta diversidad de circuitos supone la existencia de bobinas de sintonía, de antena, transformadores de radiofrecuencia, uno o dos transformadores de frecuencia intermedia, diversas bobinas de choque, los transformadores de salida de audio y de alimentación.

[233] Los elevadores-reductores son unos dispositivos a los que se conectaba la clavija de entrada del receptor, con el fin de ajustar exactamente el valor de la tensión de alimentación mediante un voltímetro antes de accionar su interruptor de encendido, preservando de este modo los distintos circuitos del receptor, especialmente los filamentos de las válvulas, de posibles sobretensiones de red.

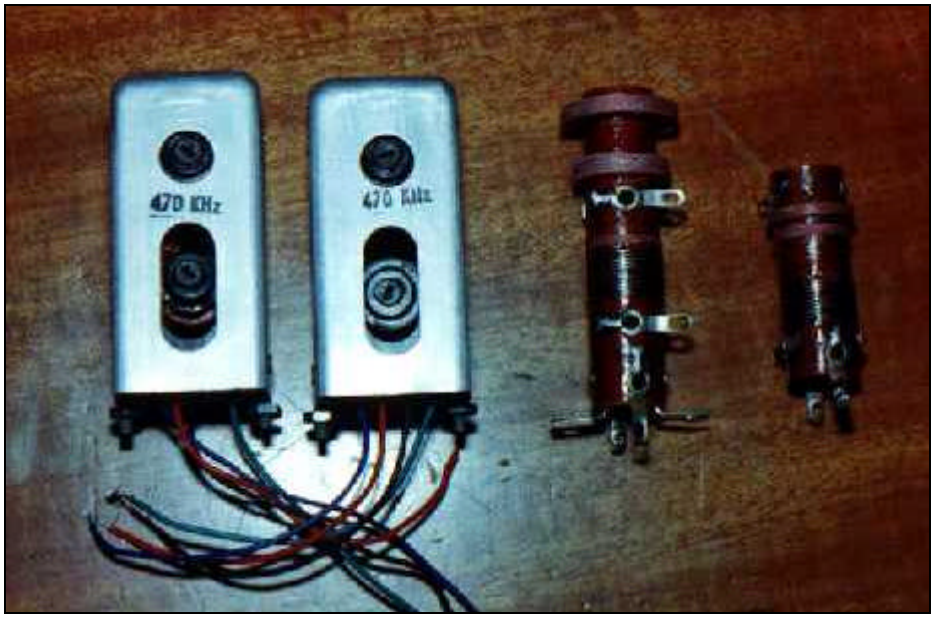


Fig. 119. Juego de transformadores de frecuencia intermedia, bobina de antena y bobina osciladora de un superheterodino típico de los años 50[234].

2.6.9. Bobinas de los circuitos de alta frecuencia.

Los circuitos para frecuencias elevadas o de *alta frecuencia* forman parte de los circuitos de *sintonía* de *radiofrecuencia* y *osciladores*. Las bobinas incorporadas a este tipo de circuitos deben funcionar con frecuencias variables entre 150 y 20.000 kHz y ello exige las siguientes características a las bobinas:

1. Máxima estabilidad posible, para lo cual se precisa un núcleo de aire.
2. Mínima capacidad propia, y, por tanto, deben estar arrolladas en forma cilíndrica y con espiras separadas para ondas cortas, y en nido de abeja como ya se mencionó en ondas medias y largas.
3. Mínima acción recíproca entre bobinas.

[234] De la colección del autor.

Los denominados por Marín[235] *circuitos diversos* comprenden los elementos de *filtrado de radiofrecuencia, frecuencia intermedia y de alta frecuencia*. Son las bobinas de choque[236] y los *circuitos tapón* o *filtros*[237].

Los circuitos para alta frecuencia incluyen los denominados *transformadores de frecuencia intermedia*, convenientemente blindados en cápsulas de aluminio, debidamente perforadas para permitir el ajuste de los condensadores variables o de los núcleos de ferrita de las bobinas.

- ✍ Un tipo de circuitos de alta frecuencia muy usual en radio está formado por un condensador variable a cuyas armaduras se conecta en paralelo una bobina cuya inductancia se puede variar mediante conmutadores que cortocircuitan grupos de espiras, introduciendo en su interior núcleos de ferrita, o utilizando conectadores que permiten intercambiar los juegos de bobinas[238].

[235] MARÍN, M.: O.C. p. 207.

[236] Encargadas de bloquear el paso de las corrientes de radiofrecuencia en los circuitos de oscilación, de detección y de audiofrecuencia

[237] Su fin es impedir el paso de rangos de frecuencias determinados.

[238] Éste último procedimiento fue muy utilizado en los primitivos receptores de onda corta, mientras los dos primeros se emplearon para efectuar el cambio de ondas medias a largas en los receptores de los años 40.

Fig. 120. Publicidad de bobinas y otros componentes para radio del año 1944.

El montaje más popular y recomendable consiste en disponer dos o más bobinas de forma independiente, una para cada gama de ondas, montadas sobre el mismo soporte cilíndrico, y con devanados específicos para cada banda.

Del análisis de la bibliografía correspondiente a los años 1923 a 1940, se deduce que fue una práctica muy usual la construcción de las bobinas de radiofrecuencia por el propio usuario, empleando para ello distintos sistemas de bobinado más o menos complejos, ya fuese sobre cilindros de material aislante, o sobre soportes de madera desmontables que permiten realizar bobinados en forma de

fondo de cesta denominados así por su similitud con los correspondientes fondos de cesta de mimbre- o en forma de estrella.

Cuando estas bobinas son utilizadas en receptores realimentados, *a reacción* o *regenerativos*, se colocan sobre soportes móviles destinados a variar la posición relativa de las bobinas en el receptor. De esta forma, se modifica el acoplamiento entre ellas hasta conseguir las condiciones de recepción óptimas. Sin embargo, los transformadores de frecuencia intermedia para los receptores superheterodinos sin embargo, se adquirían directamente ya montados en los comercios especializados.

En los receptores denominados *modernos* por J. de Ivana, las bobinas se pueden clasificar en dos categorías:

1. Bobinas de una sola etapa, cilíndricas a espiras juntas o espaciadas, utilizadas en la recepción de ondas cortas y medias.

2. Bobinas de varias capas que comprendían las bobinas en panal, fondo de cesto y sus derivados, empleados para la recepción de ondas medias y largas.

Para su construcción se emplea hilo de alta conductibilidad. Exige la utilización de hilo de cobre dividido (hilo Litz) en 20 briznas, aisladas unas de otras y de diámetro inferior a 5 ó 7/100 mm.

Otras bobinas confeccionadas con hilo macizo, éste debe tener un diámetro comprendido entre 6 y 15/10 de milímetro[239].

[239] Al disminuir la longitud de la onda a recibir, mayor debe ser el diámetro, sin rebasar los 5/10. Para ondas de longitud superior a 200 m se emplea el de 6/10 y para longitudes de onda superior a 1000 m, el de 5/10 .

Cuando las espiras no deben estas juntas se emplea hilo desnudo; pero en el caso de estarlo se emplea hilo aislado de dos capas de seda, de una capa de seda, dos capas de algodón o una capa de algodón o esmalte. Suele emplearse igualmente el hilo esmaltado con una capa de seda[240].

Según la naturaleza del receptor, se distinguen cuatro tipos de bobinas:

1. Bobinas para receptores de galena.
2. Bobinas para receptores de válvulas a reacción.
3. Bobinas para receptores de amplificación directa.
4. Bobinas para receptores superheterodinos.

- En los receptores de galena sometidos a análisis se ha podido comprobado que se utilizan generalmente bobinas de fondo de cesta. . Igualmente pueden encontrarse en algunos casos bobinas cilíndricas.
- El número de espiras a utilizar depende de la longitud de onda a sintonizar y del diámetro de la bobina

En los dos tipos de receptores y de modo indicativo, es posible elegir la bobina adecuada según los cuadros siguientes utilizando un condensador variable de 0,0005 microfaradios:

[240] IVANA, J.: O.C. p. 85.

Tabla 19. Bobinas de fondo de cesta.

Hilo con dos capas de seda	Número de espiras	Diámetro interno en mm	Longitud de onda en m	Inductancia en mH
0,5	70	30	250 a 600	190
0,3	140	30	580 a 1.000	1.400
0,2	220	30	1.500 a 3.200	4.000

Tabla 20. Bobinas cilíndricas.

Número de espiras	Diámetro del soporte en mm.	Hilo, diámetro y aislamiento	Longitud de onda en m	Inductancia en mH	Resistencia en Ohmios
55	70	0,5 dos capas algodón	200 a 600	210	1,1
200	70	0,3 dos capas seda	500 a 1.200	1130	11

En los receptores a reacción es usual encontrar bobinas con dos o tres bobinados dispuestos sobre el mismo tubo o soporte. En el primer caso, se utiliza un tubo de cartón baquelizado de 30 mm de diámetro, y los tres bobinados L_1 L_2 y L_3 correspondientes a las bobinas de antena, sintonía y reacción se colocan en este orden de arriba abajo: en primer lugar la bobina de sintonía, superpuesta a sus últimas espiras inferiores, la bobina de reacción y en la parte inferior la bobina de antena. Para ondas medias se utilizan, por este orden, 35 espiras de hilo 2/10 de dos capas de seda o esmalte y seda para la bobina de antena, 90 espiras del mismo hilo para la de sintonía, y 45 espiras de hilo 1/10 de dos capas de seda o esmalte y seda para la de reacción.

En otros casos, los bobinados se disponen sobre un soporte de 30 mm de diámetro en el orden antena, sintonía y reacción, en cuyo caso se emplean para el bobinado de antena, 25 espiras de hilo 25/100 mm esmaltado, para la de sintonía 130 espiras del mismo hilo y 30 espiras también del mismo hilo para la de reacción.

Para la recepción de ondas cortas con este tipo de receptores se emplean preferiblemente bobinas de dos bobinados, cilíndricas, de 37 mm de diámetro interno, provistas de cuatro patillas de enchufe, fabricadas expresamente para la recepción de ondas cortas. La distribución es la siguiente:

Tabla 21. Bobinas empleadas en los receptores con realimentación.

Bobina	Longitud de onda	Nº de espiras	Hilo (mm)	Devanado
Antena	20 m	7	0,7	2 capas seda con espiras separadas hasta ocupar 2,5 cm de longitud
Reacción	20 m	5	0,7	2 capas de espiras juntas, separando este bobinado del anterior 2,5 mm
Antena	40 m	14	0,7	2 capas de seda con espiras separadas hasta ocupar una longitud de 2,5 mm
Reacción	40 m	11	0,7	2 capas de seda con espiras juntas, separando este bobinado del anterior 3 mm
Antena	80 m	27	0,7	2 capas de seda con espiras juntas
Reacción	80 m	11	0,7	2 capas de seda, con espiras juntas, separando este bobinado del anterior 3 mm.

Las bobinas de los receptores de amplificación directa o de radiofrecuencia sintonizada (denominados por Philips *receptores a superinductancia*) contienen dos bobinados sobre un mismo soporte de baquelita o cartón baquelizado, que pueden ser bien intercambiables o conectarse a un conmutador. El diámetro del tubo es de 25 mm.

Los dos bobinados de cada bobina actúan como un verdadero transformador denominado *de antena* o *intervalvular*, según están conectados al circuito de antena o uniendo varios pasos a válvulas del receptor. En el caso de que el receptor cubriese una gama de ondas cortas, se disponen una a continuación de la otra, dejando entre ellas una separación de 3 mm; para ondas medias se coloca la bobina primario sobre la bobina secundario, de forma que cubriese la parte inferior de ésta, separadas por una capa delgada de celuloide.

La bobina del secundario de ondas cortas ocupaba una longitud de 3,8 cm. Las características de este tipo de bobinas se recogen en el cuadro siguiente:

Tabla 22. Bobinas utilizadas en los receptores de radiofrecuencia sintonizada.

Gama	Primario de sintonía	Secundario de sintonía	Primario intervalvular	Secundario intervalvular	Der. en S.I.
16 a 30 m	5 espiras a 30 mm del secundario	7 espiras hilo 0,5 mm; dos capas seda; 3,8 cm de largo	3 espiras hilo 0,5 mm; dos capas seda. Intercalado en el secundario.	7 espiras hilo 0,5 mm; dos capas seda; 3,8 cm de largo	a 1/2 espira desde abajo
30 a 60 m	8 espiras a 3 mm del secundario	16 espiras hilo 0,5 mm; dos capas seda; 3,8 cm de largo	6 espiras hilo 0,5 mm; dos capas seda. Intercalado en el secundario	16 espiras hilo 0,5 mm; dos capas seda; 3,8 cm de largo	a 3/4 espira desde abajo
60 a 120 m	10 espiras a 3 mm del secundario	31 espiras hilo 0,5 mm; dos capas seda 3,8 cm de largo	8 espiras hilo o,3 mm; dos capas seda, intercalada del lado de tierra del secundario	31 espiras hilo 0,5 mm; dos capas seda 3,8 cm de largo	a 1 espira a partir de abajo.
200 a 500 m	13 espiras hilo 0,2 mm una capa seda	130 espiras hilo 0,2 mm esmaltado	60 espiras hilo 0,1 mm; una capa seda	130 espiras hilo 0,2 mm esmaltado	

En todos los casos el diámetro del tubo baquelizado es de 38 mm. Las bobinas para superheterodinos se estudian desde una doble perspectiva, según los circuitos sean de frecuencia variable o fija. En los cuadros siguiente se resumen las características completas de las bobinas de sintonía y de oscilación:

Tabla 23. Bobinas de sintonía utilizadas en los receptores con cambio de frecuencia o superheterodinos .

BOBINA DE SINTONÍA.					
PRIMARIO. Φ 12mm					
Gama	**Dimensiones en mm.**	**Nº espiras**	**Tipo de hilo**	**Acoplamiento**	**Inductancia en mH**
O.C.	Longitud 6 mm	36	0,15 mm seda	3 mm entre extremos	17
O.M.	Longitud 6 mm	36	0,15 mm seda	3 mm entre extremos	17
O.L	6x6 mm	342	0,12 mm seda	5 mm entre caras	2.100

Tabla 24. Bobinas de sintonía utilizadas en los receptores con cambio de frecuencia o superheterodinos .

BOBINA DE SINTONÍA								
SECUNDARIO. Φ 12 MM								
Gama	**Dimensiones en mm.**	**Nº de Espiras**	**Tipo de Hilo**	**Trimmer pF**		**Frecuencia**		**mH**
				Fijo	Var.	Máx	Min.	
Onda Corta	11 mm largo.	12	0,5 esmaltado.	Sí	35	16 Mc/s	6 Mc/s	122
Onda Media	4x4	103	10 briznas 0,05	Sí	35	1500 kHz	540 kHz	170
Onda Larga	6x6	325	0,12	70	35	300 kHz	150 kHz	1900

Tabla 25. Bobinas osciladoras empleadas en los receptores con cambio de frecuencia o superheterodinos.

BOBINAS OSCILADORAS						
SINTONÍA						
Gama	**Dimensiones**	**Nº espiras**	**Hilo (mm)**	**Acoplamiento**	**Padder (pF) fijo/var**	**μH**
Onda Corta	11 mm largo.	13	0,5 esmaltado.	Justo enfrente	... / ...	1,44
Onda Media	3 X 3	78	0,15 seda	3 mm entre caras	500 / 35	300
Onda Larga	4 X 4	159	0,20 seda	.....	170 / 35	405

Tabla 26. Bobinas osciladoras empleadas en los receptores con cambio de frecuencia o superheterodinos.

ENTRETENIMIENTO							
Gama	**Dimensiones**	**Nº espiras**	**Hilo (mm)**	**Trimmer (pF) fijo/var**	**Trimmer (frec)**	**Padder**	**mH**
Onda Corta	4 mm	10	0,30 seda	.../35	15 MHz	6 MHz	1,6
Onda Media	3 X 2	36	0,15 seda	25 / 35	1300 kHz	592 kHz	18,4
Onda Larga	...	...	...	150 / 35	26,4 kHz	160 kHz	...

Los circuitos de frecuencia fija comprenden las bobinas para frecuencias intermedias de 472 y 135 kHz que constituían los *transformadores de frecuencia intermedia*[241].

---

[241] En los transformadores de frecuencia intermedia a 472 Kc s es posible distinguir entre aquellos en cuyo diseño se incluyen:

Bobinas con núcleos de hierro o aire.

Bobinas con núcleo de hierro de baja impedancia.

Bobinas con núcleo de hierro de alta impedancia.

1.- Transformador con núcleo de aire:

Número de espiras.	162.
Condensador de sintonía.	250 pF.
Inductancia con blindaje.	450 mH.
Inductancia sin blindaje.	470 mH.
Factor de mérito.	150.
? bobina nido de abeja.	6x6 mm.
? exterior del tubo.	12 mm.

d=28 mm para el primer transformador y 23 mm para el segundo.

2.- Transformador con núcleo de hierro de baja impedancia:

Número de espiras	83
Condensador de sintonía	325 pF
Inductancia	350 mH

d=20 mm para el primer transformador y 16 mm para el segundo.

3.- Transformador con núcleo de hierro de alta impedancia:

Número de espiras	113

El montaje de bobinas por los usuarios desapareció prácticamente a partir de la década de los 40, debido a la gran oferta de bobinas confeccionadas directamente por gran cantidad de fabricantes tanto nacionales (RAES, Intercontinental radio, SIE, Especialidades electrónicas) como extranjeros (Philips, RCA, Telefunken) que era posible localizar en los comercios especializados.

2.6.10. Las bobinas utilizadas en el diseño de los circuitos de baja frecuencia.

Bajo la denominación de *circuitos de frecuencias bajas*, se ha englobado a los transformadores de suministro de energía y a los de audiofrecuencia.

Condensador de sintonía	180 pF
Inductancia	650 mH
Factor de mérito	180

d=22 mm para el primer transformador y 18 mm para el segundo.

En todos los casos el hilo es de 20 briznas de 5 100 mm

En los transformadores de frecuencia intermedia a 135 Kc s las bobinas tienen una sección cuadrada de 6 mm de lado y se arrollaban sobre tubo de baquelita de 12 mm de diámetro, con hilo de 10 :100 esmaltado y una capa de seda. Las bobinas iban devanadas en panal.

Número de espiras	565
Condensador de sintonía	250 pF
Inductancia con blindaje	5.600 mH
Inductancia sin blindaje	5.750 mH
Impedancia por circuito	224 kW
Factor de mérito	50

Ambos exigen núcleos formados por hojas metálicas y bobinados en capas sucesivas. Según la frecuencia de la corriente, el espesor de las chapas metálicas varia desde la plancha ordinaria denominada 2,6 W para los transformadores de alimentación, hasta la chapa de silicio al níquel (permalloy o anhyster) de los transformadores de audiofrecuencia.

En los transformadores de alimentación, con el fin de reducir al máximo las pérdidas de energía en forma de calor, el bobinado debe realizarse con conductores de baja resistencia por unidad de longitud. Constan de un primario, en ocasiones con varias entradas según la tensión de red (de 90 a 250 voltios) y secundarios con tensiones de 4, 6,3 y 350 voltios (éste último con toma media).

Los *autotransformadores* incluyen solamente una bobina de la cual surgen distintas derivaciones para cada tensión. Ello supone un grave inconveniente al no estar separados los circuitos primario y secundario, aunque permite un considerable ahorro por ser menor el número de espiras de cobre necesarias para su construcción[242].

Los transformadores *de audiofrecuencia* constan de un primario de impedancia próxima a los 5.000 ohmios[243]y un secundario de baja impedancia (4 a 8 ohmios) al que se conecta el altavoz.

Habitualmente los transformadores de *alimentación* y de *audiofrecuencia* se adquirían directamente, ya montados, en el comercio especializado por los montadores de radiorreceptores, aunque en caso de averías, podían ser bobinados nuevamente.

[242] FLEURY, P. y MATHIEU, J.: O.C. p. 180 a 185.

2.7. MATERIALES MAGNÉTICOS UTILIZADOS.

Existe una gran variedad de materiales con propiedades magnéticas en los circuitos de radio, básicamente en los altavoces, las bobinas y transformadores.

El acero al silicio se utiliza en la construcción de núcleos para transformadores de *audiofrecuencia*, de *potencia* e *inductancias o bobinas de filtro*.

Cuando el peso y el tamaño deben reducirse al mínimo, se emplea un tipo de acero al silicio, en el que la orientación de los cristales que lo forman son cuidadosamente controladas desde el proceso de fabricación; para que la saturación se produzca con una densidad de flujo un 30% superior que en el acero al silicio ordinario, con un aumento de permeabilidad y disminución de pérdidas en el núcleo.

El desarrollo posterior de aleaciones de hierro-níquel, sometidas a un tratamiento térmico previo, permitió obtener permeabilidades muy elevadas, incluso con bajas densidades de flujo. Con ellos se consiguieron permeabilidades iniciales comprendidas entre 10.000 y 100.000 en comparación con la de 300 del acero al silicio ordinario.

Las pérdidas por *histéresis* de tales aleaciones son sumamente bajas para densidades de flujo moderadas y bajas y la densidad de flujo de saturación moderadamente menor que en el hierro al silicio.

La composición de las aleaciones es variable entre el 45 y 80% de níquel, y se conocen como *Permalloy*, Supermalloy y *Mú-metal*. La adición de molibdeno

[243] En ocasiones este primario era simétrico –en amplificadores con salida en contrafase- o disponía de tomas para distintas impedancias de entrada.

supone un aumento de resistividad, con la subsiguiente reducción de las corrientes parásitas. El Permalloy al molibdeno resultante se empleó en los elementos para frecuencias relativamente altas.

Por otra parte, la adición de cobalto a las aleaciones de hierro-níquel introdujo la posibilidad de obtener una permeabilidad sustancialmente constante hasta con densidades de flujo moderadas, combinada con pérdidas por histéresis sumamente bajas para densidades de flujo bajas y con fuerza coercitiva y retentiva casi nulas. Tales aleaciones se denominaron *perminvares* y mantienen muy bien las características de alta permeabilidad de las aleaciones de hierro-níquel como el Permalloy. El contenido en cobalto de las aleaciones de hierro-níquel es variable[244].

Se desarrollaron igualmente núcleos magnéticos no conductores para bobinas de radiofrecuencia, que constan de mezclas de ferritas con una resistividad tan elevada que las pérdidas por corrientes de Faucault son despreciables en núcleos macizos.

Tales núcleos magnéticos conductores no pueden ser empleados en transformadores de potencia debido a su pequeña densidad de flujo de saturación[245]. En bobinas se utilizaron núcleos de ferrita o *ferroxcube*. Se trata de aglomerados formados a base de óxidos de hierro pulverizado.

[244] Entre el 36 y el 50%.

[245] STRUTT, M.: *"Ferromagnetic Materials and Ferritics"*. Wireless Eng. Vol. 17. December 1950. p. 86.

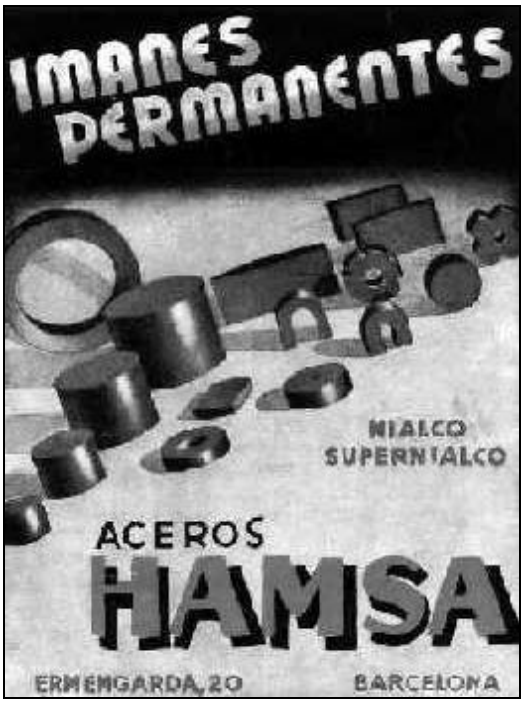


Fig. 121. Publicidad de materiales ferromagnéticos para radio

2.8. LOS TRANSDUCTORES SONOROS.

Los altavoces y anteriormente los auriculares son el último e imprescindible eslabón en la transmisión del sonido a través de la radiodifusión, sin los que puede decirse que este medio de comunicación, como sistema de transmisión sonoro, no tendría ningún sentido.

Con el fin de reproducir la onda sonora transmitida desde el emisor, a la salida del receptor aparece una corriente eléctrica de baja frecuencia denominada *señal de audio* que debe ser convertida en sonido. En los receptores de radio ello se logra mediante el empleo de *transductores*, cuya misión es reproducir en forma de onda sonora el sonido original. Los más comunes fueron los *teléfonos* o *auriculares* y los *altavoces, bocinas o speakers* también denominados *parlantes* o *altoparlantes* por algunos autores, probablemente por influencia francesa del término *parleur* o *hautparleur*.

En 1912, con el fin de distinguir los altavoces de los auriculares, se denominó a los altavoces *"teléfonos de voz potente"*[246].

2.8.1. Los auriculares.

Los primeros auriculares permitieron la audición individual, lo que supuso un notable efecto en las audiencias, ya que implicaban un aislamiento del oyente de su ambiente. En el caso de los *receptores no amplificados de galena* exigían condiciones especiales de escucha, tales como la ausencia casi total de ruidos exteriores debido al bajo volumen sonoro que tales receptores generaban, tal como se analizará en el capítulo correspondiente.

[246] Electrón. nº 23. 1 Febrero 1934.

Existen referencias directas del modo en el que se realizaban audiciones colectivas de estos receptores. El que sigue es un testimonio directo de un usuario de la época[247]:

> *"Los oyentes se reunían en torno a una mesa - generalmente en la habitación de estar del domicilio- en torno a la cual se distribuían varias parejas de auriculares colocados sobre un soporte que permitía su colocación sobre la cabeza de cada uno de los oyentes. Éstos, tras colocarse sus correspondientes auriculares, permanecían en silencio absoluto mientras el propietario del receptor hurgaba en el correspondiente detector de bigotes de gato sobre la piedra de galena hasta lograr un punto activo. Tal contacto era el que permitía la audición, instante en el que todos los presentes hacían un gesto de afirmación indicando que "ya se oía", para nuevamente permanecer en silencio durante la audición."*

En las portadas de algunas publicaciones periódicas de los años 20 es posible encontrar fotografías en las que se reflejan situaciones semejantes.

Tales auriculares poseen una membrana metálica circular colocada frente a la armadura de un imán permanente sin llegar a tocarla. Sobre el imán se disponía una bobina por la que circula la corriente de audio, la cual por ser alterna, producía un campo magnético que se suma o resta al del imán permanente, originando variaciones en la fuerza de atracción sobre la lámina metálica, que vibraba en función de tales variaciones, por lo que reproducía la onda sonora original. El conjunto se montaba sobre una caja circular de baquelita con tapa roscada y perforada en su centro para permitir la audición. La membrana móvil, generalmente

[247] Cita textual de Francisco Saura Mármol.

de acero, se ajustaba al tamaño de la tapadera, debidamente separada mediante juntas elásticas.

La calidad del sonido producido por los auriculares resultaba insuficiente, especialmente a la hora de reproducir las frecuencias más bajas, ya que la proporcionalidad entre la señal de audio y la señal sonora obtenida no es directa.

Generalmente, los auriculares se disponían por parejas, uno para cada oído, sobre un soporte metálico o *cofia*. Iban unidos en serie a través de un cable doble trenzado y recubierto de algodón o plástico, que en su extremo llevaba la clavija correspondiente, ya fuese bipolar o un jack telefónico.

Con la aparición de los receptores transistorizados, los auriculares se miniaturizaron, conservando no obstante su estructura interna. La caja que los contenía permitía su adaptación al pabellón auditivo, bien a través de una pieza de material plástico móvil, o introduciendo el extremo del auricular directamente en el conducto externo. El cable paralelo es de menor sección, más flexible y termina en una clavija jack miniatura.

Posteriormente, los denominados *walkman* o receptores que pueden ser escuchados mientras el oyente camina exigieron la incorporación de nuevos auriculares mucho más sensibles y de mayor fidelidad que los anteriores de membrana metálica. Se montan tanto sobre un soporte o directamente acoplados al pabellón auditivo, con un cable independiente para cada uno de ellos acabado en un jack doble miniatura, con el fin de permitir la audición estereofónica. Su membrana es de material plástico y su estructura interna es más similar a la de un altavoz autodinámico que a la de un auricular de membrana.

2.8.2. Los altavoces.

En una primera aproximación, los altavoces son dispositivos que convierten tensiones eléctricas variables en vibraciones sonoras, por lo que tienen una función inversa a la del micrófono[248].

De las definiciones que aparecen en la bibliografía especializada destacan las dos siguientes en las que se pone de manifiesto la idea de conversión de una corriente eléctrica en una señal acústica o sonido perceptible por el sistema auditivo.

> *"El altavoz es el órgano encargado de la transformación de la tensión eléctrica de audiofrecuencia, previamente amplificada, en energía acústica"*[249].
>
> *"El altavoz es un transductor electroacústico especialmente diseñado para irradiar energía acústica dentro de un recinto cerrado o al aire libre"*[250].

En consonancia con ellas, se adopta como definición de altavoz la siguiente:

> **Altavoz** es un dispositivo transductor de corrientes eléctricas alternas de baja frecuencia en sonido.

El profesor de micrófono de la Escuela Superior de Música de París Evie Sownette, criticaba en 1933 la dejadez de los fabricantes de altavoces. En su opinión

[248] OTTE, J., O.C. p. 111

[249] IVANA, J.: Memento Radio 1946. p. 13

[250] ASENSIO, M.: . Radioelectricidad. Enero, 1942.

era preciso perfeccionar los dispositivos de reproducción sonora, de forma que reprodujesen una gama de frecuencias lo más amplia posible. Sownette afirmaba que tal restricción suponía una traba importante a la hora de escuchar las transmisiones musicales.

En su opinión, era preferible olvidar el diseño de un estilo radiofónico propio y centrar todos los estudios e investigaciones en mejorar técnicamente los sistemas de reproducción sonora de los receptores. Era necesario centrar la atención en el diseño de receptores económicos, destinados a dar la máxima difusión a la radio, que comparaba con la fabricación de pianos a los que faltaban notas con el fin de abaratar sus precios.

El autor reducía la solución de todos los problemas derivados de la escasa fidelidad de los receptores primitivos al diseño adecuado de sus altavoces, ignorando que éstos tan sólo son el último eslabón de una larga cadena en la cual aún quedaban por resolver una gran cantidad de problemas de índole técnica que eran en realidad los causantes de la escasa fidelidad sonora de las transmisiones radiofónicas, tales como el reducido ancho de banda característico éstas que en aquél momento se realizan exclusivamente en Modulación de Amplitud. Según Sownette:

> *"Hace falta advertir a los constructores que los altavoces son especies de negaciones musicales. No vale tomar un camino que no conduzca a ninguna parte. Tal sería la decisión de vender la música a precio ínfimo. Parece que se quiere seguir la ruta de los fabricantes de automóviles, que se empeñan en ofrecerlos por cantidades inverosímiles. Yo deseo como primero e imprescindible mejoramiento, la puesta a punto de los aparatos y sobre todo de los altavoces insuficientes. Entonces, solamente entonces, veremos lo que la música es a través de la radio"*[251].

De la definición propuesta puede deducirse que el altavoz es un instrumento eléctrico y acústico y, por tanto, en su estudio entran conceptos relativos a *impedancia eléctrica, mecánica y acústica*[252].

2.8.2.1. Tipos de altavoces para radio.

Con el fin de clasificar los distintos altavoces localizados tanto en la bibliografía como en las colecciones de receptores analizadas, se han agrupado de forma cronológica en cuatro tipos básicos, distintos entre sí tanto por su aspecto externo como en su sistema de funcionamiento:

---

[251] *"Opiniones sobre el porvenir de la radio"*. Ondas. Enero 1933. p. 3.

[252] El término impedancia eléctrica (Z) ya se definió al hablar de bobinas. En el intervienen la resistencia (R), la frecuencia (?), el coeficiente de autoinducción (L) y la capacidad (C).

$$Z^2 = R^2 + (L? - 1/C?)^2$$

La impedancia mecánica se definió por el Instituto de Radio Ingenieros (IRE) como el cociente complejo de una fuerza alternativa aplicada al sistema por la velocidad lineal alternativa resultante en la dirección de la fuerza, desde el punto de aplicación.

La *impedancia acústica* del altavoz varía en gran manera con el lugar en que se coloca y debe traducirse a su equivalente mecánico, siendo la impedancia acústica igual al cuadrado de la *impedancia mecánica* dividida por el cuadrado del área de la superficie considerada.

$$Z_{ac} = Z^2_m / S^2$$

1. **Altavoces de lengüeta**.

2. **Altavoces de cono**.

3. **Altavoces con electroimán**.

4. **Altavoces con imán permanente**.

Los altavoces más antiguos, los *altavoces de lengüeta*, en realidad no son más que auriculares de grandes dimensiones adaptados a una bocina que actúa como resonador acústico, lo cual permite realizar audiciones colectivas con relativa potencia, de los programas emitidos por radio. El montaje se coloca en el exterior del receptor[253].

- Para su diseño externo se utilizaron diversos materiales como baquelita, madera, cartón, hierro, latón, porcelana, plástico-cemento y celuloide entre otros.

- Se fabricaron altavoces con forma de cuerno, imitaciones de estatuillas, lámparas de mesa, cuadrados, trapezoidales, de campana y ovalados.

[253] Según las estadísticas, llegaron a construirse en la década de los 20 unos dos mil modelos distintos y diez millones de altavoces de este tipo.

Tabla 27. Marcas y modelos de altavoces de lengüeta fabricados hasta 1930.

Marca (modelo)		
Amplion (Patrician AA18)	Brown (Bullphone Nanyo 11")	Florentine Art Products Inc. (Voice from the Sky)
Gale Radio Labs Town Crier	Gaumont	Gecophone
Gemco Mgf. Co. (26R)	Graef and Trecartin Graephone	Herman Electric Mgf. Co.
India Ltd. (Confucio)	Kodel Radio Corp. (Microphone Speaker)	Oro-Tone
Philips (2003, 2014, 20152016, 2019, 2024,2030, 2032, 2040, 2109, 2113 y 2121).	Radio Glory	Rice and Hochster Reflectone
Siemens Ethovox	Temple (15)	Timmons Radio Products Corp. A
Utah Radio Productos Co. Super Flex	Zenith Radio Mgf.Co.	

Tras distintas modificaciones, se sustituyeron el diafragma y la bocina por un cono, que quedaba fijo por su vértice a la parte vibrante y ésta insertada en un electroimán. Al dispositivo así constituido se le denomina *altavoz de cono*.

Los *altavoces de cono* presentaban una importante limitación a la hora de reproducir con fidelidad las frecuencias bajas debido a la escasa amplitud de las vibraciones que permitía el entrehierro, con lo que únicamente tenían una respuesta adecuada a las frecuencias medias.

✍ Estos primitivos altavoces, tanto los de bocina como los de cono, son característicos de los receptores que llevan el altavoz separado

del cuerpo del receptor, tales como los Philips 2524, 2802, 2531 y 2534[254].

- Los *altavoces de cono* se incorporaron también a los conocidos *"receptores de capilla"* al principio de la década de los 30, en modelos que llegaron a ser tremendamente populares y que en la actualidad son muy apreciados por los coleccionistas, tales como el Philips 820 A y 830 A del año 1932 y 930 A de 1931[255].

Prácticamente *los altavoces de cono* comenzaron a entrar en desuso a partir de 1933, momento en el que comenzó la fabricación de altavoces propiamente dicha. Ciertos autores tales como Erich V. Zobel le auguraron una corta vida ya en 1933:

> *"Desprovisto ya de la bocina y empleando como membrana un cono de papel, cartulina u otro material adecuado, siguió el altavoz magnético de cuatro polos, si bien esta llamado a desaparecer "*[256].

Tras los *altavoces de cono*, comenzaron a comercializarse altavoces mucho más perfeccionados. Constan un núcleo de hierro dulce cuya sección transversal muestra un alma central y una envoltura que cierra el circuito magnético. Éste deja un reducido espacio denominado *entrehierro* dentro del cual puede desplazarse la *bobina móvil*, un *cono* o *diafragma* que lleva solidaria la bobina móvil, un sistema de centrado llamado *estrella* o *araña* y los elementos mecánicos precisos para su sujeción, así como una *bobina de electroimán* o *de campo*.

---

[254] Documentación original Philips.

[255] Documentación original Philips

[256] ZOBEL, E.V.: *"Sobre altavoces"*. Antena. nº 60. Mayo 1933

Los altavoces así constituidos son los denominados *altavoces con electroimán*.

Dichos altavoces usan la bobina de campo como *self* de filtro para lograr una mejor rectificación de la corriente de alta tensión del receptor, por lo que fueron muy utilizados en los receptores de corriente alterna, y con una modificación en el circuito correspondiente en los aparatos de alimentación indistinta. No obstante, dejaron de utilizarse a partir de la década de los 60 por la comodidad que suponía el empleo de los altavoces con imán permanente.

Los primeros *altavoces con electroimán* presentaban tendencia a no reproducir adecuadamente las bajas frecuencias. Para evitarlo se establecía una separación del espacio que rodeaba al cono mediante una pantalla rígida formada por un cuadrado de madera de al menos 80 cm de lado y al menos 2 de espesor en cuyo centro se practicaba un agujero del tamaño del cono del altavoz[257].

El perfeccionamiento en el diseño de materiales magnéticos permitió del diseño de altavoces en los que se sustituyó el electroimán por un imán permanente. El imán permanente de un altavoz, en su forma más extendida, consiste en cuatro brazos de igual polaridad dispuestos en forma de cruz, dejando un hueco central en el cual se encuentra el polo opuesto, de forma cilíndrica y, entre ellos, el entrehierro en cuyo interior se desplaza la bobina móvil dentro de un campo magnético muy intenso. Este tipo de *altavoz con imán permanente*, fue el más popular en los receptores de válvulas de la década de los 40, 50 y 60.

Los *altavoces con electroimán* debieron presentar una importante desventaja en los receptores alimentados por baterías debido tanto al mayor precio de los altavoces de este tipo como a que es preciso un consumo adicional de energía para

[257] Electrón. nº 10. 1 agosto 1934.

alimentar la bobina de excitación del electroimán con el consiguiente acortamiento de la vida de las baterías. En tal dirección apuntaron las críticas de Zobel en 1933:

> *"Aunque reproducen casi perfectamente toda la gama de frecuencias musicales y con gran volumen de sonido, lo hacen a expensas de un nuevo gasto de corriente para la excitación del electroimán y de un coste más elevado del receptor"*[258].

El mismo autor propuso el empleo de un altavoz especial de fabricación española comercializado bajo el nombre de *Melodial Inductor Dinamic* cuya novedad fundamental radicaba en que la armadura móvil no está colocada entre las piezas polares, sino delante de ellas, permitiendo una óptima reproducción de toda la gama de frecuencias de audio. A la vista de su especial disposición, el entrehierro puede construirse tan estrecho como fuese preciso, utilizando un imán permanente.

[258] ZOBEL, E.V.:O.C.

Fig. 122. Publicidad de altavoces Radiola y Roselson. Año 1954.

La composición de los imanes para el diseño de altavoces ha sido muy estudiada desde el final de los años 30. Se construyeron con aleaciones, tales como acero con un 6 a un 35% de cobalto, y el *alnico*, propuesto a partir de 1935, que es una aleación de hierro, aluminio níquel y cobalto. Posteriormente, apareció el *ticonal*, aleación de titanio, cobalto, níquel y aluminio, y el *alcomax* inglés, de composición semejante al alnico.

Los *altavoces con electroimán* y los de *imán permanente* coexistieron en el diseño de los receptores desde 1933 hasta los años 60 en los que prácticamente dejaron de utilizarse los primeros, como consecuencia del perfeccionamiento del diseño de los altavoces de imán permanente. Ello permitió la aparición tanto de altavoces capaces de reproducir márgenes amplios de frecuencias, como de otros específicos para la reproducción de frecuencias altas, medias y bajas. De esta forma,

los receptores comenzaron a incluir más de un altavoz con el fin de mejorar la respuesta a las distintas frecuencias.

Fig. 123. Publicidad del altavoz Nora L 22. Año 1933.

Fig. 124. Publicidad de altavoces Lorelli y Melodial (1957)

Los altavoces de tamaño medio y grande pueden incorporar al cono principal un segundo cono concéntrico de pequeño tamaño, destinado a mejorar la reproducción de las frecuencias más altas.

Con el mismo fin, se incorporaron bocinas metálicas concéntricas en los altavoces denominados *Difusicone*.

Los altavoces para la reproducción de frecuencias bajas o tonos graves se construyeron con conos de cartón grueso y gran diámetro, mientras que los conos de los destinados a la reproducción de frecuencias altas o tonos agudos son de mucho menor diámetro y mucha mayor rigidez[259].

Por estas causas, ya en los primeros años 40 se desarrollaron distintas clases de conos, denominados *cisoidal* e *hiposiclodial* con el fin de evitar al máximo el efecto pistón para adaptarse a las formas de vibración más adecuadas a las frecuencias superiores.

La mayoría de las membranas para altavoces se realizaron con pasta de papel de una pieza moldeada en caliente sobre un molde o forma especial. Tras el moldeo, la pasta de papel es porosa por lo que es sometida a procesos de impermeabilización y posterior baquelización de la base del cono con el fin de favorecer la reproducción de frecuencias altas.

Aparte de los altavoces de cono circular, se utilizaron los *altavoces elípticos*, aunque su uso siempre fue discutido. Con ellos se pretendía aprovechar el eje menor de la elipse para reproducir las frecuencias elevadas, y el eje mayor para las bajas, aunque en general los *altavoces elípticos* presentan un bajo rendimiento en la reproducción de frecuencias bajas.

---

[259] SINGER, L.: O.C. p. 53 a 63.

A fin de paliar esta deficiencia, se recomendaba montar los altavoces elípticos con el eje mayor en posición vertical, con el fin de obtener un mejor reparto de los agudos en el plano horizontal[260]. No obstante los fabricantes de receptores de los que se tiene referencia los montaron horizontalmente[261].

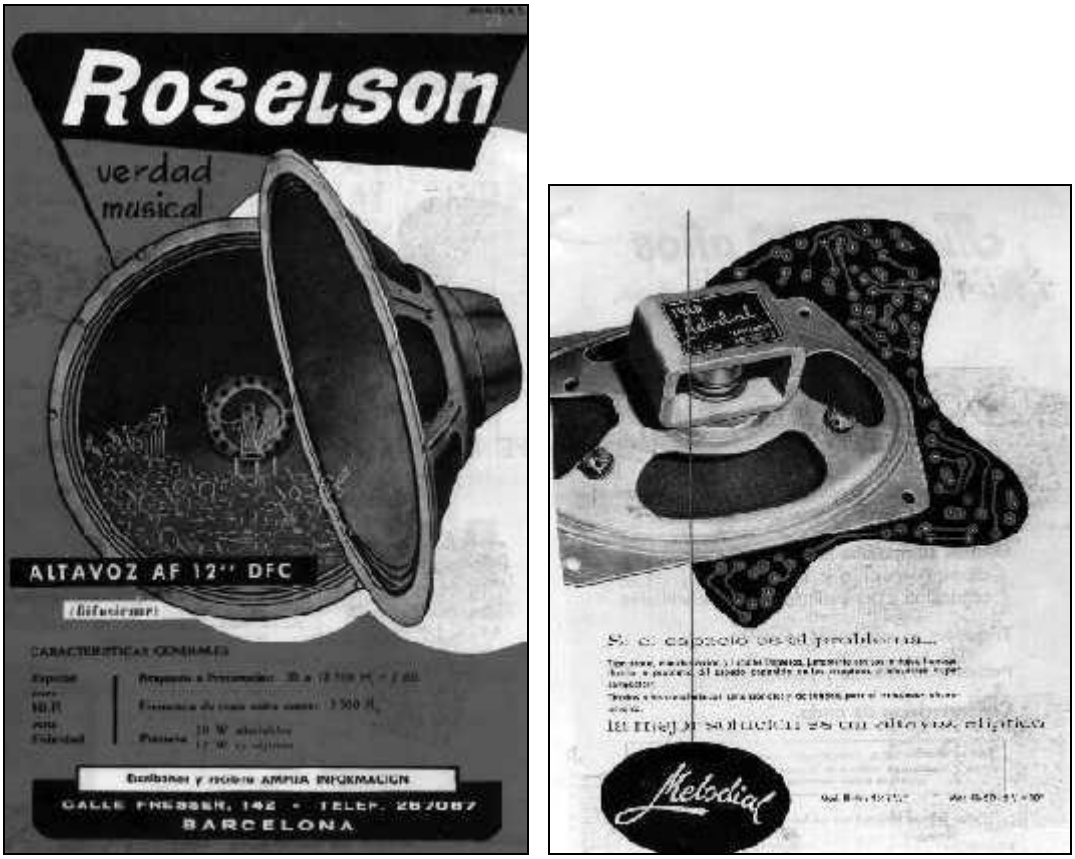


Fig. 125. Altavoces Roselson Difusicone (DFC) y Melodial elíptico.

En cuanto a la bobina móvil, se realizaba con hilo de cobre, aluminio o bronce esmaltados. Posteriormente se daba rigidez al conjunto por medio de un cemento o barniz no higroscópico capaz de soportar altas temperaturas.

[260] LAGOMA, A.: O.C. p. 10 a 107.

[261] Por ejemplo los receptores M-49 de Marconi, Trovador y Sonata de Telefunken, 83E16 A de Philips y el B-350 de Iberia, de la colección de receptores del autor.

- Durante los primeros años 40 fue muy extendido el uso del barniz Ducco, o el utilizado por algunos constructores europeos cuyos componentes son ámbar, goma elemí y esencia de trementina[262].

2.8.2.2. Los altavoces en los receptores transistorizados.

La aparición de los receptores transistorizados no supuso en principio variaciones importantes en relación con el diseño de los altavoces. Básicamente se heredaron los modelos utilizados en los receptores a válvulas de tamaño medio, pues los receptores transistorizados se montaban incluso en muebles idénticos a los utilizados en éstos.

Cuando los aparatos transistorizados comenzaron a miniaturizarse, convirtiéndose en portátiles e incluso de bolsillo, lógicamente el tamaño de los altavoces hubo de reducirse considerablemente. No obstante siempre ha existido una marcada tendencia a incorporar en la caja del receptor el altavoz del tamaño más grande posible, aunque en ocasiones se sacrificaba éste en aras del diseño. Así, dos receptores transistorizados de tamaño grande y aspecto similar fabricados por Inter durante los primeros años de la década de los setenta, el Euromódul 90[263] y el Euromódul 80[264] incorporan altavoces de 6,5” y de 4 x 6” pese a que el segundo de ellos es incluso de mayor tamaño que el primero.

Estos altavoces en principio incluían sus propias perforaciones para la fijación a la caja o mueble mediante tornillos. En el caso de receptores montados sobre cajas de plástico, los tornillos o tuercas solían ir fundidos conjuntamente con éste, de manera que bastaba colocar el altavoz sobre éstos y atornillarlos.

---

[262] ASENSIO,M.: O.C. p.138.

[263] Sus dimensiones son 40 X 21 X 12 cm.

[264] 43 X 20 X 13 cm.

Los receptores transistorizados de pequeño tamaño no permitían el empleo de altavoces de tamaño medio, sino que exigió el desarrollo de nuevos modelos de diámetro inferior a 4", que en este caso no incluían las perforaciones para su sujeción, sino que ésta se realizaba empleando tres o cuatro pequeñas chapas mecanizadas y perforadas que los sujetaban desde la periferia de la armadura metálica mediante tornillos por presión a la caja.

Estos altavoces de 3,5", 3", 2,5" o 2" en un principio incorporaban un núcleo magnético de gran tamaño, que tuvo que reducirse con el fin de poder realizar diseños de tamaños cada vez menores. De este modo surgieron los altavoces *semiextraplanos*[265]. En ellos el imán tenía un diámetro exterior considerablemente menor en la mayoría de los casos, aunque su sonoridad no era tan perfecta como la de los restantes altavoces[266].

La incorporación de la banda de modulación de frecuencia a los transistores de bolsillo, supuso nuevas exigencias a la hora de fabricar altavoces de reducido tamaño capaces de dar una aceptable respuesta a las frecuencias más elevadas. A tal fin se han fabricado los altavoces que sustituyen la cubierta protectora del entrehierro del imán en el cono de cartón por una pequeña cúpula de aluminio que la recubre totalmente y genera un sonido ciertamente más metálico que mejora la respuesta a los tonos agudos.

---

[265] Los denominados *altavoces extraplanos* tenían una disposición especial que permitía la colocación del imán permanente por la parte frontal del cono, y no en su lugar habitual. No obstante no hemos localizado receptores transistorizados que los incluyesen, pues su uso se restringía a los tocadiscos portátiles, colocándose sobre la caja acústica que formaba su tapadera.

[266] Puede comprobarse escuchando el primer modelo *Mini Samos* fabricado por Vanguard en 1971 con frontal metálico que incluía un altavoz de 5,5 cm de diámetro con imán normal, y la versión posterior con frontal de plástico perforado con un altavoz semiextraplano.

La movilidad de los receptores transistorizados llevó al diseño de aparatos susceptibles de ser escuchados de manera controlada incluso bajo la ducha. No son más que aparatos debidamente blindados a los que se les adapta un altavoz con cono de plástico impermeable y un cono de aluminio como el mencionado con el fin de evitar la entrada de agua al interior.

2.8.2.3. Funcionamiento.

El funcionamiento de los altavoces se debe a la acción producida por la corriente alterna sobre la bobina móvil, que al encontrarse inmersa en un campo magnético uniforme, origina una fuerza electromagnética que la desplazará hacia dentro y hacia fuera según el sentido de la corriente alterna. Como consecuencia, se produce una vibración de ésta en su interior y, al hacerlo, transmite dicha vibración al cono que las transforma en sonido por compresiones-descompresiones sucesivas del aire.

La fuerza electromagnética que aparece sobre la bobina se comunica a la base del cono y se propaga hacia el borde exterior, por lo que éste en realidad, más que vibrar, se comporta como un pistón a frecuencias bajas que comprime y descomprime el aire en sus desplazamiento, mientras que a frecuencias altas el cono no tiene un desplazamiento notable, por lo que sí que se comporta como elemento vibrador[267].

2.8.2.4. Factores determinantes de la calidad de los altavoces.

Existe una gran cantidad de características físicas y acústicas a considerar a la hora de valorar la calidad de un altavoz. De entre todas ellas se han seleccionado las dos siguientes:

[267] SINGER, L.: Radio. Cía. Eds. Continental S.A. Méjico. 2ª Ed. Febrero 1949. p. 53.

1. **Fidelidad**, que a su vez puede desglosarse en dos aspectos: la fidelidad en amplitud y la fidelidad en frecuencia.

2. **Respuesta a los regímenes transitorios**

✍ La *fidelidad en amplitud* se mide colocando un sistema micrófono de condensador o piezoeléctrico-amplificador debidamente calibrados delante del altavoz objeto de estudio, observando si las variaciones de tensión a la salida del amplificador son o no proporcionales a las variaciones de potencia a la entrada del altavoz. Las pruebas se realizan al aire libre con el fin de eliminar posibles reflexiones del sonido en paredes y techos, o por el contrario en un recinto de paredes absorbentes.

✍ La *fidelidad en frecuencia* se puede determinar de diversas formas, siendo la más usual montar el dispositivo anterior, pero con el altavoz colocado en el interior de un baffle de un metro de lado para que no se atenúen las frecuencias bajas, aplicando al altavoz distintas frecuencias a potencia constante, midiendo la salida en el sistema micrófono-amplificador.

Las pruebas anteriores son aceptables para altavoces de mediana calidad, como los utilizados habitualmente en los receptores de radiodifusión[268].

✍ La respuesta a los regímenes transitorios comenzó a determinarse a partir de 1949 en altavoces de alta calidad que aún presentando curvas de respuesta idénticas, auditivamente mostraban diferencias notables.

[268] ASENSIO, M.: *"Respuesta de los altavoces"*. Radioelectricidad. Abril 1949.

En 1934 se realizaron experiencias destinadas a mejorar la calidad de la recepción utilizando un segundo altavoz, bien utilizando dos altavoces dinámicos de distinto tamaño (el de mayor diámetro para las frecuencias bajas y el de menor para las altas) o incluso empleando un altavoz con imán permanente para la reproducción de las frecuencias más altas y uno con electroimán para las frecuencias bajas, siempre teniendo en cuenta que la gama de frecuencias que se aplican al altavoz de un receptor variaba entre 40 Hz y 9 kHz, límites exigidos por el ancho de banda de las estaciones de Modulación de Amplitud.

La unión de los altavoces al receptor se realiza mediante los transformadores de salida y filtros que permiten el paso de frecuencias altas o bajas a cada uno de los dos altavoces.

Los altavoces montados en los receptores europeos y americanos de los años 40, tienen una impedancia que oscila entre los 4 y 16 ohmios, por lo que los altavoces se conectaban a la etapa amplificadora de baja frecuencia a través de un transformador de impedancia denominado *transformador de salida*.

- Telefunken en los receptores para corriente alterna de sobremesa y tamaño grande puestos a la venta en España durante la década de los 40, tales como los modelos Sarasate, Pizarro, Imperio o Cruz del Sur[269], empleó altavoces con electroimán de ocho o diez pulgadas que incluyen un tercer bobinado concéntrico con la self de filtro. Su misión es eliminar las frecuencias altas o tonos agudos.

[269] Colección del autor.

- A partir de la década de los 50, Philips diseñó para algunos tipos de receptores[270] altavoces de alta impedancia cuya peculiaridad fundamental es la de no precisar de tal transformador, sino que se unían a la etapa de salida a través de un condensador electrolítico intercalado en serie con el fin de eliminar la componente continua de la corriente de salida de audio.

- También Philips instaló en ese mismo periodo en modelos tales como el 117X[271] los altavoces *Difusicone* mencionados anteriormente.

[270] Como el BE 662 A Bi Ampli, de la colección de receptores del autor.

[271] Colección del autor.

2.9. LAS PILAS Y LAS BATERÍAS.

Los receptores precisan el suministro de una energía eléctrica para el funcionamiento de sus circuitos. Los receptores de válvulas necesitaban una corriente continua o alterna de baja tensión, para el caldeo de los filamentos de las válvulas, y otra corriente continua de alta tensión para obtener la polaridad adecuada en los diferentes electrodos de las válvulas.

Ambas tensiones podían obtenerse bien de la red de alumbrado debidamente rectificada en la *fuente de alimentación*, o a través de *baterías* y *acumuladores.*

Tanto las baterías como los acumuladores son *sistemas capaces de transformar la energía química desprendida en reacciones de oxido-reducción en energía eléctrica.* Los acumuladores o *baterías* presentan además la peculiaridad de ser recargables.

Las pilas más sencillas empleadas en radio derivan de la primitiva pila diseñada por Alejandro Volta. Están formadas por láminas metálicas circulares, de cobre y de cinc, separadas por discos de tela empapados de agua acidulada y dispuestos verticalmente, hecho que justifica la primitiva denominación de pila. El cobre actúa como polo positivo o ánodo, y el cinc como polo negativo o cátodo.

En las pilas pueden distinguirse dos electrodos o polos. Como electrodo positivo se emplea una sustancia difícilmente atacable por el electrolito, tal como el carbono, cobre o hierro. Por el contrario, el electrodo positivo sí que debe ser atacado una vez que se establezca el circuito, y generalmente está formado por una amalgama de cinc[272].

[272] El cinc se amalgamaba con mercurio en un baño de agua acidulada y mercurio hasta que su superficie quedase recubierta de mercurio, o bien introduciendo el cinc en una disolución de nitrato de mercurio (II) [$Hg(NO_3)_2$] en medio ácido clorhídrico.

El electrolito, también denominado por algunos autores *líquido excitador* tiene como misión atacar al electrodo negativo con el fin de producir la subsiguiente reacción química. Básicamente es un ácido o una sustancia con éste carácter, como el clorhidrato amónico.

Finalmente, las pilas contienen un agente *despolarizante*, que se combina con el oxígeno a fin de evitar que el hidrógeno desprendido en la reacción química se deposite sobre el ánodo, alterando su superficie y formando agua que alteraría la concentración del electrolito. Los despolarizantes más empleados son el óxido de cobre y el dióxido de manganeso.

2.9.1. Tipología de generadores.

Con el fin de sistematizar el estudio de los generadores electroquímicos, se establece una primera distinción entre generadores *constantes* y generadores *no constantes.*

- Por generadores constantes se entiende aquellos que suministran un voltaje aproximadamente constante durante su descarga.
- Los generadores no constantes producen una fuerza electromotriz que se debilita por efectos de polarización.

Los del primer tipo se emplearon fundamentalmente en dispositivos telegráficos y los del segundo, en los receptores. Pueden ser a su vez húmedos y secos.

2.9.1.1. Tipos de pilas.

En las fuentes consultadas se han localizado los siguientes tipos de pilas empleados en radio:

1. **Pila Daniel**, formada con electrodos de cobre y cinc, sumergidos en disolución acuosa de ácido sulfúrico y sulfato de cobre. Proporciona una tensión de 1,07 voltios[273].

2. **Pila de gravedad**. Es una variante del tipo Daniel, cuyo polo negativo es un cilindro de cinc suspendido en el vaso por tres láminas del mismo metal. El electrodo positivo está formado por una espiral de cobre que emerge al exterior por medio de una prolongación a través de un tubo de vidrio. Como electrolito emplea una mezcla de disoluciones concentradas de sulfato de cobre (II) en la parte inferior y sulfato de cinc (II) en la superior.

3. **Pila Krüger**. Modificación de la pila de gravedad de la que difiere esencialmente en la conexión del electrodo de cobre hacia el exterior, que se lleva a cabo por medio de un conductor del mismo metal recubierto de caucho recubierto a su vez por un tubo de vidrio [274].

4. **Pila Meidinger**. Basada en los mismos principios que la pila Krüger, aunque se montaba en un dispositivo cerrado en forma de globo. Sus electrodos están constituidos por cilindros de cobre con un reborde en la base sobre el que descansan el electrodo de cinc y un cilindro de

---

[273] Durante su descarga, el cinc se disolvía, formando sulfato de cinc [$ZnSO_4$] mientras que el cobre se recubría de una capa de hidrógeno que provoca una disminución en la corriente de la pila, fenómeno conocido como polarización. Para evitar la polarización se añadía a la disolución una sustancia denominada despolarizante.

Con el fin de lograr valores adecuados de fuerza electromotriz, se asociaban varios elementos en serie, uniendo el polo positivo de uno de ellos con el negativo del siguiente. Los distintos vasos se colocan en forma de círculo por lo que tradicionalmente se les denominó "*pilas de corona*".

Dado que los propios usuarios en muchas ocasiones aplicaban su inventiva al funcionamiento de sus receptores, se difundió en España e Italia la construcción de la denominada "*pila italiana*", variante de la pila Daniel[273]

[274] Cuando la pila Krüger permanecía largos periodos en circuito abierto, se producía una difusión de la disolución de sulfato de cobre (II) con la de sulfato de cinc, por lo que el electrodo de cinc se recubría de cobre esponjoso que debe eliminarse.

vidrio adicional que contiene el de cobre, relleno con fragmentos de sulfato de cobre (II) y cerrado con un corcho atravesado por un tubo de cristal, a través del cual se introducía una disolución salina.

5. **Pila Bunsen**. Consta de dos vasos, uno de ellos poroso colocado dentro de otro, mucho mayor, de gres. En el vaso poroso se coloca una lámina de carbón como electrodo positivo y ácido nítrico como despolarizante, y en el vaso de gres se introduce rodeando el vaso poroso una lámina de cinc que actúa como polo negativo y una disolución acuosa de ácido sulfúrico que actúa como electrolito. Su fuerza electromotriz es de 1,8 voltios.

6. **Pila Grove**. Al igual que la pila Bunsen, emplea como despolarizador ácido nítrico concentrado o dicromato potásico y ácido sulfúrico diluido como electrolito, cinc como electrodo negativo y platino como electrodo positivo[275].

7. **Pila Ferri**. Creada en 1914 con el fin de remediar la escasez de óxidos artificiales utilizados en la época, llegó a alcanzar un elevado grado de perfeccionamiento que la hizo aconsejable para su empleo en receptores de radiodifusión. Esta compuesta por carbón en forma tubular, de gran porosidad como polo positivo y una lámina de cinc dispuesta horizontalmente en el fondo del vaso inmediatamente debajo del carbón. Como electrolito utiliza clorhidrato amónico acuoso. El hidrógeno producido durante la descarga se elimina por acción del oxígeno disuelto en el electrolito. Puesto que el cinc se encontraba inmerso en el electrolito, está de este modo protegido contra la oxidación.

8. **Pila Leclanché**, quizá la más difundida de todas, fue diseñada por el ingeniero francés Georges Leclanché. Presentaba la ventaja de que sus elementos no son atados más que cuando se cerraba el circuito. Está formada igualmente por dos electrodos, de carbón y cinc, con cloruro amónico hidratado como electrolito y dióxido de manganeso como agente despolarizante. Su tensión es de 1,45 voltios[276].

9. **Pila Bergonie**. Es una variante de la pila Leclanché que emplea un vaso poroso de carbono que contiene en su interior el agente despolarizante y que sirve a su vez como electrodo positivo.

10. **Pila Barbier**. Es una modificación de la pila Leclanché húmeda en la que se inmovilizaba el electrolito líquido mediante yeso.

11. **Pila Gassner**. Está constituida por un electrodo negativo cilíndrico de cinc en forma de vaso y otro positivo de grafito, con un electrolito

---

[275] Estas pilas suministraban una tensión elevada, entre 1,9 y 2,2 voltios, pero presentaban el inconveniente de desprender vapores tóxicos y corrosivos formados por óxidos de nitrógeno. En casos especiales se sustituía el ácido nítrico por ácido crómico, en cuyo caso no se producía tal desprendimiento gaseoso.

[276] El sistema primitivo se disponía en un vaso de cristal en el que se colocan 100 gramos de cloruro de amonio por cada 500 gramos de agua en el que se sumergía una lámina de cinc, que actuaba como polo negativo.

El vaso tiene unos 20 cm de altura y 10 cm de diámetro, con un estrechamiento en su parte central. En su base se coloca una disolución saturada de sulfato de cobre (II) y sobre ella se añadía ácido sulfúrico hasta una altura de 4 cm, que por ser de menor densidad, sobrenadaba en la anterior, por lo que se formaban dos fases líquidas: en la fase superior se introducía una lámina de cinc de unos 5 cm de altura arrollada en forma de cilindro, con una hendidura lateral de 1 cm, y se coloca sobre el estrechamiento del vaso, actuando como polo negativo.

El polo positivo lo formaba un alambre de cobre grueso que atravesaba el centro del cilindro de cinc y entraba en contacto con la disolución más densa de sulfato de cobre (II). Este alambre iba recubierto de plomo con el fin de impedir su corrosión en la interfase de las dos disoluciones.

Los usuarios de esta pila solamente deben conseguir el vaso de cristal en el comercio, ya que el resto de los componentes estaban a su disposición en cualquier comercio del ramo a precios asequibles.

formado por una pasta de cloruro de amonio, yeso en polvo, agua y óxido de cinc, colocados en un recipiente cerrado herméticamente con yeso.

12. **Pila Constans**. El agente electrolítico es una pasta formada por una disolución concentrada de cloruro de amonio, dióxido de manganeso y permanganato de potasio, junto con carbón de coque y negro de humo, con un electrodo de cinc en forma de tubos perforados dispuestos en torno al carbón.

13. **Pila Hellesens**. Su despolarizante característico es una mezcla de dióxido de manganeso y carbono, actuando como electrolito una mezcla gelatinosa de cloruro amónico, cloruro de cinc, sulfato amónico y glicerina.

14. **Pila Layerbilt**. Caracterizada por su forma peculiar plana, que permite su colocación en espacios reducidos. Está formada por placas de carbón en contacto con láminas de cinc, un separador poroso en contacto con el cinc y a continuación el electrolito.

15. **Pila Callaud**. Está compuesta por un vaso de vidrio en cuyo interior se coloca una varilla de cobre, cuyo extremo inferior termina en una espiral que descansa en el fondo del vaso, que contiene agua acidulada y sulfato de cobre, y colgado del borde el vaso, un trozo de cinc de forma cilíndrica sumergido en el líquido.

Aunque en la relación de pilas mencionadas se han incluido algunas pilas de las denominadas *pilas secas*, es preciso considerar que la mayor parte de las descritas emplean como electrolito sustancias en disolución, aspecto de gran interés si se tiene en cuenta el hecho de que no pueden ser utilizadas en receptores portátiles por las dificultades que suponía su manejo y desde luego su transporte.

Por su importancia se destaca el papel de la pila húmeda Leclanché, que ha sufrido distintas modificaciones, pasando posteriormente a convertirse en una pila seca:

- En primer lugar, se sustituyó el vaso poroso por un saco de tela.
- Posteriormente la pila incorporó un orificio superior por el cual se introducía agua a la hora de emplear la pila por primera vez.

Pronto se generalizó el empleo de las pilas Leclanché, más o menos modificadas[277], así como la pila seca Siemens[278] .

2.9.1.2. Los acumuladores.

La principales baterías o acumuladores fueron las *baterías de plomo.* Las empleadas en radiodifusión fueron de plomo. Estaban formadas por un electrodo positivo *de* óxido de plomo, un electrodo negativo también de plomo y un electrolito a base de agua acidulada con ácido sulfúrico, cuya densidad variaba en función del grado de carga de la batería, lo cual es indicativo del grado de carga de ésta.

[277] Formadas por un depósito cilíndrico de cinc, amalgamado con mercurio, dentro del cual se coloca el electrolito a base de cloruro de cinc (3%), glicerina (2%) y cloruro amónico (7%) mezclado con una sustancia aglutinante como almidón o agar-agar, y un pequeño saco de tela muy porosa que contiene dióxido de manganeso mezclado con grafito, que funcionaba como despolarizante, rodeando a una barra de carbón, que actuaba como polo positivo[277] para pasar finalmente a la disposición actual en la que la disolución acuosa de cloruro de amonio ha sido sustituida por una pasta electrolítica húmeda formada por cloruro de amonio, cloruro de cinc y dióxido de manganeso, y el electrodo de cinc actúa como cilindro soporte del conjunto.

[278] Consta de un vaso cilíndrico de cinc en cuyo interior se dispone una mezcla de grafito y manganeso en la que se introduce un cilindro de grafito parafinado y cloruro de amonio, la pila de Dura-Erfurth, similar a la anterior pero que debe ser activada con agua para su puesta en marcha, y la pila de cobre, formada por dos láminas de cinc y una gruesa lámina de óxido de cobre inmersas en una disolución de hidróxido de sodio

- Como ejemplo, las baterías Tudor empleaban un electrolito cuya densidad máxima es de 1.200 gramos/litro, y descendía hasta 1.185 gramos/litro durante la descarga.

- El voltaje de cada elemento era de unos 2 voltios.

A diferencia de la pila Leclanché, el acumulador de plomo es recargable. Recargar significa invertir la reacción electroquímica normal aplicando un voltaje externo al cátodo y al ánodo, produciendo de esta forma un proceso de *electrólisis* que regenera los materiales originales[279].

El acumulador de plomo consume ácido sulfúrico, de manera que el grado de carga puede determinarse midiendo la densidad del electrolito con un densímetro[280].

La *capacidad* de un acumulador hace referencia a la cantidad de carga que éste puede almacenar y se expresa en Amperios-hora, indicando además el tiempo que dura la descarga (generalmente se consideraban diez horas), pues a menor tiempo de descarga, menor es la capacidad. En general, se consideraba que la capacidad de un

---

[279] Las reacciones que se producen durante la descarga y la carga de la batería de plomo son las siguientes:

A) Descarga:

Ánodo: $Pb^0 + SO_4^{2-}$? $PbSO_4 + 2e^-$

Cátodo: $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^-$? $PbSO_4 + 2H_2O$

B) Carga:

Ánodo: $PbSO_4 + 2e^-$? $Pb^0 + SO_4^{2-}$

Cátodo: $PbSO_4 + 2H_2O$? $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^-$

[280] CHANG, R.: *Química*, Ed. Mc Graw Hill. 4ª edición. Madrid 1995

acumulador es igual a 10 veces la masa en kilogramos de sus placas, para una descarga de 10 horas[281].

Fig. 126. Publicidad de baterías Tudor del año 1952.

2.9.2. Utilidad de las baterías y pilas.

El empleo de baterías para alimentación de receptores fijos entró en desuso prácticamente en los primeros años 40, quedando su uso restringido a los receptores móviles, a los receptores instalados en zonas rurales sin red eléctrica de alumbrado y, con las modificaciones pertinentes, a los autorradios[282].

[281] ARÉVALO, R. Radioelectricidad nº 40. Julio 1942.

[282] SÁNCHEZ-CORDOVÉS, J.: *Fundamentos de Radioelectricidad*. Ed. Labor. 2º Ed. Barcelona. 1959. p. 179.

Aunque en principio pueda parecer evidente la ventaja de sustituir las primitivas baterías y pilas de los receptores por otros dispositivos que permitiesen su conexión directa a la red eléctrica de alumbrado, generó polémica en su momento.

En efecto, ciertos autores recomendaban el uso simultáneo de baterías y red de alumbrado para la alimentación de los receptores. Así López-Suárez en una colección de artículos aparecidos en publicaciones periódicas en 1930 aconsejaba el empleo de baterías para la alimentación de los filamentos, evitando de esta manera el deterioro de las válvulas como consecuencia de las importantes fluctuaciones de tensión en la red de alumbrado, y el uso de los denominados *aparatos de tensión de ánodo* para la rectificación de la corriente de alumbrado a utilizar como fuente de alta tensión, eliminando así los parásitos introducidos en la recepción por la red eléctrica[283].

Fig. 127. Publicidad de pilas secas Pertrix. Año 1933.

En los principios de la radiodifusión se empleaban generalmente para el caldeo de los cátodos de las válvulas una pila o un acumulador de baja tensión, generalmente

[283] LÓPEZ-SUÁREZ, V.: Antena. Noviembre 1930.

6 voltios y alta capacidad, alrededor de 100 amperios.hora, y para la tensión de ánodo, pilas secas de 150 voltios de tensión y 3 amperios.hora de capacidad, valores adecuados para una duración adecuada, ya que la corriente de ánodo es del orden de unos pocos miliamperios solamente.

Las pilas de ánodo consistían en un grupo de aproximadamente 60 pilas de 1,5 voltios asociadas en serie, montadas en una misma caja. Su precio era relativamente elevado. Así, una batería[284] de 90 voltios fabricada el 7 de julio de 1943 tenía un precio en el mercado de 52,80 pesetas.

[284] En el museo de la Estación Hidroeléctrica de Bolarque.

Fig. 128. Publicidad de baterías Nora.

Los receptores de válvulas instalados en automóviles obtenían su energía de baja tensión del propio acumulador del automóvil y la corriente de alta tensión a través de un dispositivo denominado *vibrador* o *conmutatriz*, encargado en primer lugar de transformar la corriente continua de la batería en alterna, y esta, mediante un

transformador adecuado, en corriente de alta tensión que posteriormente se rectificaba para su utilización en el receptor[285].

Los receptores más antiguos utilizan válvulas que consumen gran cantidad de energía eléctrica para el caldeo de sus filamentos, por lo que precisan acumuladores de gran capacidad. Estos acumuladores en su momento ocasionaron problemas debido tanto al ácido sulfúrico concentrado que contienen, que puede derramarse, como a la frecuencia con que precisaban recargarse, lo cual suponía su desconexión del aparato para llevarlos hasta las denominadas *estaciones de recarga de baterías*.

Una alternativa a estos problemas suponía el empleo de pilas secas de 1,5 voltios, aunque debido a su escasa capacidad, el usuario debía cambiarlas frecuentemente, con el consiguiente gasto que le suponía.

Evidentemente los receptores de corriente alterna fueron muy populares en los lugares donde se contaba con este tipo de suministro de energía, aunque la corriente eléctrica de alumbrado presentaba importantes fluctuaciones de tensión que alteraban el funcionamiento de los receptores, situación que podía evitarse con el empleo de baterías o acumuladores.

En 1930 comenzó a hacerse popular la denominada *batería de aire* o *pila de aire* cuya aplicación es exclusiva para unos receptores nuevos que emplean válvulas cuyo filamento precisaba para su caldeo una tensión de 2 voltios, y que se diseñaron expresamente para tales pilas.

Estas pilas presentaban dos características esenciales:

[285] SÁNCHEZ-CORDOVÉS, J.: O.C. p. 180 a 185.

1. Capacidad excepcionalmente elevada (unos 600 Amperios-hora). Un receptor que consuma 550 miliamperios a dos voltios, funcionando durante tres horas diarias, no precisaba cambiar las pilas durante un año.

2. Voltaje constante durante su descarga.

Cuando la batería se iba a utilizar, una vez desprecintada, se añadían unos seis litros de agua corriente, cuyo nivel debe ser controlado periódicamente. La batería no producía gases corrosivos, vapores ni productos otros productos de desecho.

Algunas válvulas especialmente diseñadas para este tipo de pilas fueron los tipos 230, 231 y 232, semejantes a otras ya existentes, salvo en la tensión de filamento y voltaje de éste (60 miliamperios y 2 V, frente a los 250 miliamperios de las antiguas a 5 voltios)[286].

Para el suministro de alta tensión se utilizaron las ya mencionadas baterías de ánodo, que suministraban tensiones 120, 60, 80, 90,4 y 22,5 voltios. Estas baterías resultaban pesadas y frágiles, pues estaban formadas por una gran cantidad de elementos abiertos en serie y contenían como electrolito ácido sulfúrico. Su uso era relativamente complicado. Ya en 1927 comenzaron a comercializarse las *baterías de pilas secas.*

Se han localizado en las publicaciones especializadas tanto cajas metálicas para formar baterías de ánodo con pilas de linterna de 4,5 voltios asociadas en series de 8, 14 0 24 elementos, para 36, 63 y 108 voltios respectivamente, como baterías secas

[286] *"Una nueva batería para Radio que hará época".* Antena. Octubre 1931. nº 41. p. 12 a 16.

propiamente dichas de 60 y 90 voltios e incluso de otras tensiones según demanda del usuario[287].

A partir de 1931 comenzaron a sustituirse estas baterías de ánodo por rectificadores o aparatos de tensión de ánodo que obtenían la corriente continua directamente de la red alterna de alumbrado288. Como contrapartida, tales dispositivos originaban perturbaciones en la recepción derivadas de la conexión a la red eléctrica[289]

---

[287] En 1927 la marca Phertrix tenía en el mercado baterías de ánodo de 60 y 90 voltios, pilas cilíndricas para filamentos de 1,5 y de 4,5 voltios, así como cajas para colocar en su interior pilas de linterna de 4,5 voltios en serie. Los precios eran los siguientes:

Componente	Precio
Baterías de 60 V	20 pta.
Baterías de 90 V	29 pta.
Pilas cilíndricas de 1,5 V	4,60 pta.
Pilas de tres elementos de 1,5 V c.u.	13,80 pta.
Cajas metálicas para 8 pilas	9,20 pta.
Cajas metálicas para 14 pilas	16,10 pta.
Cajas metálicas para 24 pilas	27,60 pta.

El estado de las pilas puede determinarse empleando voltímetros de bolsillo para 6, 120, o 12, 120 voltios.

Téngase en cuenta que el precio de un receptor para onda media y larga con una única válvula, el Nora dúplex tenía un precio de 108 pesetas.

[288] LÓPEZ-SUÁREZ, V. Antena, nº 41. Diciembre 1930. p. 1 a 5.

[289] Philips puso en el mercado rectificadores de corriente aptos para la recarga de baterías de radio, que incluso permiten la recarga de la batería de los automóviles con la red alterna, así como aparatos de tensión de ánodo que sustituían a las pilas o acumuladores de alta tensión. De forma orientativa los precios eran los siguientes:

Por otra parte, las *pilas de aire* se denominaban así por utilizar el oxígeno atmosférico como agente despolarizador, debidamente adsorbido sobre carbono activo. Las pilas se suministraban de fábrica debidamente selladas y al no contener ningún elemento líquido, podían almacenarse durante largo tiempo.

Con la aparición de los receptores transistorizados, se implantaron definitivamente las pilas secas. En la actualidad se utilizan por su mayor duración las pilas alcalinas. En receptores de gran consumo pueden emplearse acumuladores recargables de níquel-cadmio.

Tipo de rectificador	Precio
Rectificador nº 450	110 pta.
Rectificador nº 366 (auto)	250 pta.
Aparatos de Tensión de ánodo	170 pta.

2.10. LAS VÁLVULAS TERMOIÓNICAS.

El progreso de los receptores de radiodifusión se ha debido en gran medida a los perfeccionamientos sucesivos de las válvulas de radio, a la aplicación de materiales semiconductores, de los circuitos integrados y, por último, al uso de los circuitos digitales.

Bajo la denominación de tubos de vacío, lámparas electrónicas, tubos electrónicos[290] o válvulas termoiónicas se conoce uno de los elementos esenciales de un radiorreceptor primitivo[291].

Un **tubo electrónico**, término que en la actualidad aún conserva su vigencia en osciloscopios y televisores así como en algunos sistemas de amplificación de alta calidad que continúan utilizándolos, es una ampolla de vidrio en cuyo interior se ha practicado un alto vacío, dentro de la cual se coloca una serie de conductores en comunicación con el exterior denominados *electrodos*[292].

El apelativo *válvula termoiónica* tiene su origen en su capacidad de permitir el paso de la corriente sólo en un sentido por acción del *efecto termoiónico*[293] en el que se basa su funcionamiento. Puesto que su filamento produce luz al calentarse, se utilizaron también los términos *lámpara electrónica* y *lámpara*[294].

---

[290] RIAZA, F.: *"Horizontes de la radio. Realidades y perspectivas del mundo de las ondas".* Eds. Radio. Madrid. 1945 p.92

[291] GONZÁLEZ,S.: O.C. p. 157.

[292] RIAZA, F.:O.C. p. 94.

[293] LIMANN, O.: O.C. p. 105

[294] GONZÁLEZ, S.: O.C. p. 158

2.10.1. Los precursores de las válvulas termoiónicas.

Dada la importancia de las válvulas termoiónicas en el desarrollo de la radiodifusión, es preciso detenerse en el estudio de aquellas experiencias que condujeron a su descubrimiento y posterior desarrollo.

En el mundo científico es usual el hecho de que, como consecuencia de la investigación de un hecho o fenómeno concreto, se descubra otro hecho completamente nuevo e inesperado. Tal es el caso del punto de arranque de la historia de las válvulas termoiónicas.

Las primitivas lámparas de incandescencia presentaban un grave inconveniente derivado del ennegrecimiento de la ampolla de vidrio que encerraba el filamento. Por ello su inventor Thomas Alva Edison[295] en el año 1880 pensó que tal fenómeno era debido a la proyección de partículas de carbón por parte del filamento hacia la superficie interior de la ampolla de cristal.

Las investigaciones de Edison iban encaminadas a lograr lámparas de gran duración. Pensó que al introducir una placa fría en el interior del bulbo unida por el exterior al filamento el fenómeno podría paliarse.

Edison comenzó sus experiencias colocando entre el filamento y el cristal una placa cargada electrostáticamente que fuese capaz de atraer hacia ella dichas partículas

[295] Thomas Alva Edison (1847-1931), inventor estadounidense cuyo desarrollo de una práctica bombilla o foco eléctrico, un sistema generador de electricidad, un aparato para grabar sonidos y un proyector de películas, ha tenido profundos efectos en la configuración de la sociedad moderna. En 1892 fue galardonado con la Medalla Albert de la Sociedad Real de las Artes de Gran Bretaña y en 1928 recibió la Medalla de Oro del Congreso de Estados Unidos “por el desarrollo y la aplicación de inventos que han revolucionado la civilización en el último siglo”.

y evitar de esta manera el ennegrecimiento[296] del cristal. Al llevar a cabo tal experiencia comprobó que al aplicar a la placa un potencial positivo respecto al filamento, se establecía una corriente entre éste y la placa *a través del vacío*, mientras que con potencial negativo, no se producía tal paso de corriente.

El autor no encontró explicación a tal fenómeno; no obstante, patentó su invento, sin saber que se trataba del primer rectificador de la historia. Obtuvo la patente el 21 de octubre de 1884, considerada por algunos historiadores como la primera patente electrónica.

Al fenómeno observado se le denominó *efecto termoiónico* o *efecto Edison.* Consiste básicamente en un sistema que únicamente deja pasar la corriente eléctrica en un sentido, produciendo de este modo lo que posteriormente se denominaría una *corriente rectificada* cuando se intercalase una lámpara de éstas características en un circuito de corriente alterna.

El dispositivo actúa pues como una *válvula* que sólo permite el paso de la corriente alterna en una dirección

En aquel momento se planteaba aún la polémica entre la corriente alterna y la corriente continua a la hora de su distribución como fuente de energía. Edison era partidario de la corriente continua, mientras sus opositores Nicolas Tesla y George Westinghouse lo eran de la corriente alterna. Pese a todo, ninguno de ellos se interesó especialmente por el fenómeno rectificador.

Enterado del descubrimiento de Edison, cinco años después de su patente, John Ambrose Fleming, un consejero de la Edison & Swan Electric Co. de Londres fue

[296] El efecto de ennegrecimiento puede comprobarse analizando las lámparas de alumbrado de la época expuestas en el museo de la Central Hidroeléctrica de Bolarque en las que puede comprobarse la casi total opacidad del vidrio como consecuencia de tal fenómeno.

nombrado consejero científico de la Marconi Company y continuó con el estudio del efecto Edison.

En primer lugar, intercaló un galvanómetro entre el filamento y la placa, conectados a los polos de una pila, comprobando que se producía paso de corriente exclusivamente cuando la placa fría era positiva respecto al filamento, y que el paso de corriente se incrementaba al aumentar la temperatura del filamento

Fleming observó que únicamente se establecía una corriente electrónica cuando la placa o *ánodo* tenía un potencial positivo relativo al filamento, por lo la válvula así constituida podía ser empleada como detector de señales telegráficas, eliminando los semiperiodos negativos de tales ondas en el sentido filamento o *ánodo* al *cátodo* o *placa*, de donde derivó el nombre de válvula[297].

En 1901 Marconi decidió cruzar el Atlántico empleando señales de radio. En ese momento, Fleming propuso utilizar el efecto Edison con el fin de detectar las señales captadas por la antena del receptor, proceso que hasta ese momento se llevaba a cabo utilizando un dispositivo muy inestable denominado *cohesor*. Su propuesta fue aceptada, motivo por el cual Fleming figura como verdadero padre de la válvula electrónica.

A la lámpara de Fleming se la conoció como *válvula de oscilaciones.* Se denominó *osciladora* por su capacidad de rectificar las corrientes alternas captadas por la antena. Posteriormente se conoció a la válvula como *diodo* por contener dos electrodos: el filamento y la placa.

[297] TARABELLA, E.: *Un po'di storia della Radio e delle Macchine parlanti* Edizioni Il Testimone. Massarosa. 1993. p. 118 a 120.

El funcionamiento del diodo termoiónico como rectificador no supuso un importante avance en el campo de la recepción, pues aparecieron otros sistemas más eficaces como los detectores de galena. No obstante el verdadero interés del efecto Edison radicó en las sucesivas modificaciones introducidas.

Lee de Forest[298] buscaba un detector de oscilaciones que no infringiese las patentes ya existentes en ese momento. Para ello, ideó distintas modificaciones del diodo de Fleming. En el transcurso de sus experiencias introdujo una placa perforada entre el filamento y la placa del diodo y observó las modificaciones que se producían en función de la polaridad positiva o negativa con respecto al filamento de dicha placa perforada. Posteriormente, cambió la placa perforada por otra en forma de parrilla de alambre, a la que llamó *rejilla* o *grilla*.

Lee de Forest, tras constatar la experiencia de Fleming, introdujo una rejilla entre el filamento y la placa a la cual aplicó una tensión independiente de la existente entre placa y filamento. Comprobó que con pequeñas variaciones de tensión en el nuevo electrodo, se obtenían grandes variaciones en la intensidad de la corriente de placa, sin variar la diferencia de potencial entre filamento y placa.

Así pues, la rejilla actúa como reguladora de la corriente ánodo ? cátodo, en función de su potencial eléctrico. Si éste es positivo respecto al cátodo, aumenta tal corriente, mientras que si es negativo, la disminuye e incluso puede llegar a anularla. Por ello, al aplicar la rejilla corrientes muy débiles, aparecen importantes fluctuaciones de la corriente del circuito cátodo ? placa, fiel reflejo de las que se aplican, pero muy

[298] Lee De Forest (1873-1961), inventor estadounidense, pionero en el desarrollo de las comunicaciones por radio. Su invento más importante fue un tipo de tubo de vacío que De Forest llamó audión, y que hoy se conoce como triodo. Este tubo, inventado en 1906, revolucionó totalmente el campo de la electrónica. El audión se convirtió en una pieza clave de prácticamente todos los receptores de radiodifusión sonora, radares, televisores y sistemas de ordenadores o ordenadores, hasta que el transistor comenzó a reemplazar los tubos de vacío, al principio de la década de 1950.

amplificadas. En definitiva, la nueva válvula así diseñada trabajaba como amplificadora.

Lee de Forest obtuvo la patente de esta válvula de tres electrodos o *triodo* el 15 de enero de 1907. Su asistente, Clifford D. Babcock le dio el nombre de *audión*.

El dispositivo es en apariencia muy similar a una lámpara de alumbrado, pues el conjunto se encerraba en una ampolla de cristal, con un casquillo roscado a través del cual se alimentaba el filamento.

Las diferentes industrias relacionadas con el mundo de la telefonía adoptaron rápidamente el nuevo dispositivo con el fin de mejorar la calidad de sus transmisiones, ya que su capacidad amplificadora, permite paliar las pérdidas en las transmisiones a larga distancia. Por su parte investigadores como Armstrong en Estados Unidos, Meissner en Alemania y Franklin en Inglaterra comenzaron a desarrollar los primeros circuitos con triodos destinados a la emisión y recepción de ondas hercianas.

En el terreno de los receptores, el empleo del triodo permitió aumentar tanto su capacidad para la separación de estaciones de frecuencias cercanas, ya que en esos momentos comenzaba a ser importante el número de estaciones de frecuencia próxima, como la amplificación de señales procedentes de estaciones distantes.

En 1907 comenzó la fabricación y distribución del denominado *audión americano*. En 1908 Fleming visitó Francia y Gustav Ferrié, uno de los pioneros de la *Telegraphie sans fils* (T.S.H.) la dio a conocer en Francia a través de sus publicaciones. En 1910 la Compagnie Générale des Lampes construyó el primer diodo y en 1912 los primeros triodos.

En Alemania, Reisz Strauss, investigadores del Instituto de Quimico-Física de la Universidad de Berlín desarrollaron las primeras válvulas, por las que se interesaron

rápidamente AEG, Telefunken y Siemens, que iniciaron su fabricación. En 1914 la empresa alemana Telefunken presentó al público el primer amplificador de baja frecuencia provisto de dos válvulas[299].

En Holanda, Philips y otras empresas dedicadas a la fabricación de lámparas de incandescencia comenzaron la fabricación de válvulas electrónicas en 1917.

En España, dos empresas de Madrid, Aladino y Castilla hicieron lo propio a partir de 1920[300].

En los primeros años se emplearon exclusivamente válvulas triodo en todos los pasos de los receptores, tanto en etapas de amplificación de alta frecuencia como de baja frecuencia. Ello supuso la construcción de una gran variedad de válvulas de este tipo.

Las primeras válvulas múltiples aparecieron en los receptores distribuidos en los últimos años de la década de los 20. A partir de 1930 la implantación de la válvula pentodo se generalizó.

Durante la Primera Guerra Mundial entraron en funcionamiento los primeros transmisores a válvulas, de muy escasa potencia, empleados en servicios de radiodifusión local. En Estados Unidos se construyeron grandes triodos capaces de disipar potencias del orden del centenar de vatios, que acoplaron en paralelo hasta lograr emisores de potencia media, mientras que para las transmisiones de gran potencia emplean aún otros sistemas más rudimentarios como el arco Poulsen.

---

[299] Radio Universal. Julio 1935.

[300] GIBERT, R. *"Historia de las válvulas"*. La ràdio d'època. nº 17 Abril 1998 p. 12-13.

El conflicto existente entre los tipos de transmisores empleados en telegrafía sin hilos se agravó al diseñarse estaciones dotadas de grandes triodos refrigerados por agua que presentaban una importante ventaja respecto al resto de los sistemas, ya que permiten cambiar fácilmente la longitud de onda de las emisiones, y a la vez la frecuencia de las emisiones se puede estabilizar.

La construcción de las válvulas evolucionó tanto en las técnicas de fabricación como en su diseño, número de electrodos y aplicaciones concretas, de manera que cada tipo de válvula se diseñó para realizar una función propia y específica.

2.10.2. El filamento.

El filamento o calefactor de las válvulas termoiónicas es su elemento esencial.

En la superficie de un metal, es posible considerar que los electrones que se mueven en una direcciones normal y oblicua a ésta con velocidades relativamente altas, podrían escapar del cuerpo, y sin embargo no lo hacen. Ello puede explicarse por la existencia de cierta tensión superficial que se lo impide. En cualquier caso, si un electrón consiguiese escapar, el metal quedaría cargado positivamente y ejercería una fuerza electrostática sobre él que le haría regresar, salvo que otra fuerza mayor aplicada en sentido opuesto se lo impidiese. Para vencer esta tensión superficial el electrón debe realizar un trabajo denominado *trabajo de superficie* o *trabajo de extracción*, cuya magnitud es variable de unos metales a otros.

Al elevar la temperatura de un metal, aumenta considerablemente la velocidad media de los electrones, y con ella también lo hace el número de electrones que pueden escapar venciendo la tensión superficial, originando una verdadera emisión electrónica, denominada termoiónica por haber sido provocada térmicamente, a diferencia de otras

emisiones como las fotoeléctricas, producidas por acción de la luz, o las emisiones secundarias producidas por bombardeo con otras partículas atómicas[301].

2.10.2.1. Tipología de filamentos en función de su constitución.

Según el metal utilizado en el filamento, las emisiones electrónicas aceptables comienzan en un rango de temperaturas de 700 a 2.500º Kelvin, dependiendo del material empleado. Estas temperaturas, ciertamente elevadas, limitan considerablemente el número de metales empleados, pues para la mayoría de ellos estas temperaturas están muy próximas o incluso superan su punto de fusión.

Por esta razón, para la construcción de los filamentos de válvulas termoiónicas se utilizaron principalmente metales como el wolframio (también denominado wolframio), aleaciones de wolframio y torio[302],así como metales recubiertos de óxidos. De todos ellos se estima que merecen destacarse por lo extendido de su uso los siguientes :

1. **Filamentos de *tungsteno* o wolframio**. De entre todos los metales, éste es el que reúne mejores condiciones para producir una emisión electrónica. Su trabajo de superficie es de 4,5 voltios, y su temperatura de fusión es muy elevada (3.665ºK). La temperatura de trabajo de un filamento debe ser lo más elevada posible, siempre que sea compatible con una vida media razonable de éste, la cual a su vez

[301] El estudio de la emisión termoiónica fue llevado a cabo por Richardson, quién encontró la ley que regula esta emisión de electrones, determinando que el número de electrones emitidos por unidad de superficie puede calcularse mediante la expresión:

$$I = A \cdot T^2 \cdot e^{-b/T}$$

denominada *ecuación de la emisión*[301] donde I es la intensidad en amperios de la corriente que circula a través del conductor metálico, A una constante especifica para cada metal, T la temperatura absoluta[301] y b el trabajo de superficie.

[302] Conocida como tungsteno toriado.

está en relación directa con la disminución de su sección transversal provocada por la evaporación en el interior de las válvulas[303].

2. **Filamentos de volframio toriado**. Presentan la ventaja descubierta por Langmuir[304] en 1914, de tener mayor poder de emisión que el wolframio. Por esta razón comenzaron a fabricarse válvulas con este tipo de filamento.

El proceso de fabricación del filamento implicaba una operación denominada activación que se lleva a cabo a través de cuatro etapas básicas :

1. Someter la mezcla de volframio y torio al 1- 2% a temperaturas próximas a los 2.800 grados Kelvin dentro de un vacío lo más perfecto posible, durante unos segundos, con el fin de eliminar cualquier resto de óxido de torio, que es transformado en torio metálico.

2. Reducir posteriormente la temperatura hasta 2.100 K, con lo que se depositaba una capa de óxido de torio sobre el filamento de wolframio.

3. Reducción de la temperatura a 1.600 K y adición de un hidrocarburo capaz de reaccionar con el torio, formando carburo de torio que evita la evaporación del wolframio a la temperatura de trabajo. A su vez el

[303] Siguiendo la práctica habitual en la fabricación de las lámparas de incandescencia, puede establecerse un tiempo medio de unas dos mil horas para la reducción de la sección transversal en un 10%, por lo que debe fijarse la temperatura máxima capaz de lograrlo. El tungsteno o wolframio se utilizó ampliamente en las primitivas válvulas termoiónicas empleadas en los radiorreceptores, aunque fue sustituido por otras sustancias por presentar una vida media muy corta y por el aumento en su fragilidad producido por el uso.

[304] Langmuir, Irving (1881-1957), químico y premio Nobel estadounidense. Desde 1932 hasta su jubilación en 1950, fue director adjunto del laboratorio de investigación de la General Electric Company.

carburo de torio actuaba como agente reductor del óxido de torio, produciendo torio metálico que se va repartiendo continuamente por la superficie durante el funcionamiento normal del filamento.

4. Finalmente se eliminaban los gases formados en la ampolla y se sometía el filamento a una temperatura de 1.900 K durante un periodo largo de tiempo.

Una vez efectuadas estas condiciones el poder de emisión es unas 1.000 veces superior a la de un filamento de wolframio puro.

Tal aumento del poder de emisión se debe a la reducción que sufre el oxido de torio a torio metálico a 2.800º K. El metal así formado difunde hasta la superficie del filamento, formando a 2.100º K una capa cuyo espesor es del orden del radio atómico del torio, que se va renovando continuamente durante la emisión.

En el caso de haber empleado un filamento de torio, a 2.100º este se habría evaporado. Sin embargo la mezcla con wolframio permite la formación de la capa monoatómica, estable a dicha temperatura. De hecho, si se eleva la temperatura unos cientos de grados, dicha capa se evaporaba y aparecía nuevamente el wolframio; a tal proceso se le denominó *desactivación.*

En 1904, Wehnelt, en sus investigaciones, puso de manifiesto que al recubrir un metal con una capa de óxidos metálicos es posible incrementar notablemente la emisión electrónica, incluso utilizando temperaturas bajas. Ello originó el empleo de los denominados *cátodos de Wehnelt.*

Como soportes se emplearon platino, mezclas de platino e iridio o una aleación de níquel, cobalto, hierro y titanio denominado *Konel.*

El análisis bibliográfico realizado ha permitido ordenar de forma secuencial los procesos utilizados para la obtención de estos filamentos desde el descubrimiento de las válvulas termoiónicas de la forma siguiente:

1. Los tratamientos primitivos, consisten en aplicar sobre el material soporte una mezcla de carbonatos de metales alcalinotérreos fundidos con parafina, eliminando posteriormente la parafina por evaporación calentando el cátodo así formado a 1.200 K, temperatura a la cual los carbonatos se transforman en óxidos que quedan depositados sobre el soporte.

2. Un procedimiento posterior denominado "*método americano*" permite obtener una capa de óxido haciendo pasar el soporte metálico en forma de cinta por diferentes suspensiones acuosas de carbonatos de estroncio y bario, calentando posteriormente en horno con atmósfera de dióxido de carbono.

En cualquier caso, el filamento debe ser sometido a un proceso de activación una vez montado dentro de la válvula en la que se hacía un vacío lo más perfecto posible, calentando durante un corto periodo de tiempo a 1.600 K.

Su temperatura normal de trabajo corresponde al rojo oscuro o al rojo cereza, de 1.050 a 1.170 K. En estas condiciones estos filamentos son los más eficientes, tanto por su elevado poder de emisión como por presentar una vida media próxima a las 3.000 horas, que puede ser de 50.000 si se someten a carga reducida.

Cada uno de los tipos de filamentos descrito se utilizó en válvulas concretas, quedando restringido el wolframio para válvulas de gran potencia, el wolframio

toriado para válvulas de potencia media, y los filamentos recubiertos de óxido para válvulas de baja potencia[305].

2.10.3. Los electrodos de las válvulas termoiónicas.

Las válvulas en las que el filamento calefactor se empleaba simultáneamente como cátodo - electrodo negativo - generaban zumbidos en el altavoz o en los auriculares de los receptores. Con el fin de eliminar tales zumbidos, que aparecían principalmente en los receptores alimentados por corriente alterna, se desarrolló el denominado *cátodo de caldeo indirecto*, consistente básicamente en un cilindro formado por una aleación de níquel recubierta de una capa de óxidos de estroncio y bario. En su interior, y concéntrico con él, existe un filamento que puede trabajar con voltajes comprendidos entre 2 y 117 voltios.

El calentamiento del cátodo se realiza básicamente por radiación del calor generado por el filamento, por lo que se precisa un periodo de tiempo de 20-30 segundos para que el cátodo alcance su temperatura de régimen.

✍ Esto explica el hecho de que al conectar un receptor de válvulas éste tarda cierto tiempo en funcionar, debido a que los filamentos de cada una de las válvulas deben alcanzar su temperatura óptima de funcionamiento. De hecho, los ajustes a los que deben someterse los aparatos, tanto en el punto de fabricación como tras su reparación, deben efectuarse después de estar éste conectado al menos quince minutos. Este es el tiempo necesario para que se alcancen las temperaturas de régimen en cada válvula y en consecuencia se estabilicen las distintas corrientes a través de sus circuitos.

[305]MAFFEI, P.: *"El filamento de las válvulas termoiónicas".* Rev. Electrón. Agosto 1935. nº 35, p. 9 a 12.

Los que en el presente trabajo se han denominado *receptores de alimentación indistinta* emplearon válvulas con cátodos de caldeo indirecto exclusivamente. Tales cátodos se conocen también como equipotenciales, puesto que presentan el mismo potencial eléctrico en toda su extensión, situación que no se produce en los filamentos de calefacción directa[306].

2.10.4. Tipología de las válvulas termoiónicas.

La clasificación de las válvulas termoiónicas puede llevarse a cabo fijando parámetros tales como el número de electrodos que la forman o el tipo de zócalo[307].

La tipología general se basa en el número de electrodos que componen las válvulas. Establece nueve categorías básicas, desde el diodo hasta las válvulas múltiples. Se establece tras la adición cronológica de electrodos a las válvulas más elementales (diodo y triodo). Las nuevas válvulas tienen comportamientos completamente distintos de las primitivas:

2.10.4.1. Tetrodo.

Si se añade una nueva rejilla[308] entre la existente en el triodo y la placa, se obtiene un nuevo tipo de válvula denominado *tetrodo*[309]. Esta nueva válvula, ideada

[306] ORR, W.: O.C. p. 74.

[307] El zócalo es la parte de la válvula en la que los hilos conductores de los distintos elementos atraviesan el vidrio para su unión a los circuitos del receptor. Puede ser un soporte independiente o bien terminales rígidos que emergen de la base de la ampolla.

[308] Denominada *rejilla de pantalla* o simplemente *pantalla*.

[309] ORR, W.: O.C. p. 82.

por Langmuir en 1913 entró rápidamente en desuso[310] como consecuencia del escaso margen de aplicabilidad que tiene a la hora de actuar como amplificadora.

2.10.4.2. Pentodo.

La válvula tetrodo fue reemplazada por la válvula pentodo, que incluye un electrodo adicional denominado *rejilla supresora*.

Al comunicar a la *pantalla* un potencial positivo, tanto esta como la *rejilla de control* ejercen una atracción sobre los electrones, acelerándolos de tal forma que la mayoría de éstos se cuelan por entre los hilos de la rejilla y prosiguen su marcha hacia la placa; por el contrario, cuando el potencial al que se conecta es negativo, el comportamiento es radicalmente distinto[311].

Con el fin de subsanar algunos inconvenientes del *tetrodo*, se ideó una nueva válvula, el *pentodo*, que incluye una tercera rejilla entre la pantalla y la placa del tetrodo, conectada interiormente con el cátodo, a la que se le denominó *rejilla supresora*[312].

El pentodo posee cinco electrodos denominados *cátodo*, *placa*, *rejilla de control*, *rejilla de pantalla* y *rejilla supresora*; el objeto de esta última rejilla es hacer que los electrones desprendidos por la placa como consecuencia de los violentos choques contra ella de los electrones previamente acelerados por las otras dos rejillas, retornen hacia la placa[313].

---

[310] RIAZA, F.: O.C. p. 111.

[311] *Electronia, radio y televisión.* Vol. IV. Eds. Afha. Barcelona. 1969 p. 74 a 78.

[312] GONZÁLEZ, S.:O.C. p. 181.

[313] RIAZA, F.: O.C. p. 112.

2.10.4.3. Hexodo.

Es la válvula de cuatro rejillas denominadas respectivamente *rejilla osciladora* (la más próxima al cátodo) *rejilla ánodo*, *rejilla de mando* y *rejilla pantalla*, por este orden, concéntricas con el *cátodo* y la *placa*.

Consta de cátodo, placa y una rejilla adicional en relación al hexodo, unida al cátodo, que ejerce el efecto de *rejilla supresora*[314].

2.10.4.4. Octodo.

El octodo se diferencia del hexodo por incluir dos rejillas más. Consta pues de cátodo, ánodo, rejilla osciladora, rejilla-ánodo, rejilla-pantalla, rejilla de mando, una segunda rejilla pantalla y rejilla supresora[315].

Ciertos autores consideran como octodos también válvulas que poseen cátodo, ánodo, cinco rejillas y un ánodo auxiliar, cuya acción sobre los demás electrones es mínima[316].

2.10.4.5. Válvulas múltiples.

Aparte de los mencionados, existen otros tipos de válvulas multielectrodo, que incluyen dentro de la misma ampolla de vidrio varias unidades, tales como los dobles diodos, dobles triodos y triodo-pentodos.

---

[314] AFHA. O.C. Vol. V p. 85.

[315] RIAZA, F.: O.C. p. 112.

[316] GONZÁLEZ, S.: O.C. p. 186.

Prescindiendo de otras consideraciones teóricas de carácter químico-físico, el rápido desarrollo de las válvulas, tanto en su fabricación y diseño como en sus aplicaciones en el terreno de la radiodifusión sonora, supuso importantes repercusiones en el campo de la industria. Tal situación es similar a las variaciones que se producen actualmente en el terreno de la informática con la incorporación continua de nuevos tipos de microprocesadores y dispositivos de hardware en general Como ejemplo, en los receptores más antiguos, que incorporaron válvulas triodo y sistemas de alimentación a baterías, fueron reemplazados por aquellos que comenzaban a incluir válvulas con cuatro o más electrodos, susceptibles de conexión a la red.

Otra clasificación de las válvulas establece distintas tipologías en función del tipo de zócalo o base que utilizan. Las válvulas se agrupan en series según el zócalo empleado.

En la bibliografía analizada se han localizado según este criterio hasta dieciséis categorías de válvulas, denominadas por un código alfanumérico. Son las siguientes[317]:

[317] DE MUIDERKRING, N.: *Tube and transistor handbook*. Ed. Radio Bulletin. Ed. 10. Nederland 1968.

Tabla 28. Series de válvulas en función del tipo de zócalo utilizado.

Serie	Nº de patillas	Otra denominación
B 4	4	
B5	5	
B7G	7	Miniatura
B8A	8	Rimlock
B8G	8	
B9A	9	Noval
B9G	9	
C	7	
G8A	8	
I.O.	8	Octal
P	7	Continental
P5	5	
UX4	4	
UX5	5	
UX6	6	
UX7	7	

Además de las patillas indicadas, algunas válvulas pueden incluir un nuevo terminal, en ocasiones correspondiente a una rejilla, colocado en la parte superior de la ampolla, sobre la cual se coloca el terminal hembra a modo de caperuza con el que se conectaba al circuito.

Existe un sistema de nomenclatura europea de los tubos electrónicos que permite conocer el tipo de válvula de que se trata e incluso su posible utilización en un circuito. Este sistema de codificación está formado por dos o más letras a las que siguen una o dos cifras. El significado de estas letras y cifras es el siguiente:

- La primera letra hace referencia a la alimentación del filamento de la válvula.
- La segunda y eventualmente las siguientes indican el tipo de válvula y su función.
- Las cifras indican el tipo de zócalo sobre el que se montan. Se agrupan en bloques de diez números.

Tabla 29. Denominación alfanumérica de las válvulas europeas.

Primera letra		Segunda letra		Cifras	
A	4 voltios.	A	Diodo simple	0 a 10	Zócalo continental[318]
C	200 mA	B	Diodo simple	20 a 29	Zócalo llave, con patilla guía octal
D	1,2 a 4 voltios	C	Triodo amplificador de tensión	30 a 39	Base de vidrio y zócalo octogonal
E	6,3 voltios	E	Tetrodo	40 a 49	Zócalo Rimlock
K	2 voltios	F	Pentodo amplificador de tensión	60 a 79	Superminiatura sin zócalo[319]

[318] Son conocidas como válvulas de la *Serie roja Serie roja* y *dorada*.

[319] Las patillas de conexión son filamentosas, con el fin de ser soldadas directamente al circuito, sin utilizar zócalo.

Primera letra		Segunda letra		Cifras	
P	300 mA	H	Hexodo o Heptodo	80 a 89	Zócalo noval
U	100 mA	K	Octodo	90 a 100	Válvulas miniatura
		L	Pentodo de potencia		
		M	Indicador de sintonía u ojo mágico		
		Q	Eneodo		
		X	Rectificadora biplaca rellena de gas		
		Y	Rectificadora monoplaca de alto vacío		
		Z	Rectificadora biplaca de alto vacío.		

Las válvulas americanas se codifican mediante un número, una o dos letras y otro número. El primer número indica el grupo de tensión del filamento y los restantes no tienen significación especial.

Fig. 129. Válvula con zócalo octal y funda[320].

Es de destacar por su interés, las válvulas de sintonía visual u *ojo mágico,* dotadas de un doble sistema que mejoró el procedimiento de ajuste óptico del receptor a la frecuencia de la estación.

Por otra parte, la válvula múltiple ECL 11 (o el equivalente para universal UCL 11) de la serie G8A que incluye en una misma ampolla de cristal un triodo de salida de alta frecuencia y un tetrodo de salida de baja frecuencia. Con válvulas de este tipo se pudieron diseñar receptores sencillos de pequeño tamaño y de gran rendimiento. Permitieron el lanzamiento al mercado de superheterodinos de clase económica por poderse simplificar la construcción de los receptores, ahorrando material y gastos de montaje, sin pérdida de sensibilidad.

[320] Colección del autor.

La unificación que supuso el empleo de este tipo de válvulas puede ponerse de manifiesto, comprobando que la ECH 11 pudo sustituir con éxito a doce válvulas de distintas series.

2.10.5. Válvulas metálicas.

Las válvulas de cristal presentaban dos graves inconvenientes derivados de la falta de blindaje ante posibles interferencias y de su fragilidad. La ausencia de blindaje pudo paliarse empleando envueltas metálicas o pinturas metalizadas, y su fragilidad se evitó con el empleo de las cubiertas metálicas. Fueron los fabricantes americanos y alemanes quienes comenzaron su fabricación en 1935[321].

Los casquillos de éstas válvulas llevan una patilla más que las convencionales equivalentes, debido a la conexión de la cubierta metálica. Constan de ocho patas, todas ellas de igual tamaño, dispuestas sobre una circunferencia en cuyo centro hay una gran espiga aislante de mayor longitud, con una marca saliente que permite su colocación sobre el zócalo del receptor con gran facilidad. Por ello, las válvulas metálicas no son adaptables a los aparatos que emplean otro tipo de válvulas[322].

2.10.6. Válvulas Rimlock.

Particularmente es conveniente destacar por su gran difusión en los años 50 y 60 las válvulas Rimlock fabricadas por Miniwatt, denominadas Series E y U:

La Serie E se presentó en España en Diciembre de 1949. Las válvulas proceden de la anterior Serie U, diseñada para su utilización en receptores de alimentación indistinta y posteriormente modificadas para receptores de corriente

---

[321] GEHERTS, A.: *"Válvulas metálicas para radio"*. Radioelectricidad. Abril 1935.

[322] Electrón. *"Nuevas lámparas metálicas para radio"*. Radioelectricidad. Septiembre 1935.

alterna, con una tensión de filamento de 6,3 voltios. Su característica fundamental es la disminución de las capacidades interelectrodo y las escasas pérdidas de alta frecuencia que permiten su empleo en receptores con las bandas de onda media y onda corta ensanchada[323].

Fig. 130. Válvulas rimlock para corriente alterna[324].

Solamente se puso en el mercado una serie Rimlock para receptores universales, pues los receptores de gran calidad exigían forzosamente la incorporación de válvulas para corriente alterna, debido a que éstas en general

[323] Debido a las características específicas de la onda corta, su sintonía resulta especialmente crítica en los receptores que únicamente poseen una banda de onda media y otra de onda corta, pues sobre un mismo dial se localizan las frecuencias correspondientes a la onda media (entre 530 y 1611 kHz) y a la onda corta (generalmente de 13 a 49 metros, equivalentes a un rango de frecuencias de 21.000 a 6.000 kHz). Por ello un desplazamiento mínimo de la aguja permite sintonizar una gran cantidad de estaciones en la gama de ondas cortas, con la dificultad añadida de su difícil separación. Cuando el perfeccionamiento de las válvulas lo permitió, se diseñaron circuitos que permiten dividir la gama de ondas cortas en varios fragmentos colocados cada uno sobre el total del dial, por lo que la *extensión* de éste podía multiplicarse, según el total de posiciones permitido por el conmutador en los receptores *con ensanche de banda* o *banda ensanchada*.

[324] ECH42, osciladora-mezcladora, EF41 amplificadora de frecuencia intermedia, EAF 42 amplificadora de tensión y detectora, EL 42 amplificadora de potencia y AZ 41 rectificadora. De la colección del autor.

permiten el diseño y montaje de circuitos de gran rendimiento, especialmente los correspondientes al amplificador de audio.

Tabla 30. Válvulas de la serie Rimlock más utilizadas.

Válvula		Función
Alterna	**Indistinta**	
AZ 41	UY 41	Rectificadora
EL 41	UL 41	Amplificadora de potencia
EBC 41/EAF 42	UBC 41/UAF 42	Amplificadora de tensión y detectora
EF 41/EAF 42	UF 41/UAF 42	Amplificadora de frecuencia intermedia
ECH 42	UCH 42	Osciladora y conversora

Las válvulas de las series E y U dieron resultados muy satisfactorios y permitieron el diseño y montaje de receptores superheterodinos relativamente sencillos. Su montaje se llevaba a cabo tanto a escala industrial como por una generación de radiotécnicos surgidos en la época de su comercialización. Tales especialistas, en su mayoría, eran autodidactas o bien se habían formado realizando estudios a distancia a través de centros especializados como Eratele, Escuela de Radio Maymó o Centro de estudios AFHA[325]. Con sus conocimientos se dedicaron a la reparación y montaje de receptores que ponían a la venta directamente o a través de establecimientos especializados en la venta de productos electrónicos.

Fig. 131. Publicidad de la válvula de salida EL 84.

[325] Tales centros de enseñanza a distancia exigían la realización de distintas pruebas de control, así como el montaje y ajuste de un receptor superheterodino para la obtención del título de técnico especialista en radio.

Fig. 132. Publicidad Miniwatt. 1956.

Fig. 133. Publicidad de las válvulas Mniwatt Serie E.

2.10.7. Válvulas para receptores miniatura.

La difusión de los aparatos miniatura fue máxima en los últimos años 50 y primeros 60. En un principio a base de válvulas de la serie Rimlock que, pese a su mayor tamaño, permiten la construcción de circuitos superheterodinos simplificados

en espacios muy reducidos. Así, el receptor español de menor tamaño de la historia en España fue el denominado *Pulgarcito*, versión española del *Gnomo* fabricado en Italia por Es of Milan, cuyas dimensiones son 8,2 x 10,9 x 6,9 cm, incluye tres válvulas de dicha serie[326].

Posteriormente, Philips y Telefunken lanzaron al mercado español una gran cantidad de modelos de receptores de pequeño tamaño, todos ellos empleando cinco válvulas de zócalo miniatura, fundamentalmente dos series:

Tabla 31. Series de válvulas miniatura.

Válvulas		**Función**
Serie mini	**Serie mixta**	
12 AW 6	HY 90	Rectificadora
50 B 5	HL 94	Amplificadora de potencia
12 AV 6	HBC 81	Amplificadora de tensión
12 BA 6	HF 93	Amplificadora de frecuencia intermedia
12 BE 6	HCH 81 (noval)	Osciladora y conversora

Mientras Philips empleó exclusivamente las válvulas de la primera serie, Telefunken utilizó las dos; así, el receptor U 1825 *Sonata* empleó la primera, y el U 1465 *Cariño* la segunda.

[326] HAWES, R.: *Radio Art.* Eds. Green Wood. London. 1991, p. 110.

Igualmente, los últimos receptores portátiles anteriores a los receptores a transistores y los autorradios incorporaron igualmente válvulas de zócalo miniatura.

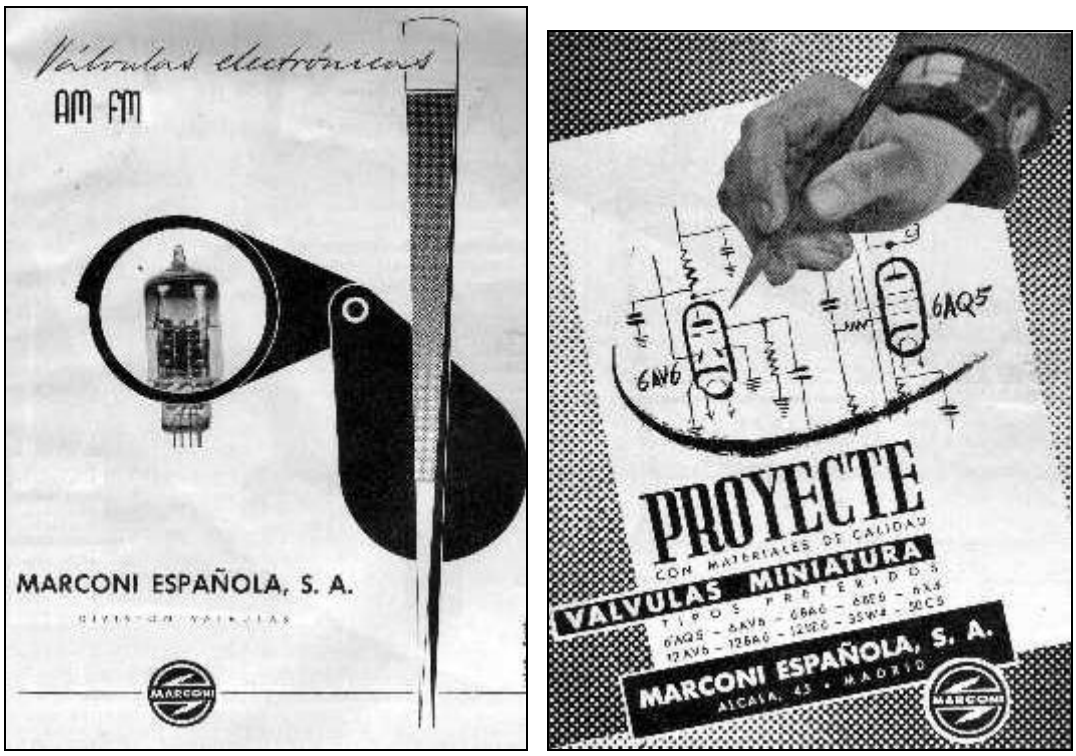


Fig. 134. Publicidad de válvulas miniatura Marconi.

Las válvulas miniatura no se utilizaron exclusivamente en receptores pequeños, sino que incluso se pueden localizar en aparatos de gran tamaño. Así, existen montajes con doble válvula de potencia que emplean la HL 94, rectificadoras de receptores alimentados por corriente alterna como la 6X4 y aparatos que emplean la EBC 90 como amplificadora de tensión.

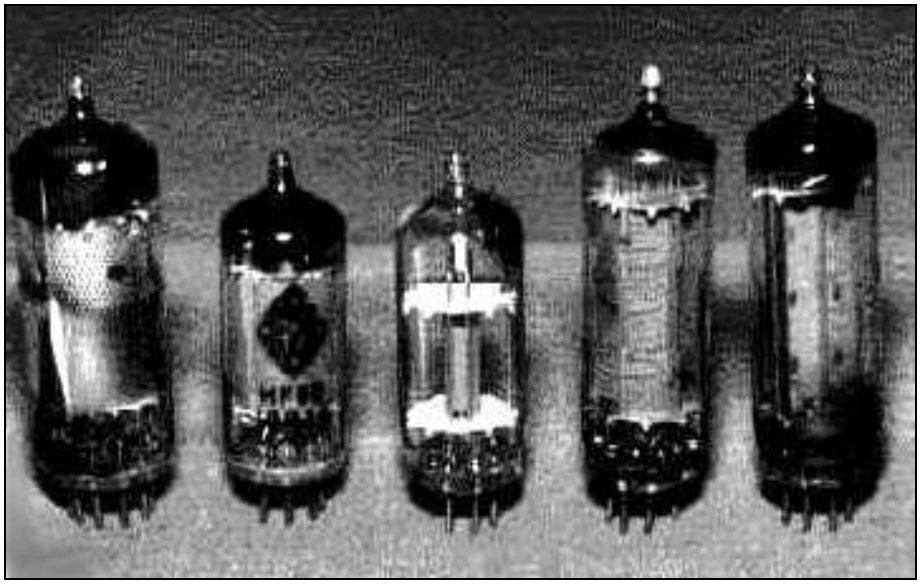


Fig. 135. Válvulas de la serie H fabricadas por Telefunken[327].

En los últimos receptores de válvulas es usual encontrar mezcladas válvulas de las diferentes series. Así debido al excelente rendimiento de la ECH 81, ésta desplazó a la ECH 42 de la serie Rimlock en receptores alimentados exclusivamente por corriente alterna. Se montaron *ojos mágicos* de la serie Continental en receptores de la mitad de los años 50, e incluso se mezclaron hasta tres series distintas de válvulas en un mismo receptor.

2.10.8. Fabricación de válvulas de radio.

Tras abordar el estudio histórico y fisico-químico de las válvulas, se realizará una revisión histórica de los principales materiales y procedimientos utilizados en su fabricación.

[327] HCH 81 osciladora-mezcladora, HF 93 amplificadora de frecuencia intermedia, HBC 90 amplificadora de tensión, HL 94 amplificadora de potencia y HY 90 rectificadora. De la colección del autor.

En la actualidad aún continua la fabricación de válvulas termoiónicas, especialmente las destinadas al montaje de amplificadores de audio, y los procesos son prácticamente idénticos a los utilizados durante los años 40, que son los que aquí se describen.

2.10.8.1. Válvulas de cristal.

La fabricación de las válvulas de cristal[328] comprende ocho etapas básicas:

1. Fabricación y montaje de los filamentos.
2. Construcción de los electrodos.
3. Preparación de los cuellos y montaje de los electrodos.
4. Soldadura de los pies a la ampolla.
5. Vaciado.
6. Colocación de los soportes.
7. Metalización y marcado.
8. Control de calidad.

2.10.8.1.1. Materiales base.

En la composición de una válvula termoiónica prototípica intervienen seis tipos de materias primas:

1. Metales: molibdeno y volframio, empleados junto con los óxidos metálicos en la fabricación de cátodos.

[328] Las válvulas metálicas siguen su propio proceso que después se analizará.

2. Óxidos metálicos.

3. Mica.

4. Materiales plásticos, en las válvulas con zócalo independiente de la ampolla de cristal.

5. Vidrio, como envolvente del conjunto a vacío.

6. Gases.

2.10.8.1.2. Proceso de fabricación.

El montaje de una válvula de cristal comprende ocho etapas básicas:

1. Fabricación y montaje de los filamentos.

2. Realización de los cátodos.

3. Preparación de los cuellos y pies y montaje de los electrodos.

4. Soldadura de los pies a la ampolla.

5. Vaciado.

6. Colocación de los soportes.

7. Metalización y marcado.

8. Control de calidad.

La mayoría de los procesos mencionados se llevan a cabo en máquinas automáticas, ya que el trabajo manual no es capaz de alcanzar la precisión exigida en su montaje, aunque se exige una supervisión continua de cada proceso.

El montaje de las válvulas metálicas tiene algunas peculiaridades que se analizarán posteriormente.

2.10.8.1.2.1. Fabricación y montaje de los filamentos.

La duración de una válvula está en función directa de la calidad de los materiales empleados en el diseño de su filamento, ya que este elemento trabaja a temperaturas elevadas que pueden llegar a producir la fusión de éstos, con lo que la válvula queda inutilizada. Por esta razón el proceso de fabricación de los filamentos se somete a una gran cantidad de controles de calidad en cada una de sus etapas intermedias.

El filamento debe calentar de forma permanente y regular el cátodo en el que está encerrado. Ello exige que esté constituido por un hilo largo y muy delgado.

El material base para la fabricación del filamento es un metal de elevado punto de fusión[329]. Éste se obtiene a partir de los minerales que los contienen en forma de óxido, por reducción con hidrógeno. El metal así obtenido se moldea en lingotes y se somete a procesos de martilleo y *trefilaje*.

Tras las etapas de martilleo, el metal – ya en forma de hilo de 1 mm de diámetro – se hace pasar sucesivamente a través de hileras de diamante de abertura cónica hasta reducir su diámetro a 0,01 mm con el consiguiente aumento de su longitud[330].

El hilo se arrolla generalmente en espiral. Para ello se realiza el bobinado en torno a un hilo de hierro que posteriormente se disuelve en ácido clorhídrico. Este primer arrollamiento se arrolla de nuevo sobre una varilla aislante refractaria de

[329] Volframio, molibdeno, níquel, cobre, platino y distintas aleaciones de acero.

[330] A partir de 1 kg de wolframio es posible obtener aproximadamente 650 km de hilo 0,01 mm

manera que entre cada espiral de ida se encuentre otra de retorno. Al filamento así constituido se le denomina *biespiral*.

El filamento, después de someterse a distintos controles térmicos y de calidad, queda listo para ser introducido en el cátodo.

2.10.8.1.2.2. Construcción de los cátodos.

Antes de proceder a su montaje, el cátodo debe recubrirse de una materia que aumente el poder emisor del metal base. En un principio, se utilizaron a tal fin metales alcalinos, aunque el recubrimiento era irregular. Posteriormente un metal alcalinotérreo, el bario en forma de óxido resultó el más adecuado[331].

El cátodo está formado por un tubo de níquel y volframio, cortado a la longitud necesaria, en cuyo interior se coloca el filamento, interponiendo entre ambos un segundo tubo aislante que se disuelve posteriormente.

2.10.8.1.2.3. Preparación de los cuellos y montaje de los electrodos.

El proceso se inicia con la preparación del vidrio, para proceder con posterioridad a su moldeado.

Para la obtención del vidrio se purifican, dosifican y mezclan arena, hidróxidos de sodio y potasio y minio en recipientes adecuados, en los que se añaden sustancias químicas decolorantes y un 30% de vidrio sobrante de otras operaciones.

[331] Con el fin de incrementar su durabilidad y regularidad la capa debe ser homogénea. Para conseguirlo se somete al cátodo a distintas operaciones de templado, pintura y vaporización con carbonato de bario disuelto en un disolvente volátil, que deja una capa fuertemente adherida.

La mezcla se reduce a polvo y se coloca en crisoles para su fusión en hornos adecuados. Una vez fundido se procede al soplado y moldeado para fabricar las correspondientes ampollas o tubos en cuyo interior se colocarán los distintos electrodos de la válvula.

El proceso general es prácticamente el mismo que el utilizado en la fabricación de lámparas de alumbrado, en lo que se refiere a la construcción de la ampolla, vaciado y composición del vidrio, aunque los controles de calidad exigidos a las válvulas de radio son mucho más rigurosos.

Los *cuellos* o *pies* de válvula se confeccionan a partir de un tubo de cristal, en cuyo interior se colocan los distintos hilos soporte y de conexión sobre los que se montarán los distintos elementos. Estos hilos soporte deben tener el mismo coeficiente de dilatación que el vidrio con el fin de que, al quedar atrapados en la estructura de vidrio por acción de mecheros adecuados, permitan un cierre hermético pese alas diferencias de temperatura.

El proceso está automatizado en máquinas de plato giratorio que introduce el cuello los distintos alambre y un mechero de gas realiza la soldadura correspondiente. Las máquinas, además, sueldan a los pies un pequeño tubo de cristal que permitirá realizar el vaciado final.

Los distintos electrodos se sueldan al soporte así constituido de manera manual o automatizada, según la complejidad de la válvula. Dichos electrodos han sido previamente mecanizados por máquinas adecuadas, que les dan su forma propia. Los electrodos se sujetan con separadores de mica y la soldadura a los alambres del pie se realiza mediante mecheros de gas.

2.10.8.1.2.4. Soldadura de los pies a la ampolla.

Los pies pasan a continuación a una nueva máquina en la que se recubren con las ampollas correspondientes, y se procede a la soldadura mediante mecheros que ablandan la base de la ampolla[332].

El conjunto – aún abierto al aire – se coloca en un horno con el fin de eliminar cualquier traza de humedad. De ahí, en un proceso continuo, pasan a la máquina de vacío.

2.10.8.1.2.5. Vaciado.

La máquina de vacío extrae el aire del interior de la ampolla a través del pequeño tupo de vidrio colocado previamente el pie de la válvula. Durante el vaciado se introduce el conjunto en hornos de alta frecuencia en los que se procede al vaciado molecular[333], eliminación de gases[334] y deselectrización[335], cierre de los rabillos[336], formación del óxido de los cátodos – que hasta entonces se encontraban en forma de carbonatos – absorción de los últimos restos de aire y aislamiento de los hilos de conexión que salen al exterior.

---

[332] Con el fin de evitar la rotura de la ampolla debido a la diferencia de temperatura entre su base y su extremo superior, él conjunto se calienta con mecheros de menor poder calorífico.

[333] Absorción mediante carbón animal, refrigerado por aire liquido, de cualquier traza de aire que se encuentre en el interior de la ampolla.

[334] Su objeto es eliminar por acción del calor restos de aire que pudiesen contener los metales utilizados en el diseño de los electrodos.

[335] Eliminación de la electricidad estática.

[336] Por calentamiento con la ayuda de un mechero de gas, a la vez que la lámpara se estira por su parte superior. El tubo auxiliar se contrae y se cierra por acción de la presión exterior.

Aunque el vacío así logrado es muy profundo, es posible que aun queden trazas de aire en el interior de la ampolla. Para su eliminación definitiva se colocan el interior unas cazoletas que contienen pequeñas cantidades de metales fácilmente oxidables denominados *getters*[337] que por acción del calor se transforman en óxidos por reacción con los posibles restos de oxígeno que se fijan a las paredes y al pie en forma de espejos plateados[338].

2.10.8.1.2.6. Colocación de los soportes.

Tras el vaciado, las válvulas pasan a una nueva máquina automática desde se le colocan sus zócalos, que se pegan mediante cementos especiales al cuerpo de la válvula y se sueldan los distintos terminales al zócab y – en su caso – al apéndice metálico situado en la parte superior.

Las materias plásticas se utilizaron en la fabricación de zócalos hasta la aparición de las válvulas cuyos terminales emergen directamente de la ampolla de vidrio, tales como las de las series Rimlock y Noval. Debían reunir tres características:

1. Facilidad de moldeado.
2. Indeformabilidad.
3. Alto poder aislante.

Están formadas por una resina sintética obtenida a partir del aldehído fórmico, fenol y cresol. Tales sustancias, debidamente mezcladas en proporciones

[337] Magnesio, calcio o sodio.

[338] Este fenómeno puede provocar cortocircuitos entre las distintas conexiones del pie. Para evitarlo se embadurna la parte interior del pie con una pintura especial a base de no metales que se disgrega por acción del calor, de manera que cualquier vestigio de óxido que se deposite sobre ella, se arrastra al fondo de la ampolla al caer la pintura.

adecuadas, se someten a un proceso de condensación y mezcla con serrín de madera hasta obtener una resina sólida que puede trabajarse fácilmente. Ésta se reduce a polvo y se prensa en caliente en matrices adecuadas.

2.10.8.1.2.7. Metalizado y marcado.

Las válvulas europeas se pintan con pintura a base de óxidos de cobre, que una vez seca permanece conductora, denominada *silcope*, que se une mediante un alambre de cobre al pie de la válvula. Sobre esta capa se coloca otra pintura especial que la protege la metalización de la oxidación.

A continuación, se inicia una serie de verificaciones y controles de calidad, tras los que la válvula se marca y embala, quedando lista para su comercialización.

2.10.8.2. Fabricación de válvulas metálicas.

Aunque el funcionamiento de las válvulas metálicas es esencialmente el mismo que el de las de vidrio, la manera de fabricarlas es completamente distinta. La diferencia fundamental radica en la forma de obtener la cubierta que actúa como ampolla.

Se parte de un disco metálico de 1,5 mm de espesor, con ocho orificios periféricos dispuestos circularmente – donde se colocarán las patillas de la válvula -, y uno central de mayor diámetro. Cada uno de los ocho orificios pequeños lleva un pequeño cilindro hueco formado por una aleación de hierro, cobalto y níquel, soldados al disco, y en un extremo una bola de cristal que al calentarse permitirá un perfecto cierre.

Los electrodos se ensamblan mediante soportes de mica a través de alambres rígidos que se sueldan a la base de los discos perforados para formar el pie de la

válvula. Las conexiones atraviesan las bolas de vidrio a las que se sueldan, quedando así aisladas del disco.

- ✍ El cuerpo de la válvula es un tubo metálico de estructura homogénea no porosa, de forma variable obtenida en máquinas de embutir, según la estructura de la válvula. Su espesor mínimo es de 1,5 mm. Se coloca sobre el pie mediante un anillo de cobre. En el caso de que la válvula lleve conexión superior, la unión se realiza de la misma forma que los conductores del pie.

El cierre de la válvula se realiza mediante una prensa especial que hace pasar entre el reborde el reborde de la cubierta, que se apoya sobre el anillo de cobre y el disco que forma el pie, con una corriente eléctrica procedente de la descarga de 30.000 amperios durante 1/20 de segundo que funde y une los metales en contacto instantáneamente[339].

La operación de vaciado es idéntica a la ya vista para las válvulas de cristal. Sin embargo, la cubierta metálica no permite emplear los dispositivos de alta frecuencia[340].

Tras el vaciado, se colocan el apéndice superior y el soporte. Éste está formado por un material plástico moldeado con los terminales dispuestos en círculo en torno a un vástago central que sirve de guía para su colocación en el soporte del receptor.

[339] De este modo se evita el sobrecalentamiento de las restantes partes del pie y de la cubierta, evitando la aparición de poros.

[340] En su lugar la válvula se introduce en hornos especiales con mecheros de gas a presión que calientan la válvula de una vez a la misma temperatura, llevándola al rojo.

Como en el caso de las válvulas de cristal, la válvula se somete a las verificaciones y controles de calidad, marcaje y embalado[341].

La fabricación de las válvulas de última generación apenas difiere del procedimiento aquí descrito. La diferencia fundamental radica en que las patillas de conexión exterior colocadas en el pie son rígidas y forman ellas mismas el zócalo.

[341] BARONA, J.: *"Cómo se fabrican y reparan las válvulas de radio".* Revista Radioelectricidad. Nº 53 a 56. Agosto a Noviembre 1943.

2.11. LOS SEMICONDUCTORES

Actualmente la humanidad se encuentra en la culminación de una nueva revolución tecnológica, la revolución de los ordenadores, que no es menos trascendente que lo que supuso en el siglo XIX la Revolución Industrial. Dicha revolución está basada en las propiedades semiconductoras del silicio y otros elementos semiconductores.

Un semiconductor eléctrico es un conductor eléctrico como lo es un metal. Sin embargo, los semiconductores presentan una conductividad eléctrica que, a diferencia de lo que sucede con los metales, aumenta con la temperatura.

Desde las primeras aplicaciones de los semiconductores a los circuitos electrónicos en los que sustituyeron a las clásicas válvulas de vacío en sus funciones de amplificación y rectificación de corrientes alternas hasta la actualidad, el empleo de los semiconductores se ha generalizado de tal forma que es difícil concebir la sociedad actual sin su presencia. Desde los relojes, las calculadoras, aparatos de sonido, radio, vídeo, televisión, ordenadores, telefonía, hasta los más sofisticados sistemas electrónicos incorporan en su diseño semiconductores en forma de transistores, circuitos integrados, procesadores y microchips, términos que cada vez son más conocidos por el público en general.

2.11.1. Revisión histórica.

La evolución de la radiodifusión sonora ha discurrido paralela a los diferentes descubrimientos tecnológicos aplicables al campo de las comunicaciones. En una primera etapa se limitaba a la emisión de ondas electromagnéticas no amplificadas, producidas por circuitos generadores de chispas y su correspondiente detección mediante cristales . La aparición de los tubos electrónicos o válvulas de vacío, y a continuación el descubrimiento de los transistores como consecuencia de la

aplicación de los semiconductores, permitió la amplificación de las señales radiadas y posteriormente su detección en los receptores correspondientes.

A la hora de realizar el presente estudio, el transistor ha cumplido más de cincuenta años. El término *transistor* designa un dispositivo electrónico, de reducidas dimensiones, que con un consumo de corriente mínimo y con unas tensiones de trabajo sustancialmente inferiores a las de las válvulas termoiónicas, es capaz de llevar a cabo tareas que hasta, el momento de su descubrimiento, resultaban propias de los tubos de vacío, mejorando incluso su rendimiento a la hora de trabajar con altas frecuencias.

El 30 de junio de 1948 se anunció la invención de un nuevo dispositivo electrónico de propiedades amplificadoras por los científicos de la Bell Telephone John Bardeen, Walter H. Brattain y William Shockley en Estados Unidos, aunque ciertos autores como William Orr[342] fijan 1947 como fecha de tal invención. El 18 de octubre de 1954 la compañía I.D.E.A. de Indianápolis lanzó al mercado el primer receptor de radio transistorizado[343]: el Regency TR1.

Su descubrimiento, como consecuencia de investigaciones relativas al campo de la Física del Estado sólido, supuso el Premio Nobel de Física en 1956 para los investigadores Bardeen, Brattain y Shockley.

---

[342] ORR, W.: O.C. p.

[343] Es preciso considerar que la llegada del transistor no supuso la aparición de los receptores de radio portátiles. Ya desde 1920 surgieron en el mercado receptores de radio que podían transportarse, prescindiendo de su peso y dimensiones. Tales receptores se alimentaban con baterías. En los años sucesivos, los distintos fabricantes mantuvieron en sus líneas de fabricación este tipo de receptores portátiles a válvulas. Por ejemplo, Zenith mantuvo su gama Transoceanic mutibanda a válvulas desde 1942 hasta 1973.

Unos años antes, en 1930, surgió un precursor del transistor, patentado por Julius Lillenfeld[344], un dispositivo equiparable al actual transistor de efecto campo, que no llegó a comercializarse en su momento, pues sus posibilidades como amplificador eran escasas.

Desde 1936 la empresa Bell puso en marcha una línea de investigación en el campo de los semiconductores, y en 1939, en puertas de la Segunda Guerra Mundial, dos de sus investigadores, Scaff y Theurer, evidencian la existencia de zonas positivas y negativas en el Silicio, el primer elemento empleado como semiconductor a escala industrial. Un cuarto investigador, Shockley apunta la posibilidad de obtener un efecto amplificador a partir de dispositivos basados en el Silicio.

A finales de 1947, se anuncia la invención en los laboratorios Bell del denominado *transistor de puntas de contacto*, capaz de realizar funciones de amplificador. Su presentación al público se realizó en la oficina central de los laboratorios Bell de Nueva York. La noticia se publicó en el New York Times el 1 de Julio de 1948 y apenas tuvo repercusión.

En Europa la revista Toute la Radio en el número 128 del mes de junio de 1948 presentó en primicia a sus lectores españoles las características del nuevo dispositivo. El primitivo *transistor de puntas* fue sustituido poco después por el *transistor de unión*. Su montaje se realizaba manualmente, con aplicación de técnicas microscópicas[345], posteriormente perfeccionadas y automatizadas.

Otras contribuciones anteriores al nacimiento del transistor fueron los estudios previos sobre semiconductores del alemán Ferdinand Braun, el francés

[344] Profesor de la Universidad de Leipzig.

[345] Ello suponía unos costes tremendamente elevados en relación a los correspondientes a las válvulas.

Becquerel y el americano Faraday. Tales investigadores describieron los semiconductores como *sustancias de conductividad intermedia entre la de los metales y la de los no metales*.[346]

La evolución de la tecnología electrónica en el campo de los receptores de radio muestra una clara tendencia a la reducción en el tamaño de los componentes utilizados en la fabricación de aparatos. Así, durante la segunda guerra mundial se desarrollaron las válvulas electrónicas denominadas "miniatura". Más tarde se inventó el transistor y con él se inició una reducción progresiva del tamaño de los componentes electrónicos. Este proceso culminó con la aparición de los denominados *circuitos integrados*.

2.11.2. Evolución histórica de los semiconductores.

La edad moderna de los sólidos tuvo sus inicios en los años 50 en virtud de los brillantes avances de los físicos del estado sólido que desarrollaron un profundo conocimiento a cerca de los materiales semiconductores. Hubo igualmente ciertos desafíos en ese momento para los químicos, conforme se puso de manifiesto que el silicio elemental y el germanio son necesarios en su forma de monocristales con niveles de impurezas tan bajas como una parte en cien millones.

Posteriormente, se encontraron comportamientos similares en compuestos formados por dos elementos, uno del grupo XIII del sistema periódico y otro del grupo XV. Así, un semiconductor típico es el *antimonuro de indio*, que durante años ha proporcionado uno de los mas sensibles detectores de radiación luminosa próxima al infrarrojo que se conocen.

[346] ESPUÑES, F.: *"El transistor y la radio". La ràdio de época*nº 18 y 19, abril y junio 1998.

En la siguiente etapa, se prestó atención a los monocristales de *arseniuro de galio* desarrollados en un monocristal de *fosfuro de indio*. Tales materiales son el fundamento de los rayos láser o de dispositivos que emplean los láser para comunicaciones ópticas de longitudes de onda larga.

Conforme el ámbito de los materiales usados en las tecnologías de los semiconductores se ha ampliado, cada vez más químicos comenzaron a realizar investigaciones conjuntamente con los físicos. Esta mayor participación de los químicos se produjo al mismo tiempo que el sorprendente descubrimiento de las propiedades semiconductoras del silicio amorfo (no cristalino)[347].

En 1958, diez años después de la invención del transistor, se dieron a conocer los primeros circuitos integrados. En 1963 se fabricó el primer amplificador para sordos realizado con circuitos integrados y en 1966 se aplicaron, por vez primera, a los receptores de radio y televisión y a los amplificadores de audio. Su empleo supone tres ventajas fundamentales:

?? Simplificación en el proyecto y construcción de aparatos electrónicos.

?? Alta seguridad y fiabilidad en su funcionamiento.

?? Importante reducción en los costes de montaje y mantenimiento.

La importante industria mundial creada en torno a los semiconductores, las nuevas aplicaciones de los semiconductores y sus perspectivas futuras auguran un futuro más que prometedor al mundo creado en torno a ellos.

[347] Debido a que la actual teoría de que el comportamiento de los semiconductores se basa en las propiedades de los sólidos perfectamente ordenados, estos semiconductores amorfos no fueron previstos ni fácilmente descritos en esta teoría.

2.11.3. Concepto de semiconductor.

En la bibliografía consultada aparecen distintas definiciones. Así, para Gillespie y Bayrd:

> *"Las sustancias que conducen la corriente eléctrica en estado sólido pero de tal forma que su conductividad aumenta apreciablemente cuando lo hace la temperatura, se denominan semiconductoras"*[348].

Según Morcillo, semiconductores son:

> *"Elementos que poseen propiedades intermedias entre los metales y los no metales, por lo que también se les denomina semimetales"*[349].

Sears, Zemansky y Young los definen como

> *"Elementos cuya resistividad eléctrica tiene un valor intermedio entre la de los buenos conductores y la de los buenos aisladores"*[350].

En tanto que para Mächtle:

[348] GUILLESPIE, HUMPHREYS y BAIRD. Química. Vol II. Pag.964. Ed. Reverté. 1995.

[349] MORCILLO, J. *Temas básicos de Química*. Pag.101.Ed. Alhambra Universidad. Madrid. 1991.

[350] SEARS, ZEMANSKY y YOUNG. *Física universitaria.* Pag. 1027 Ed. Addison-Wesley Iberoamericana.

> *"Desde el punto de vista atómico, los semiconductores se encuentran situados en el centro entre los conductores por excelencia y los aislantes. Son elementos que en su estructura cristalina no poseen electrones libres, pero los electrones localizados en forma de pares pueden, a través de una serie de trucos, ser en parte transformados en electrones libres"*[351].

Couselo y Lomillo aplican la denominada Teoría de bandas a los semiconductores, introduciendo el concepto de "gap" o salto de energía entre las denominadas bandas de valencia (BV) y de conducción (BC), de manera que distinguen entre conductores semiconductores y aislantes en función del gap:

> *"Si las bandas de conducción y de valencia se recubren el elemento es conductor, y los electrones pasan de una banda a otra con gran facilidad cuando un campo eléctrico aumenta el nivel de energía de un electrón; si tiene un gap pequeño es semiconductor y si es muy grande, aumenta"*[352]

Esta definición es la más adecuada y que será la que se utilice el presente desarrollo. Previamente, se analizaran los aspectos químico-físicos del proceso de semiconducción, para lo cual se realizará una revisión de la Teoría de los Orbitales Moleculares y su posterior aplicación a la Teoría de las Bandas.

[351] MÄCHTLE, W. *Enciclopedia de las ciencias:* Física. Pag. 67. Ed. DDB. Bilbao. 1985.

[352] COUSELO, J., LOMILLO, R. *Química* COU-78. Pag. 96Ed. Bruño. 1978.

2.11.4. Consideraciones quimico-físicas.

La *Teoría de los orbitales moleculares*, debida a Hund y Mulliken, considera las moléculas como un único átomo con varios núcleos, donde los electrones ocupan distintos niveles de energía, denominados orbitales moleculares.

Para entender su formación, es preciso recordar que un orbital atómico viene descrito por una función de onda que define la forma y dirección del orbital, y cuyo cuadrado representa la probabilidad de encontrar al electrón en el espacio. Dicho orbital molecular vendrá también descrito mediante una función de onda que será matemáticamente, una combinación lineal de los orbitales atómicos que le dan origen.

Los orbitales moleculares con un contenido energético menor que los atómicos de partida se denominan enlazantes, y los de mayor contenido energético que los de partida, antienlazantes. Se representan mediante diagramas energéticos.

Se formará enlace cuando la diferencia entre el número de electrones situados en orbitales en orbitales antienlazantes sea mayor que cero.

Los orbitales moleculares enlazantes, centran la máxima densidad electrónicas en la región internuclear, mientras los antienlazantes la sitúan en la zona opuesta.

Cuando interactúan orbitales p entre si, aparecen enlaces ? (sigma) y ? (pi), tanto enlazantes como antienlazantes.

La TOM[353] permite explicar la aparición de moléculas diamagnéticas y paramagnéticas. Una sustancia es paramagnética cuando es atraída por un campo magnético y es diamagnética en caso contrario. Así, se sabe que la molécula de oxígeno es paramagnética y la de flúor no lo es.

Cuando se forman enlaces covalentes entre átomos iguales, es decir, en moléculas homonucleares como Cl_2 o H_2 el par electrónico compartido lo está por igual por los dos átomos, con lo que la molécula no presentará polaridad alguna.

Se *denomina orden* de enlace a la semidiferencia entre el número de electrones situados en orbitales enlazantes y antienlazantes:

O.E. = (Nº electrones enlazantes - Nº electrones antienlazantes) / 2

Para que una supuesta molécula pueda existir, es necesario que el orden de enlace sea mayor que cero.

La *Teoría de las bandas* es una aplicación de los postulados de la mecánica cuántica al enlace metálico, como ampliación de la TOM.

A la hora de formar una estructura metálica, tal teoría supone que se parte de "n" átomos de un cristal metálico, cada uno de los cuales posee un orbital atómico, se obtienen "n" orbitales moleculares, de los cuales la mitad son enlazantes y la otra mitad antienlazante, de forma que los electrones que ocupan estos orbitales moleculares no están localizados.

[353] Teoría de los orbitales moleculares.

Al aumentar el número de orbitales moleculares, disminuye la diferencia de energía entre ellos. En una porción de un metal, el número de átomos es muy elevado, y por ello la diferencia de energía entre sus niveles es mínima. A los n niveles se les denomina *banda de energía*.

Existen dos tipos de bandas de energía: la banda de menor energía llamada *banda de valencia*, y la de mayor energía, que está vacía, y se denomina *banda de conducción*, procedente de orbitales atómicos no ocupados.

En un metal alcalino[354], la *banda de valencia* está formada por niveles de energía que proceden de los orbitales *ns*, semiocupados. La *banda de conducción*, por los niveles *np* vacíos (3n en total).

Este teoría de bandas se puede aplicar a cualquier sólido, sea o no metálico, estableciéndose la siguiente tipología:

1. Sólidos conductores o metales en los que la banda de valencia y la de conducción están unidas, de manera que los electrones pueden pasar libremente de una a otra, por lo que adquieren movilidad y conducen la corriente eléctrica[355.]

[354] Litio, Sodio, Potasio, Rubidio, Cesio o Francio

[355] Los alcalinos (ns^1) en su estado fundamental tienen ocupados sólo la mitad de los niveles de la banda de valencia, con dos electrones con espines contrarios. Los electrones saltan de la banda semillena a la media banda vacía. En los alcalinotérreos (ns^2) la banda de valencia está llena y la de conducción vacía. Los electrones saltan de una a otra como en el caso anterior.

2. Sólidos semiconductores, tales como el germanio, situado entre el cinc (metal) y el silicio (no-metal), no presentan superposición de las bandas s y p, pero la separación entre ellas es muy pequeña y puede salvarse mediante el aporte de energías no muy altas. Por ello el aumento de temperatura favorece la conductividad.

3. Sólidos aislantes, como es el caso de los sólidos covalentes, la separación entre bandas es muy elevada, por lo que solamente pueden conducir la corriente con el aporte de cantidades muy altas de energía. Así, el diamante, cuya estructura cristalina está formada por orbitales híbridos sp^3, posee una estructura de bandas que no son superponibles. En general, poseen la banda de conducción vacía y la de valencia llena, pero los electrones no pueden pasar de una a otra.

2.11.4.1. Niveles de energía en los sólidos.

Cuando los átomos se aproximan tanto como lo están en un cristal, interaccionan entre si de modo tal que las energía de sus orbitales mas externos se alteran ligeramente. Así, en un cristal de sodio, por ejemplo, el orbital 3s de un átomo de sodio aislado es sustituido por un conjunto completo de niveles de energía muy próximos entre si y en un número igual al de átomos que forman el cristal, como se vio en el epígrafe anterior. El conjunto de niveles o banda de energía es en este caso del tipo 3s.

Por tanto, los electrones de valencia de los metales forman una especie de nube electrónica u orbital molecular deslocalizado, perteneciente a la totalidad del cristal. Si el metal es alcalinotérreo la banda formada por los orbitales s estará ocupada, pero no así la banda formada por los orbitales p, que solapa con la anterior, formando la banda de conducción que se encontrará totalmente desocupada. Tanto en este caso como en el de los alcalinos, al estar tan próximos los niveles energéticos, basta con aplicar una pequeña cantidad de energía para que los electrones comiencen a ocupar los orbitales desocupados. Tal aporte de energía puede provenir ya de una corriente eléctrica o de un aumento de temperatura. En ambos casos los electrones en su movimiento chocarán contra los núcleos de los átomos produciendo el calentamiento subsiguiente.

Según el *Principio de exclusión de Pauli*, cada orbital molecular puede contener hasta dos electrones, y puesto que cada átomo contribuye con un solo electrón, en el sólido solamente están ocupados la mitad de los niveles. Por ello, el número de niveles vacíos a los que pueden ser excitados los electrones es muy elevado y la pequeña cantidad de energía que puede suministrar la aplicación de un potencial eléctrico al metal es suficiente para que algunos de los electrones accedan a esos niveles vacíos. El flujo de electrones de unos orbitales a otros constituye una corriente eléctrica, y por ello el sodio es un conductor.

Si se aplican las mismas consideraciones al magnesio, la banda 3s estará completamente ocupada, y no quedan orbitales libres a los que puedan ser excitados los electrones. Por ello, un campo eléctrico no podría inducir ningún desplazamiento electrónico, y cabría esperar que el magnesio fuese aislante. Sin embargo, los orbitales 3p también forman una banda de niveles de energía entre los que el espaciado es muy pequeño, y esta banda 3p se superpone parcialmente con la banda 3s. De esta manera, la aplicación de un campo eléctrico permite el desplazamiento de los electrones a esta banda vacía, que es denominada banda de conducción (BC). La banda 3s llena es la Banda de valencia.

En un aislante como el diamante, la banda de valencia está totalmente ocupada la banda de conducción se encuentra a valores de energía muy superiores. Por ello los electrones de la banda de valencia no pueden acceder a la banda de conducción, por lo que el diamante no es conductor.

En los semiconductores como el silicio, las bandas de valencia y se conducción no se superponen, como sucede en los metales, pero están lo suficientemente próximas entre si como para que algunos electrones tengan la suficiente energía térmica para saltar al hueco y ocupar la banda de conducción. Por ello el silicio es un conductor per, dad que el número de electrones de la banda de conducción es muy pequeño, su conductividad es mucho menor que la de un metal.

La conductividad de un semiconductor aumenta cuando lo hace la temperatura, porque el incremento de energía térmica hace que el número de electrones que pueden acceder a la banda de conducción sea mayor. Así pues, lo que diferencia a un metal de un semiconductor y de un aislante es la magnitud de la discontinuidad energética o "gap" existente entre las bandas de conducción y de valencia.

2.11.4.2. Tipos de semiconductores.

El silicio y el germanio tienen cuatro electrones en su última capa y cristalizan con estructura de diamante, en la cual cada átomo está en el centro de un tetraedro regular, con los cuatro vecinos más próximos en los vértices y un enlace covalente entre ellos. Por ello, todos los electrones intervienen en el enlace y los materiales deberían ser aislantes. Sin embargo, es precisa una cierta energía (aproximadamente 1,1 electrón-voltio para el silicio y 0,7 para el germanio) para romper uno de los enlaces y dejar un electrón libre dentro de la red cristalina. Por ello, incluso a temperatura ambiente, existe un número elevado de electrones disociado de sus átomos, y tal número se incrementa con la temperatura.

Cuando un electrón abandona un enlace covalente, deja una vacante que puede ser ocupada por un electrón de un átomo próximo, dejándolo a su vez con una vacante. De esta manera, la vacante, denominada hueco puede viajar a través de la red cristalina y actuar como un portador de corriente adicional. En un semiconductor puro siempre hay presentes huecos y electrones en igual número, de manera que la conductividad resultante se denomina conductividad intrínseca, para distringuirla de la conductividad debida a las impurezas que se estudiará posteriormente.

El modelo anterior es aún más aproximado si se efectúa en función de los estados cuánticos disponibles para los electrones en el sólido, empleando en concepto de *banda de energía*.

Si se mezcla germanio fundido con una pequeña cantidad de arsénico (elemento del grupo XV con cinco electrones en su capa más externa), cuando el germanio pierde uno de esos electrones, la estructura electrónica resultante es la del germanio prácticamente, con la única diferencia de su tamaño, que ha disminuido en una proporción de 33/32 porque el núcleo del arsénico contiene 33 protones en lugar 32. De esta manera, un átomo de arsénico puede ocupar el lugar de otro de germanio en la red cristalina, de manera que cuatro de sus cinco electrones de valencia forman cuatro enlaces covalentes con sus cuatro átomos vecinos, mientras que el quinto está muy débilmente ligado (su energía de enlace es apenas 0,01 ev) e incluso a temperatura normal puede escapar muy fácilmente y vagar por la red cristalina. En consecuencia, la carga positiva correspondiente está asociada a la carga nuclear, por lo que no es libre para moverse, al contrario de lo que ocurre con los electrones y huecos del germanio puro.

A temperatura ambiente, tan sólo puede escapar una fracción muy pequeña de electrones de valencia de sus lugares y participar en el proceso de conducción, una concentración de átomos de arsénico tan pequeña como 1/1010 puede aumentar la conductividad de forma tan drástica que la conducción debida a las impurezas se convierte con mucha diferencia en el mecanismo predominante. En este caso, la conductividad es debida casi por entero al movimiento de cargas negativas, y el material recibe el nombre de semiconductor tipo n o se dice que tiene impurezas de tipo n.

Si se añaden átomos de un elemento del grupo XIII, con sólo tres electrones en su última capa, el efecto es análogo. Un ejemplo es el galio. Al situarse en la red cristalina, el átomo de galio podría formar cuatro enlaces covalentes pero sólo tiene tres electrones externos. Puede, sin embargo, sustraer un electrón a un átomo de germanio próximo para completar el enlace. Ello deja al átomo vecino con un hueco o carencia de un electrón, y este hueco puede moverse a través de la red cristalina lo mismo que en el caso de la conductividad intrínseca. Ahora la carga negativa

correspondiente está asociada con el defecto de carga positiva del núcleo de galio (31 protones en lograr de 32) por lo que no es libre para moverse. Esto es característico de los semiconductores tipo p, o materiales con impurezas tipo p.

Los dos tipos de impurezas mencionadas, n y p, también se denominan *donadores y aceptores*, respectivamente[356]

Lo más importante del comportamiento de los semiconductores estriba en que si se les aplica un campo eléctrico, los electrones libre se mueven en dirección contraria al campo eléctrico, pero al mismo tiempo, los electrones ligados próximos a un agujero pueden saltar a éste, lo que equivale a un movimiento del agujero en la misma dirección del campo. Por ello, puede afirmarse con propiedad que en los semiconductores la corriente es producida por cargas negativas (electrones libres) y por cargas positivas (huecos o agujeros) que se mueven en la misma dirección pero con sentidos opuestos bajo la acción de un campo eléctrico, originando una corriente que será la suma de las producidas por cada uno de los dos tipos de portadores.

En un conductor puro o intrínseco, el numero de portadores positivos coincide con el de negativos, ya que por cada electrón que se mueve se origina un hueco. Al impurificar un material como se acaba de mencionar, se originan los denominados semiconductores p y n. Algunos autores hablan de portadores mayoritarios y de portadores minoritarios, en referencia a los electrones libres y a los huecos respectivamente en un semiconductor de tipo p, y a la inversa en un semiconductor de tipo n[357.]

[356] SEARS, ZEMANSKY y YOUNG. *Física Universitaria.* Pag. 1029 y ss. Ed. Addison Wesley Iberoamericana. (1986)

[357] GONZÁLEZ-IBEAS. *Introducción a la física y biofísica* Pag.256. Ed. alhambra.1975.

2.11.4.3. La unión p - n. El diodo de unión.

El dispositivo conocido con el nombre de unión p - n ha permitido emplear los semiconductores para controlar corriente eléctricas y ha configurado desde 1950 aproximadamente toda la evolución de la electrónica.

En los semiconductores aparecen simultáneamente cargas negativas, los electrones, y ausencias de electrones en la estructura denominadas huecos, que se comportan como si tuviesen carga eléctrica positiva, de igual magnitud que la carga del electrón ($1.602.10^{-19}$ C). Al someter el semiconductor a la acción de un campo eléctrico, los huecos y los electrones se mueven con una velocidad que es directamente proporcional a la intensidad de dicho campo eléctrico, según la expresión

$$\boxed{V= K. A.E}$$

En la que V es la velocidad del hueco, A su movilidad y E la intensidad del campo eléctrico.

Los huecos se moverán en dirección opuesta a los electrones, pero con menor velocidad que éstos, pues su movilidad es aproximadamente la mitad de la correspondiente a un electrón [358]

El diodo semiconductor es un dispositivo de unión o contacto PN, cuya configuración física corresponde a la figura. El cátodo es siempre un material de tipo P y el ánodo de tipo N; ambos se encuentran en equilibrio cuando la capa límite PN está libre de tensión. Al conectar el sistema así representado a una batería con la polaridad, polo positivo en la región N, los electrones, de acuerdo con las leyes de la

[358] ORR, W.: O.C. p. 276.

electricidad estática, se desplazan de la zona N al polo positivo de la batería; los huecos por su parte, se desplazarán hacia el polo negativo. En tal caso, la capa límite perderá la mayoría de sus portadores de carga y se convierte así en capa de barrera, agotada o de bloqueo. En estas condiciones apenas circula una reducidísima corriente de bloqueo o residual.

Al invertir la polaridad de la batería, los electrones fluyen hacia el polo positivo y los huecos hacia el negativo a través del cristal y la capa límite. En este caso, la capa límite se convierte en conductora y en virtud de la ley de Ohm, a mayor tensión aplicada, tanto mayor será la corriente de conducción resultante.

2.11.4.4. El transistor.

El primitivo transistor, denominado *de contacto*, consiste en una pequeña pantalla de germanio, de 0.05 milímetros de lado, a la que denominó base, en la que se apoyaban dos hilos metálicos muy finos, separados entre si unas 20 micras; al conductor de entrada se le denomina *emisor* y al de salida *colector*, términos que aún subsisten en la actualidad[359].

Este transistor primitivo, también denominado *de puntas*, está formado por un semiconductor de base, tipo N o P, y presentaba la dificultad de ser difícilmente controlable, por lo que entró rápidamente en desuso, siendo sustituido por el transistor de unión por crecimiento.

Los cristales semiconductores se obtienen a partir de germanio o silicio fundidos de tal forma que tienen uniones muy poco separadas en la lámina o pastilla. El material de impureza se cambia durante el proceso de crecimiento del cristal, a fin

[359] LIMANN, O. : O.C. p. 437.

de introducir fragmentos PNP o NPN, que con posterioridad se dividen en pastillas individuales.

El transistor es un componente activo en amplificación de señales, cuyo mecanismo se basa en la acción conjunta de dos diodos. Costa de tres zonas de conductividad variable, cuyo orden es PNP o NPN; se trata por tanto de dos capas limite.

Son tres las principales acciones esenciales de un transistor:

1. *Inyección* de transportadores mayoritarios.
2. *Transporte*.
3. *Recogida* o collection.

El transistor PNP se compone de una capa de silicio tipo N en cuyas capas opuestas se ha formado una capa de material de tipo P mediante fusión; los terminales se conectan a cada una de las dos secciones P y a la base de tipo N. Es posible pues considerar que el transistor como dos rectificadores de unión PN yuxtapuestos con un cristal semiconductor que actúa de acople entre ellos. El terminal unido al polo positivo está polarizado en sentido directo o conductor, y se denomina *emisor*. El que se une al polo negativo está conectado en sentido inverso y se denomina *colector*; dichos potenciales se eligen respecto al terminal base (en el caso de utilizar un transistor NPN los potenciales deben invertirse).

En los transistores de unión, el transporte de carga se realiza por difusión, desde una zona de alta concentración hasta otra región de concentración mas baja, en el colector. Éste, al estar polarizado en sentido contrario, actúa como acumulador de estos huecos, de ahí su nombre.

Para la fabricación de transistores se ha empleado tradicionalmente el sistema planar. Los diodos que van a integrarlo se difunden como un pequeño disco en un cristal semiconductor, y poseen una zona de base común muy fina. Una placa de semiconductor de un milímetro cuadrado de sección, denominada chip, se suelda a una placa de base metálica que sirve de colector, y que en los transistores de potencia se monta sobre una superficie refrigerada para disipar el calor de pérdidas. Las conexiones del emisor y de la base se realizan soldando alambres de oɒ.

2.11.5. Aplicaciones de los semiconductores.

Dada la gran variedad de semiconductores existentes en la actualidad, resulta difícil resumir los principales campos de. aplicación de los semiconductores. No obstante, a partir de la tipología básica considerada en el presente desarrollo, es posible realizar un esquema de las principales aplicaciones de los diodos de unión, los transistores, circuitos integrados y microprocesadores.

2.11.5.1. Empleo de los diodos de unión.

La primera función que desempeñaron los diodos de unión fue la de actuar como elementos rectificadores de corriente alterna. El proceso consiste en hacer pasar una corriente alterna a través de un diodo, de manera que a la salida se obtiene una corriente alterna denominada pulsante ya que solamente contiene los semiciclos positivos o negativos, según la polarización del diodo. Esta corriente se filtra posteriormente mediante el uso de condensadores electrolíticos y/o bobinas y resistencias de filtro.

En el campo de la radio se emplearon igualmente unos dispositivos denominados genéricamente galenas consistentes en un tubo de cristal que contiene un mineral de galena (con características semiconductoras) sobre el cual se hacía contacto con un alambre muy delgado. El dispositivo es en realidad un diodo de unión primitivo que permite la detección de ondas de radio.

El diodo de uso mas extendido es el diodo de germanio o de silicio, cuyos usos fundamentales son los siguientes:

1. Detección y regulación automática en receptores de radio y televisión.
2. Detección por discriminación en receptores de FM y TV.
3. Control automático de ganancia.
4. Detección de vídeo en TV.
5. Regulación automática de amplificación en receptores de TV.
6. Rectificador de corrientes débiles

La tipología de diodos a su vez es muy extensa:

- Los denominados diodos varicap se emplean en dispositivos de sintonía en receptores de radio actuales.
- Los diodos zener se utilizan para estabilizar las tensiones continuas.
- Los diodos led o Diodos Emisores de Luz formados a partir de arseniuro de galio que tienen la propiedad de emitir luz al paso de la corriente por la unión pn, parpadeando si la corriente es alterna al ritmo de la frecuencia correspondiente (es lo que se denomina luz modulada). Su símbolo es el de un diodo con flechas inclinadas apuntando al exterior.
- Finalmente los fotodiodos son diodos empleados en el sentido inverso o de bloqueo. Cuando la luz incide sobre la unión pn, su corriente inversa aumenta, y por ello se emplean como dispositivos de medida de luz.

2.11.5.2. Empleo de los transistores.

El uso fundamental que se da a un transistor es el de amplificador de corrientes, ya sea en voltaje, intensidad o potencia. Su tipología es muy extensa y se establece en función de su empleo. Desde su invención en 1948, se emplearon como sustitutivo de las denominadas válvula de vacío como sistema de control en casi todas sus funciones, presentando sobre ellas las ventajas de no precisar calentamiento, ser mas robustos y de menor tamaño, de mayor rendimiento y menor deterioro.

Algunas aplicaciones de los transistores son las que siguen:

1. Amplificadores de audio o de baja frecuencia.
2. Indicadores de nivel de líquidos.
3. Convertidores de corriente continua en alterna o multivibradores.
4. Receptores de radio y televisión.
5. Emisores de radio y televisión[360].

En la actualidad los transistores forman parte de los denominados *circuitos integrados*.

[360] *Curso AFHA de Electronica. Vol VII.* Ed. Afha. Barcelona.1978. p. 124.

2.12. LOS CIRCUITOS INTEGRADOS.

Cualquier aparato electrónico consta de un número de componentes relativamente elevado, fijados sobre un soporte adecuado y convenientemente interconectados entre si. Los fabricantes de componentes y los constructores de equipos se han esforzado en reducir el número de componentes empleados en los equipos electrónicos, tanto para conseguir un funcionamiento más seguro, como para reducir los costos de fabricación, montaje mantenimiento.

Como resultado de estos esfuerzos se han desarrollado diversas clases de subconjuntos o grupos de componentes. Los progresos realizados durante los últimos años en el campo de las películas delgadas y en el de los materiales semiconductores ha hecho posible el desarrollo de los circuitos integrados.

Los circuitos integrados son componentes electrónicos de pequeño tamaño, que realizan total o parcialmente la función de uno o más circuitos electrónicos, o que pueden realizarla con ayuda de un reducido número de componentes adicionales, y que constan de elementos de circuito inseparablemente asociados en un soporte o sustrato adecuado y obtenidos simultáneamente en el transcurso de unas mismas operaciones de fabricación.

Su aspecto exterior presenta una forma y dimensiones de un transistor, salvo que el número de patillas o terminales es mayor. Mientras la cápsula y los terminales representan la mayor parte del componente, el circuito integrado propiamente dicho es en realidad una pequeña placa cuadrada, de 1,5 mm de lado y 0,2 mm de espesor. Esta placa, pese a su reducido tamaño, puede contener un elevado número de elementos del circuito, como todas los transistores, resistencias, condensadores y diodos precisos para un circuito de audio.

La fiabilidad de estos circuitos integrados es mayor que la de circuitos que emplean componentes discretos, simplifican la construcción de aparatos y reducen los costes de montaje y mantenimiento.

Su empleo se extiende tanto al campo de los ordenadores como equipos electrónicos, satélites artificiales e instrumentación para medicina, así como en aparatos de aplicación industrial y doméstica en los que el tamaño puede tener una importancia secundaria con relación a la fiabilidad y facilidad de montaje.

2.12.1. Partes del circuito integrado.

El circuito integrado propiamente dicho está formado por una placa de reducidas dimensiones. La mayor parte de la placa es el denominado soporte, sobre el cual o en cuyo interior se encuentran los elementos del circuito, interconexiones y los puntos o superficies de conexión en los que se sueldan los hilos que van del circuito a los terminales de la cápsula.

El material sobre el cual o en el interior del cual se encuentran los elementos de circuito y las interconexiones se denomina *sustrato*. Se utiliza principalmente como soporte mecánico, pero puede desempeñar una función térmica y / o eléctrica. Si el sustrato contribuye a la formación de algún elemento del circuito se denomina activo. Un ejemplo son los monocristales de materiales semiconductores como silicio, en el interior de los cuales se encuentran transistores y diodos, y los sustratos de ferrita, en los cuales, el flujo magnético se dispone de modo que pueda realizar funciones de paso o de memoria.

Cuando el sustrato no contribuye a la formación de ninguna parte del circuito, y desempeña solamente una función mecánica y térmica, se dice que el sustrato es *pasivo*. Como tales se emplean vidrio, cerámica o materiales aislantes.

Las partes identificables más pequeñas de un circuito integrado, tales como transistores, diodos, resistencias o condensadores se *denominan elementos de circuito*. Pueden ser *activos* o *pasivos*, según la función que desempeñen. Mientras los elementos *activos* controlan o modifican las señales (transistores y diodos) los *pasivos* no pueden realizar dichas funciones (resistencias y condensadores).

Según la técnica empleada en su fabricación, los elementos de los circuitos integrados se clasifican en elementos monolíticos, elementos de película delgada y elementos metal-óxido-semiconductor. Los elementos monolíticos se obtienen en el seno de sustratos activos mediante difusión selectiva y controlada de impurezas. Los elementos de película delgada se obtienen mediante depósito de películas delgadas en la superficie de sustratos. Los elementos metal-óxido-semiconductor se obtienen por técnicas de difusión y de película delgada.

Las interconexiones entre los elementos del circuito y las superficies de conexión para los hilos que van a las patillas o terminales, se obtienen mediante depósito de películas delgadas de metales.

2.12.1.1. Clases de circuitos integrados.

Según su estructura, los circuitos integrados pueden ser clasificados en dos grandes grupos:

1. Circuitos integrados *monolíticos*.
2. Circuitos integrados *híbridos*.

✍ Los circuitos integrados *monolíticos* constituyen el grupo más importante. Están formados por un sustrato único de material semiconductor en el cual se han obtenido los diferentes elementos de circuito mediante difusiones selectivas y controladas de

determinadas impurezas. Todos los elementos de circuito se obtienen en el transcurso de una única serie de procesos de difusión.

- Los circuitos integrados *híbridos* por el contrario constan de elementos de circuito obtenidos por medio de técnicas diferentes: elementos monolíticos, elementos de película delgada y componentes discretos fabricados específicamente para ello. El soporte o sustrato puede ser activo o pasivo.

Según la función que realizan, pueden establecerse a su vez dos grupos de circuitos integrados:

1. Circuitos integrados *lineales* o analógicos.
2. Circuitos integrados *digitales* o lógicos.

- En los circuitos integrados *lineales*, la señal de salida es una función continua de la señal de entrada. Se emplean en la amplificación de señales, producción de señales, cálculo analógico y regulación de tensiones y corrientes.
- En los circuitos *digitales*, por el contrario, la señal de salida puede tomar sólo dos valores (0 - 1). Se utilizan en cálculo y control digital[361].

2.12.1.2. Aplicaciones de los circuitos integrados.

Dadas las características de los circuitos integrados, sus aplicaciones derivan directamente de las correspondientes a los transistores, aunque presentan la

[361] ZAMORA. J.: *Montajes prácticos con circuitos integrados*. Eds. Cedel. Barcelona. 1971. p. 11-18

importante ventaja de la reducción de espacio y la simplificación de circuitos. En la actualidad se utilizan fundamentalmente en circuitos electrónicos:

1. Para radio y televisión.
2. Amplificadores de audio.
3. Detectores de nivel.
4. Telecomunicación.
5. Amplificadores operacionales[362].

[362] *Linear integrated circuits*. Eds. Miniwatt.Barcelona. 1971.

CAPÍTULO 3. LOS CIRCUITOS DE RECEPCIÓN.

Tras efectuar una revisión pormenorizada de los elementos fundamentales que componen los receptores de radio, se procede a realizar el análisis de los distintos circuitos en los que se integraban.

Se parte para su estudio de una revisión histórica de las distintas denominaciones y clasificaciones localizadas en la bibliografía especializada para posteriormente establecer un nuevo criterio de nomenclatura y clasificación basado en el término *generación* aplicado en dispositivos informáticos.

El análisis tendrá una componente teórica, centrada en el diseño, comportamiento y funcionamiento de los distintos tipos de receptores que previamente se habrán clasificado, apoyada con una vertiente práctica, ya que se ha procedido a la puesta en marcha de distintos receptores originales procedentes de diversas colecciones a las que se ha tenido acceso.

Finalmente, tras efectuar una recopilación de los componentes originales necesarios, se ha procedido al montaje, puesta en marcha y ajuste de los circuitos fundamentales, con el fin de extraer conclusiones que debidamente extrapoladas, permitan deducir el comportamiento de tales circuitos en el tiempo en el que fueron diseñados y comercializados.

La clasificación de los distintos receptores, se establece en función de su diseño externo, tamaño, fecha de fabricación y aspectos técnicos.

En la bibliografía analizada se han localizado clasificaciones de los radiorreceptores basadas en diversas pautas. Así, Carr[363] distingue entre receptores *de cristal* (en relación con los dotados de detección por diodo semiconductor), receptores *regenerativos* o retroalimentados, receptores de *radiofrecuencia sintonizada* de primera y segunda generación (según empleasen válvulas triodo o pentodo), *neutrodinos* y *superheterodinos*.

Otro autor, Casi[364], no considera los receptores *de galena* ni los de radiofrecuencia sintonizada, y establece una clasificación en tres grandes grupos que *denomina receptores a reacción*, *heterodinos* y *con cambio de frecuencia*, que diversifica a su vez de la forma siguiente:

1. **Receptores a reacción**:
    a) Circuito Reinartz
    b) Circuito Meissner.
    c) Circuito Colpitts.
    d) Circuito Armstrong.
2. **Receptores heterodinos**:
    a) Receptores endodinos.
    b) Receptores neutrodinos.
    c) Receptores reflex.

[363] CARR, J.: O.C. p.6 a 12.

[364] CASI, F.: Il mondo in casa. *I primi quaranta anni di storia della radio* Eds. Antique Radio. Milano 1995. p.71-75.

3. **Receptores con cambio de frecuencia**:

   a) Superheterodino.

   b) Neutrodino.

   c) Tropodino.

3.1. CLASIFICACIÓN PROPUESTA.

Tras analizar los diferentes sistemas de clasificación históricos, se propone establecer una tipología que se realizará con criterios similares a los utilizados actualmente por los informáticos a la hora de clasificar los distintos tipos de ordenadores: en función del principal elemento amplificador o activo del receptor. De esta manera, se hablará de distintas *generaciones* de receptores de radiodifusión sonora, dentro de las cuales se establecerán diferentes subcategorías.

1. **Receptores de primera generación**.

   ✍ Aquí se incluyen todos aquellos receptores de radiodifusión sonora en cuyo diseño no intervienen válvulas termoiónicas ni sistemas de amplificación: los receptores *de cristal* o *de galena*

2. **Receptores de segunda generación**.

   ✍ Esta categoría engloba a los receptores que incorporan exclusivamente válvulas termoiónicas con dos o tres electrodos (diodos y triodos). Son, por tanto, receptores en los que se incluye al menos una etapa de amplificación, ya sea de la señal de audio, de radiofrecuencia o de ambas.

   ✍ Son receptores de segunda generación los receptores amplificados sin cambio de frecuencia y los primeros heterodinos.

3. **Receptores de tercera generación.**

- Por tales se entenderá todos aquellos que incluyen en su diseño válvulas termoiónicas con cuatro o más electrodos, incluidas las válvulas múltiples.

- Son de tercera generación los receptores *de radiofrecuencia sintonizada* y los *heterodinos*[365].

4. **Receptores de cuarta generación**.

- En esta categoría se agruparán los receptores aparecidos a partir de la década de los años que incorporan transistores en su diseño, en sustitución de las válvulas termoiónicas.

5. **Receptores de quinta generación**.

- Se engloban en esta última categoría los aparatos más actuales en cuyo diseño intervienen los circuitos integrados.

En todos los casos se distingue entre receptores *fijos* y *portátiles* o *personales*.

Dadas las características del presente trabajo, el estudio se centra fundamentalmente en los receptores de las tres primeras generaciones que son los únicos que incluyen válvulas termoiónicas en su diseño, aunque se hará mención siempre que se estime oportuno al resto de receptores. En los capítulos que siguen se procede a desarrollar la clasificación propuesta, a unificar la nomenclatura empleada por los distintos autores en la bibliografía analizada y a realizar un análisis histórico y técnico de cada uno de los circuitos fundamentales.

[365] En lo sucesivo se empleará el término superheterodino, ya que éste es el que se usó exclusivamente con carácter comercial.

En primer lugar, se lleva a cabo un estudio de las etapas o bloques comunes a todos los tipos de receptores, como son la fuente de alimentación y el amplificador de baja frecuencia, para seguir con el análisis de los circuitos específicos de cada uno de los tipos de receptores propuestos y finalizar con el estudio de los que, recogiendo la terminología informática, se han denominado *periféricos* de los receptores.

CAPÍTULO 4. EL BLOQUE DE ALIMENTACIÓN.

Los receptores que para su funcionamiento necesitan una energía eléctrica exterior, sea corriente eléctrica de la red de alumbrado, baterías o pilas, precisan distintas tensiones para en cada uno de los puntos de sus circuitos.

Si la alimentación se lleva a cabo con pilas y baterías simultáneamente como es el caso de los receptores a válvulas más antiguos y los portátiles, éstas suministran dos tensiones básicas para dicho propósito: la baja tensión para el funcionamiento de los filamentos de las válvulas – suministrada por las pilas - y la alta tensión proporcionada por las baterías. Si, por el contrario, la alimentación se obtiene de la red eléctrica de alumbrado, ésta tiene un único valor y debe transformarse hasta adaptarse a los valores precisos en cada punto.

En ambos casos se precisan circuitos específicos destinados a proporcionar al receptor la tensión precisa para su correcto funcionamiento en cada punto, que se denominan genéricamente *fuentes de alimentación.*

4.1. REVISIÓN HISTÓRICA.

El funcionamiento de las válvulas y circuitos de cualquier aparato de radiodifusión, excepción hecha de los de cristal o galenas, exige el suministro de energía eléctrica denominada *alimentación.*

Ésta se realiza mediante el uso de baterías de acumuladores en los primitivos receptores, pilas secas en los receptores portátiles, o la corriente de red en aparatos enchufables a ésta debidamente transformada y rectificada.

La tensión de red en la actualidad es exclusivamente alterna, pero durante los años 30 y 40 coexistieron en España redes de suministro de corriente continua y de corriente alterna. Ello supuso la fabricación de receptores aptos para el funcionamiento exclusivamente con corriente alterna, con corriente continua o con ambas

Los primeros alimentadores a válvulas aparecieron en el mercado español en la segunda mitad de los años 20. Son los llamados *eliminadores de baterías*, cuyo estudio se abordará un apartado dentro del capítulo dedicado a los *periféricos* de los receptores.

La etapa siguiente supuso la incorporación del sistema de alimentación anódica directamente al interior del receptor, utilizando el sistema en flotación externo para la alimentación de los filamentos.

Con la aparición de las válvulas de caldeo indirecto, la fuente de alimentación se incorporó definitivamente al interior de los receptores.

El empleo de los alimentadores fue discutido en su época, ya que los alimentadores de alta tensión provocaban la aparición de ruidos parásitos procedentes de la red de alimentación en la recepción de ondas largas y medias. Por ello algunos autores - de los que ya se ha hecho mención - recomendaron el empleo de baterías para alta tensión, ya que el consumo de este tipo de corriente es mínimo, y de un rectificador para la alimentación de los filamentos.

Otro problema de su empleo es el derivado de las importantes fluctuaciones que sufría el valor de la tensión de la corriente de la red, lo que provocaba la fusión de los filamentos de las válvulas por sobretensión

Por otra parte, la aparición de los rectificadores no eliminó por completo del mercado los receptores alimentados por baterías, ya que existían amplias zonas del

país, especialmente las zonas rurales, sin suministro de energía eléctrica. Ello supuso la continuación de las investigaciones destinadas a la obtención de válvulas de bajo consumo y de baja tensión de filamento, que posteriormente fueron destinadas a los receptores móviles, tanto autorradios como receptores portátiles [366].

Con el fin de analizar la fuente de alimentación de los receptores de válvulas, se estima oportuno proponer la clasificación siguiente, basada en el sistema por el cual éstos obtienen la energía precisa para su funcionamiento, que establece cuatro categorías:

1. **Receptores alimentados exclusivamente con corriente continua**.
2. **Receptores alimentados exclusivamente con corriente alt**erna.
3. **Receptores de alimentación indistinta**.
4. **Receptores alimentados por baterías o por corriente alterna de red**[367].

[366] TARABELLA, E.: O.C. p. 156-159.

[367] Los autorradios se incluirán como un caso especial de los receptores incluidos en la cuarta categoría.

4.2. RECEPTORES PARA CORRIENTE CONTINUA.

Al hablar de receptores alimentados con corriente continua se hace referencia a aquellos que se conectaban directamente a la red de alumbrado de corriente continua, no a los que funcionaban con baterías o pilas[368].

Los receptores que obtienen la energía precisa para su funcionamiento directamente de la red de corriente continua no precisan incluir válvula rectificadora. Debido al importante rizado que presentaba la corriente de la red de suministro, incluyen en su diseño un sistema de condensadores de elevada capacidad conectados en paralelo[369] y dos bobinas[370] en serie con la entrada de red con el fin de eliminar al máximo tal rizado, que sería susceptible de producir los zumbidos subsiguientes en el sistema de reproducción sonora.

La forma de obtener los distintos valores para la tensión continua precisa para los distintos circuitos no difiere básicamente de los restantes receptores, salvando la limitación de que la máxima tensión continua está supeditada al valor de la red.

Este tipo de receptores no tuvo gran difusión en España, pues aunque coexistían las redes de distribución de corriente alterna y continua, aquellos usuarios que disponían de corriente continua, preferían adquirir directamente un receptor de alimentación indistinta.

---

[368] Tampoco se incluyen los receptores cuyo diseño corresponde a los receptores de corriente alterna que incluyen un dispositivo encargado de transformar la corriente continua en alterna, denominado vibrador.

[369] Su valor es de 2 microfaradios. Van en serie con la armadura común conectada a tierra.

[370] De 400 espiras de hilo de 0,5 mm arrolladas en un tubo de 30 mm de diámetro.

Para conseguir los diferentes valores de tensión necesarios en cada punto del receptor, es preciso colocar resistencias capaces de provocar las caídas de tensión adecuadas a cada circuito por aplicación simple de la ley de Ohm.

La alimentación de receptores con corriente de red continua no permite el empleo de válvulas que precisaran tensiones de alimentación anódicas superiores al valor de red, que en España en aquél entonces es de 120 voltios. En consecuencia los receptores en general no tienen un gran rendimiento en su etapa amplificadora de baja frecuencia, pues esta potencia está en relación directa con el valor máximo de la alta tensión suministrada por la fuente de alimentación.

Las distintas tensiones necesarias se obtenían instalando divisores de tensión, mientras los filamentos se colocaban en una o varias cadenas en serie.

Dada la intensidad que circula por los divisores de tensión, éstos debían tener una elevada potencia de disipación, por lo que se utilizaban resistencias bobinadas con hilo que permitían la eliminación de una cantidad de calor doble de la teóricamente calculada, con el fin de evitar su inutilización por sobrecarga.

4.3. RECEPTORES PARA CORRIENTE ALTERNA.

En los receptores alimentados exclusivamente con corriente alterna, el empleo de la corriente de red alterna presentó la gran ventaja de permitir la obtención de corrientes de voltajes superior e inferior a la de red.

- Con tal fin se utilizaba un transformador cuyo primario era adaptable a uno o varios valores de tensión de red (de 90 a 240 voltios) y su secundario estaba provisto de una serie de devanados cuya *relación de transformación* era la adecuada a las necesidades de los distintos circuitos. Tal transformador se denominó

transformador de alimentación. Es elemento más característico de un receptor de corriente alterna, denominado por otros autores *transformador de alimentación, de fuerza o de poder*.

Este transformador, en su versiones más comunes, constaba de un primario que se conectaba a la tensión de red alterna, generalmente con distintas tomas correspondientes a 90, 110, 115, 125, 150, 220 y 240 voltios, así como un conjunto de devanados secundarios, generalmente tres:

- Secundario de alta tensión o elevador, del cual se obtenían voltajes superiores al de red para alimentar las placas de las válvulas.
- Secundario de baja tensión, reductor para la alimentación de los filamentos de las válvulas y lámparas del dial.
- Secundario de baja tensión de rectificadora, reductor para la alimentación exclusiva del filamento de la válvula rectificadora.

El tamaño del transformador y las secciones de los hilos de los devanados estaban en relación directa con el número de válvulas del receptor y con sus características específicas.

La corriente alterna del secundario de alta tensión debía rectificarse adecuadamente para alimentar de esta manera los circuitos del receptor que precisaban corriente continua.

En el caso de utilizar válvulas termoiónicas, se aplicó el carácter unilateral de la conducción de la válvula de dos electrodos o diodo, ya fuese mono o biplaca, según se tratase de rectificar una o las dos alternancias de la corriente alterna. Ello originó la existencia de dos tipos de rectificadores que se denominarán *rectificadores con válvula monoplaca* y *rectificadores con válvula biplaca* ya que ésta denominación es más oportuna que la tradicional diferenciación entre rectificadores de media onda y de onda

completa. En el presente trabajo se reservará el término *onda* exclusivamente a las ondas electromagnéticas de radiofrecuencia.

- ✍ El rectificador con válvula monoplaca utilizaba válvulas diodo de caldeo directo con una única placa. En el rectificador la alta tensión alterna procedente del secundario del transformador se aplicaba entre la placa de la válvula y el chasis o masa, efectuándose la correspondiente toma de corriente alterna pulsante de la misma frecuencia que la corriente de alimentación en el ánodo de la válvula.

Los rectificadores monoplaca permitían el empleo de un único semiperiodo de la tensión de entrada.

- ✍ El rectificador de válvula biplaca consistía en un sistema de rectificación en el cual se emplearon válvulas diodo con un solo cátodo y dos placas. El secundario del transformador de alimentación tenía en este caso una toma central simétrica unida al chasis directamente o a través de una resistencia bobinada.

- ✍ En la rectificación intervenían en este caso los dos semiperiodos de la corriente precedente del transformador alternativamente uno en cada placa, de forma que cuando una era positiva la otra era negativa y viceversa, por lo que cada placa rectificaba una semialternancia de la corriente de alimentación. Como resultado de la acción conjunta de ambas se recogía en el ánodo de la válvula una corriente alterna pulsante de frecuencia doble que la de alimentación.

Tanto en los rectificadores con válvula monoplaca como en los de válvula biplaca, la corriente continua pulsante obtenida debía ser filtrada empleando para ello los dispositivos adecuados. Están formados en su forma más elemental por dos

condensadores electrolíticos de capacidad variable entre 8 y 50?F y tensiones de trabajo próximas a los 500 voltios unidos a masa, entre cuyas armaduras positivas se intercalaba una resistencia o una bobina de filtro.

4.4. RECEPTORES DE ALIMENTACIÓN INDISTINTA.

La coexistencia en España de redes de distribución eléctrica para corriente alterna y para corriente continua supuso una amplia difusión de los aparatos de radio aptos para funcionar con uno y otro tipo de corriente. Tales receptores se han denominado *receptores universales*, término que se estima puede inducir a error como consecuencia del carácter polisémico del término, que no induce a asociarlo con el tipo de alimentación que precisan para su funcionamiento; esta es la razón por la que, en el presente estudio se denominarán *receptores de alimentación indistinta.*

En los que se recogen en esta categoría, las válvulas llevaban sus filamentos conectados en serie, ya fuese normal, o en cadena mixta en el caso de que la tensión de red fuese insuficiente para lograr los valores adecuados, e incluso era preciso intercalar resistencias en serie con el fin de reducir las tensiones hasta su valor adecuado[371].

El empleo de válvulas conectadas en serie exigía que los filamentos de éstos requiriesen una misma intensidad de alimentación. Así, se ha localizado un conjunto de series que fueron muy difundidas :

- En los años 30 la serie CY 1, CBKL 1, CF 3, CL 2 y CL 3 con 200 miliamperios de intensidad de filamentos. Esta serie fue empleada entre otras marcas por Philips y Telefunken.

[138] DE IVANA, J.: *Memento Radio 1945*. Marcombo Eds. Barcelona. 1945. p. 147-163

- En los años 50 la serie formada por las válvulas UY 41, UL 41, UBC 41, UAF 42 y UCH 42 que consumían una corriente de filamento de 100 miliamperios.

- En los años 60 las válvulas de la serie H (HY 90, HL 94, HCH 81, HBC 91 y HF 93) utilizadas en receptores de pequeño tamaño, cuya intensidad de filamento es de 150 miliamperios

Tras el descubrimiento de los semiconductores, comenzó el uso de rectificadores metálicos. Estos permiten la rectificación tanto de media onda como de onda completa. Así, a diferencia de lo que ocurría con las válvulas, empleando cuatro rectificadores montados en puente y transformadores con secundario sin toma media es posible obtener una rectificación de onda completa. No obstante no se ha localizado este tipo de montaje en los receptores de fabricación española ni el los modelos extranjeros de distribución nacional.

4.5. LOS RECEPTORES ALIMENTADOS POR BATERÍAS Y PILAS.

Los receptores alimentados tanto por baterías como por corriente alterna de la red, eran de tamaño pequeño o medio y generalmente incorporaban sistemas para facilitar su transporte, ya sean asas en su parte superior o bien fundas de cuero. Su alimentación se llevaba a cabo mediante dos baterías (una de alta y otra de baja tensión) para su funcionamiento autónomo. Incorporaban además un sistema de rectificación de la corriente alterna que permitía tanto la recarga de las baterías como el uso del receptor conectado directamente a la red de corriente alterna.

Tal situación se repite en los receptores transistorizados alimentados por pilas. En algunos casos, como en el Gründig Satellit 700, si la alimentación se realiza mediante acumuladores recargables, disponen de un conmutador que permite su recarga mediante el alimentador de red.

4.6. FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE RECEPTORES.

Cada uno de los tipos de receptores mencionado empleaba para su funcionamiento una fuente de alimentación diferente en función de sus peculiaridades. Las fuentes a su vez presentaban distintas características diferenciales, tal y como de detalla en su estudio pormenorizado.

4.6.1. Fuentes de alimentación para receptores de corriente alterna.

Se estima que el elemento más característico de un receptor de corriente alterna es el que aquí se denomina simplemente transformador, y que para otros autores es el *transformador de alimentación, de fuerza o de poder*.

Este transformador, en su versiones más comunes, constaba de un bobinado primario y varios devanados secundarios.

El primario se conectaba la tensión de red alterna. Llevaba generalmente distintas tomas conmutables correspondientes a redes de 90, 110, 115, 125, 150, 220 y 240 voltios.

Los devanados secundarios eran generalmente tres[372]:

1. Secundario de alta tensión o elevador de tensión. La corriente suministrada era sometida después a una rectificación con el fin de obtener la corriente continua necesaria para los distintos circuitos

[372] Algunos receptores incluyen además un cuarto secundario destinado a alimentar los filamentos de las válvulas de salida de baja frecuencia, cuando éstas no pertenecen a la misma serie que las restantes.

tales como placas y rejillas pantalla de las válvulas y la bobina de excitación del altavoz.

2. Secundario de baja tensión de filamentos, reductor. Producía una corriente de 6,3 voltios para la alimentación de los filamentos de las válvulas y lámparas del dial.

3. Secundario de baja tensión de rectificadora, reductor para la alimentación exclusiva del filamento de la válvula rectificadora. Suministraba tensiones entre 4 y 6,3 voltios.

Se han localizado receptores fabricados en España durante los últimos años cuarenta y principios de la década de los cincuenta que incluían un transformador de alimentación que cumplía a su vez la función de *elevador-reductor.* Para ello, el primario se dividía en varias tomas a las que se conectaba uno de los polos de la red mediante un conmutador rotatorio que ejercía s su vez la función de actuar como interruptor de alimentación, permitiendo la conexión a redes alternas variables entre 35 y 250 voltios. Para ponerlos en funcionamiento, se accionaba el conmutador y se colocaba en la primera posición, correspondiente a la máxima tensión de entrada. Posteriormente, una vez caldeados los filamentos de las válvulas, se continuaba girando el botón de mando en sentido horario, hasta que la iluminación del dial o del *ojo mágico* fuese aceptable. La patente parece corresponder a Laboratorios Radio, fabricantes de los receptores Claybar.

De uno de estos receptores, fechado de Mayo de 1950, es la cita textual siguiente que aparecía en la tapa protectora posterior, con el fin de orientar al usuario de la forma de ponerlo en marcha:

CLAYBAR.

<u>MUCHA ATENCIÓN</u>.

Este receptor lleva incorporado el invento más práctico que recientemente se ha patentado (núm. 182.667) para suprimir el engorroso elevador-reductor y limitar las averías al desgaste normal a largo plazo. Se acciona mediante el mando "Regulador de tensión CLAYBAR" y deberá tener presente:

1º.No enchufe todavía la clavija a la red.

2º. Haga coincidir el punto de color que tiene el botón "Regulador de tensión CLAYBAR" con el punto dorado clavado en la caja (procure que el botón de mando nunca esté flojo y que se halle en su posición correcta). Esta posición de punto frente a punto corresponde a receptor apagado.

3º. Ya puede enchufar la clavija a la red si la tensión de ésta es inferior a 150 voltios (lo normal son 125 voltios). Para tensiones muy bajas (desde 35 voltios) o para tensiones excesivas (hasta 250 voltios) sírvase consultarnos.

4º. Comience a girar despacio, de posición en posición (en medio minuto), el botón "Regulador de tensión CLAYBAR" hasta que en el OJO LUMINOSO aparezca una luz incipiente, con lo cual habrá calentado las válvulas lentamente; ahora tendrán ya su tensión de funcionamiento correcto y ninguna pieza se habrá expuesto al gran peligro de un encendido brusco. Tendrá escucha perfecta con tensiones de red comprendidas entre 65 y 150 voltios.

5º. Cuando aumente la tensión de red notará un encendido más intenso en el OJO LUMINOSO. Retroceda el botón de mando.

Si hay variaciones en la tensión en la red, no avance el giro del botón de mando más de lo necesario para tener buena escucha; de esta forma protegerá al receptor contra los peligrosos aumentos de tensión y reducirá el gasto de corriente eléctrica.

6º.Apague siempre el receptor poniendo punto frente a punto; después de hecho esto puede retirar la clavija del enchufe de red si es que ha de trasladar el receptor.

7º. El manejo del resto de los mando del receptor, así como la colocación de antena y tierra no implica peligro ni averías, y, por ser cosas simplicísimas, omitimos su descripción.

8º. Nos hará un gran favor si explica estas instrucciones a todas las personas que pudieran entrar en contacto con este receptor; con ello evitará imprudencias peligrosas para el aparato y contribuirá a difundir las excelencias de nuestra patente de invención.

Si tiene algo que consultar, diríjase a RADIO LABORATORIO. ***Paseo de las Delicias, 12, MADRID- Teléfono 27 23 83.***

El tamaño del transformador y las secciones de los hilos de los devanados estaba en relación directa con el número de válvulas del receptor y con sus características específicas. En general, el tamaño es tanto mayor cuanto mayor sea el número de válvulas del receptor.

La corriente alterna procedente del transformador de alimentación debía rectificarse adecuadamente para alimentar de esta manera los circuitos del receptor que precisaban corriente continua de alta o baja tensión, o bien ser utilizada directamente en la alimentación de filamentos susceptibles de funcionar con corriente alterna.

Para la rectificación de la corriente se utilizaban fundamentalmente válvulas termoiónicas diodo, con una o dos placas. En los receptores alimentados exclusivamente con corriente alterna, se empleaban los diodos biplaca con el fin de aprovechar los dos semiperiodos de la corriente procedente del secundario con toma media del transformador. Ello originó dos tipos de rectificadores denominados *rectificadores con válvula monoplaca* o *con válvula biplaca.* Aunque la denominación tradicional distinga entre rectificadores de media onda y de onda completa, en el presente trabajo se reserva el término *onda* exclusivamente a las ondas electromagnéticas de radiofrecuencia.

El rectificador con válvula monoplaca utilizaba válvulas diodo de caldeo directo con una única placa. En él la alta tensión alterna procedente del secundario del transformador se aplica entre la placa de la válvula y el chasis o masa. La corriente alterna pulsante obtenida era de la misma frecuencia que la corriente de alimentación.

En cuanto al rectificador de válvula biplaca consistía en un sistema de rectificación en el cual se emplearon válvulas diodo con un solo cátodo y dos placas. El secundario del transformador de alimentación tenía en este caso una toma central simétrica unida al chasis directamente o a través de una resistencia bobinada.

En la rectificación intervenían en este caso los dos semiperiodos de la corriente precedente del transformador alternativamente uno en cada placa, de forma que cuando una era positiva la otra era negativa y viceversa, por lo que cada placa rectificaba una semialternancia de la corriente de alimentación. Como resultado de la acción conjunta de ambas se recogía en el ánodo de la válvula una corriente alterna pulsante de frecuencia doble que la de alimentación.

Tanto en los rectificadores con válvula monoplaca como en los de válvula biplaca, la corriente continua pulsante debe ser rectificada empleando para ello los filtros adecuados, pues la tensión así obtenida distaba mucho de ser de amplitud

constante, condición indispensable para que pudiese actuar como tensión continua precisa para la alimentación de placas y rejillas de pantalla.

4.6.2. Fuentes de alimentación para receptores de corriente continua.

Los receptores que obtenían la energía precisa para su funcionamiento directamente de la red de corriente continua no precisaban incluir válvula rectificadora, aunque debido al importante rizado que presentaba la corriente continua de la red de suministro, sí que puede comprobarse que incluyen en su diseño un sistema de filtrado previo a base de bobinas en serie y condensadores de elevada capacidad conectados en paralelo con la entrada de red con el fin de eliminar al máximo tal rizado, susceptible de producir los zumbidos subsiguientes en el sistema de reproducción sonora.

La forma de obtener los distintos valores para la tensión continua precisa para los circuitos no difiere básicamente de los restantes receptores.

Este tipo de aparatos no tuvo gran difusión en España, pues aunque coexistían las redes de distribución de corriente alterna y continua, aquellos usuarios que disponían de corriente continua, preferían adquirir directamente un receptor de alimentación indistinta..

4.6.3. Fuentes de alimentación para receptores de alimentación indistinta.

Puesto que los aparatos de radio de este tipo eran susceptibles de trabajar indistintamente con corriente alterna o continua, debían incluir un sistema de rectificación de la corriente de alimentación cuando esta fuese alterna, junto con un potente sistema de filtrado para eliminar el importante rizado que presentaba en su momento la corriente continua de red.

Por ello, los receptores que se incluyen en ésta categoría llevaban en su fuente de alimentación una válvula rectificadora, generalmente un diodo monoplaca de caldeo indirecto, y dos o mas condensadores electrolíticos de alta capacidad.

Un caso especial fue el circuito de alimentación de los receptores europeos de este tipo en los que las placas de la válvula rectificadora estaban unidas entre sí, al igual que sus cátodos. El circuito de los cátodos se cerraba a través del chasis y la resistencia de filtro. Este dispositivo permitía utilizar la caída de tensión producida por la bobina del filtro como polarización negativa de la rejilla de la válvula del paso final de baja frecuencia.

4.6.4. El sistema de filtrado.

La tensión continua que se obtenía a la salida de un rectificador en los receptores alimentados por corriente alterna y los alimentados indistintamente por corriente alterna o continua no podía ser aplicada directamente a los electrodos de las distintas válvulas, ya que hubiese provocado entre otros efectos, la aparición de un fuerte zumbido en el altavoz de frecuencia igual o doble que la de red, según el rectificador fuese de media onda o de onda completa. Era pues necesario reducir al máximo esta ondulación o *rizado* hasta hacerla apenas perceptible.

Con el fin de conseguir un rectificado adecuado, se utilizaron filtros que permitían el paso de la corriente continua, debilitando a la vez la tensión de ondulación. A tales filtros se les denominó *de aplanamiento* y estaban constituidos en esencia por condensadores electrolíticos y resistencias o bobinas de gran impedancia[373] acoplados a la salida del rectificador.

[373] En la mayoría de los receptores de corriente alterna, se utiliza a tal efecto la bobina de campo del altavoz electrodinámico

Los condensadores electrolíticos se conectaban de manera que su armadura metálica se unía generalmente a masa y la armadura positiva al terminal de salida de alta tensión. Entre ellos se intercalaba una resistencia o una bobina con el fin de eliminar el rizado de la corriente al máximo.

Los condensadores empleados eran de gran capacidad, variable entre 8, y 32 microfaradios, las resistencias, próximas a 1.500 Ohmios y las bobinas de 30 Henrios[374].

4.6.5. Adaptadores para la red alterna.

Los receptores de corriente continua no tuvieron gran difusión en España y en su lugar los usuarios preferían utilizar receptores de alimentación indistinta. Estos receptores generaron polémicas derivadas de su escasa fiabilidad y de la gran cantidad de averías que se producían en ellos.

Donde la red del alumbrado era de corriente continua, se emplearon en su lugar receptores de corriente alterna a los que se incorporaban unos dispositivos que permitían la transformación de ésta en corriente alterna susceptible de ser aplicada a un transformador, que permitían conectar a la red de corriente continua receptores de corriente alterna.

Estos dispositivos se denominaron *vibradores.* Estaban constituidos por un relé cuya armadura puede bascular entre dos grupos de contactos conectados al primario de un transformador. Al ser conectado a la red continua el relé comenzaba a oscilar provocando la aparición de una corriente alterna que alimentaba el transformador del

[374]OTTE, J. SALVERDA. :*Del electrón al superheterodino*. Biblioteca Técnica Philips. 1961. p.151-159

receptor, de cuyo se secundario se derivaban los bobinados correspondientes de alta y baja tensión.

El vibrador fue utilizado en la alimentación de los primitivos receptores de radiodifusión para automóviles, e igualmente hubo fabricantes, como Philips que los incorporaron en algunos modelos de sobremesa con el fin de adaptar al funcionamiento con corriente de red continua de sus receptores para corriente alterna, ya que como se expuso anteriormente, tales diseños tenían un rendimiento y fiabilidad muy superiores a los alimentados por corriente continua .

CAPÍTULO 5. EL AMPLIFICADOR DE BAJA FRECUENCIA.

En un receptor, las ondas electromagnéticas captadas por la antena son amplificadas en la etapa de radiofrecuencia, para ser detectadas y finalmente amplificadas en la etapa de baja frecuencia. En ella, se les proporciona la potencia suficiente como para ser escuchadas, bien a través de un altavoz o en general de cualquier sistema de reproducción sonora.

Los circuitos amplificadores de baja frecuencia aparecen en todos los radiorreceptores, salvo en los de galena en los que la audición se realiza directamente a través de auriculares[375].

En relación con su diseño, éste se ha encontrado siempre en relación directa con los perfeccionamientos sucesivos en el campo de las válvulas termoiónicas y ha sido un factor determinante de la calidad de un receptor, especialmente en las radiogramolas y en los receptores a válvulas que incorporaban la banda de Modulación de Frecuencia e incluso la estereofonía[376].

Tales consideraciones resultan igualmente válidas a la hora de analizar los receptores transistorizados, que pueden considerarse como derivados de los

[375] Es preciso considerar que se llegaron a diseñar receptores de galena que incorporaban una etapa amplificadora de baja frecuencia con el fin de mejorar las señales débiles no susceptibles de excitar la membrana de un auricular.

[376] Es preciso matizar que se distribuyeron en España receptores adaptados a la recepción de emisiones en Modulación de frecuencia supuestamente estereofónicos, como es el caso del Gründig 4079 estéreo. Sin embargo, tales receptores no están adaptados a tal fin, sino que precisan de dispositivos periféricos para la reproducción estereofónica. A lo sumo poseían juegos de altavoces múltiples (dos frontales y dos laterales, o uno frontal para la reproducción de tonos graves y dos laterales para tonos medios y agudos).

amplificadores a válvulas termoiónicas con las modificaciones y adaptaciones pertinentes. Así, la mayoría de los receptores de éste tipo incorporaron circuitos del tipo *push pull* característico de los amplificadores a válvulas de los receptores de éste tipo de gran tamaño.

A la hora de determinar las características de una etapa amplificadora de baja frecuencia es preciso hacer referencia a la potencia sonora de salida y al rango de frecuencias sonoras reproducidas[377].

La señal procedente de la etapa detectora del receptor se inyecta a la etapa de salida. En ella en general se preamplifica, aumentando su tensión, y posteriormente se amplifica su potencia en la denominada válvula de salida o paso final, a cuya salida se conectan los transductores sonoros, ya fuesen auriculares o altavoces. En esta etapa se incluyen los dispositivos de control de volumen, de tono y en su caso de balance.

5.1. LOS AMPLIFICADORES A VÁLVULAS.

En su forma más elemental, el amplificador de baja frecuencia a válvulas es un simple triodo con un transductor sonoro intercalado en su circuito de placa, a cuya rejilla se inyecta la señal a amplificar.

Con el fin de obtener mayores potencias de salida, se dispusieron dos o más triodos debidamente acoplados, mediante resistencias o condensadores, de manera que sus efectos amplificadores se acumulasen.

[377] Los altavoces, pese a formar parte de la etapa de baja frecuencia, han sido ya analizados en un capítulo anterior.

Hasta la aparición de válvulas múltiples, se fueron diseñando triodos para esta misión específica, aunque los resultados obtenidos fueron escasamente satisfactorios de cara a los usuarios de receptores que incorporaban un excesivo número de válvulas, ya que se acortaban considerablemente la duración de las baterías o pilas.

La válvulas múltiples solucionaron en gran medida los problemas derivados de la escasa amplificación producida por los triodos, con un menor consumo y niveles de potencia muy aceptables. Al igual que en el caso de los triodos, se diseñaron montajes especiales de dos o más válvulas de salida con el fin de obtener potencias sonoras elevadas en receptores de gran tamaño diseñados especialmente para grandes locales.

La calidad sonora obtenida con un amplificador a válvulas es tal que en la actualidad las principales marcas especialistas en sonido de alta fidelidad diseñan circuitos de éste tipo destinados a equipos profesionales de alta fidelidad.

5.1.1. Características.

Amplificar un sonido consiste en obtener otro sonido de mayor intensidad, pero que conserve el mismo tono y el mismo timbre que el sonido original.

El procedimiento para amplificar un sonido es el siguiente:

1. Conversión del sonido en una corriente eléctrica variable.
2. Inyectar dicha corriente a un dispositivo que aumente la amplitud de dicha corriente.
3. Transformar la corriente así amplificada en sonido a través de un transductor sonoro.

Los factores a considerar a la hora de analizar un amplificador de baja frecuencia son tres:

1. El principal aspecto es que éste reproduzca de la manera más fiel posible, las características del sonido que se desea amplificar, evitando al máximo cualquier *distorsión*[378]. El sonido reproducido, en definitiva, debe *sonar* como el producido ante el micrófono que lo recogió.

2. Otro factor importante es la *potencia* de los sonidos que pueden obtenerse con él a través del transductor sonoro, ya sea altavoz o auricular. La potencia depende de la constitución interna y, especialmente, de las características de la válvula de salida o *válvula final.*

3. El tercer aspecto es meramente técnico, pues hace referencia al voltaje que debe inyectarse a la entrada del amplificador para conseguir una potencia de salida de un vatio. Es lo que se denomina *sensibilidad de potencia*.

5.1.2. Estructura del amplificador de un receptor de válvulas.

Sin entrar en consideraciones técnicas, la estructura de un amplificador de baja frecuencia típico de un receptor de válvulas es la siguiente:

1. Una sección en la que se amplifica la tensión de la señal que se va a amplificar. Se realiza en una válvula, generalmente triodo, denominada *amplificadora de tensión.*

[378] El término es sinónimo de *deformación*. Hace referencia al mayor o menor grado de imperfecciones que tienen las señales reproducidas en relación con la señal de entrada.

2. Otra en la que se realiza la amplificación de la potencia de dicha señal. Se realiza en una segunda válvula denominada *de salida, final* o *amplificadora de potencia*.

3. Reproductor o transductor sonoro, bien sea altavoz o auricular.

5.1.2.1. Sección amplificadora de tensión.

La amplificación de tensión de la señal de entrada, concretamente la señal que aparece al final de la etapa detectora del receptor, se aplica a la rejilla de untriodo con el fin de amplificar el valor de su tensión.

En los receptores con válvulas múltiples, es usual que en proceso de detección y de amplificación de señal se lleven a cabo en una misma válvula. También es posible que el triodo forme parte de una única válvula que incluye además otra sección amplificadora de potencia.

Puesto que el análisis de los transductores sonoros ya se realizó anteriormente, se estudiará de forma breve cada una de las dos secciones restantes.

5.1.2.2. Sección amplificadora de potencia.

En su forma mas extendida, está formada por una válvula, ya sea triodo[379] (en los receptores fabricados antes de la comercialización de las válvulas múltiples) o pentodo.

[379] Es preciso matizar que existieron triodos diseñados especialmente para amplificar la potencia, de gran tamaño, incluso después de la aparición de las válvulas múltiples, como es el caso de la válvula 2 A 3. Era una válvula de caldeo directo, en la que el filamento actuaba como cátodo.

Esta válvula puede ser única, o doble si se necesita una mayor potencia de salida. En este último caso, el montaje puede realizarse de dos maneras:

1. Montaje en paralelo. En este caso la señal que se desea amplificar se inyectaba a las rejillas de las dos válvulas simultáneamente, y sus placas iban igualmente unidas. El único problema que presentaba era la necesidad de emplear transformadores de salida al altavoz muy voluminosos, para evitar su saturación, con el inconveniente añadido de su peso excesivo.

2. Montaje en contrafase o *push-pull*[380]. En este caso, se aplicaban señales opuestas en fase a cada una de las rejillas de las válvulas de salida. Ello exigía la presencia de un *inversor de fase*, es decir, un dispositivo que, a partir de la señal procedente de la válvula amplificadora de tensión, generase dos señales idénticas, pero de fase opuesta[381]. El montaje permitía obtener una gran potencia de salida, y por esta razón se realizaba en receptores de gran calidad o de gran tamaño, tales como las radiogramolas.

El control de volumen se realizaba a la entrada de la etapa amplificadora de tensión, mediante potenciómetros logarítmicos, con o sin toma media para el control fisiológico. El control de tono se podía efectuar en una o en las dos secciones, empleando para ello potenciómetros lineales.

[380] También denominado *balanceado* o *empuja-tira*.

[381] Podía tratarse de un transformador con toma media simétrica en el secundario, o una válvula triodo denominada *desfasador catódico*.

CAPÍTULO 6. PRIMERA GENERACIÓN: LAS RADIOS DE GALENA.

Tras la revisión de los principales bloques comunes de los receptores, se procede al análisis pormenorizado de cada una de las cinco generaciones propuestas.

Las radios de *galena* se han incluido como receptores de primera generación en la categoría que se propone como *receptores no amplificados*.

Para la detección de ondas electromagnéticas se han empleado históricamente diversos dispositivos, desde el primer *resonador* de Hertz, los *cohesores* de Lodge y Branly, hasta los *cristales detectores* o *diodos de cristal*. El cristal más popular utilizado a tal efecto fue la galena o bisulfuro de plomo (II), que incluso dio nombre al tipo de receptores que lo incorporaron.

Los receptores con detector por diodo de cristal se denominaron genéricamente *galenas* o *radios de galena* por ser éste mineral el que se utilizó como semiconductor en el detector y por ser el nombre con el que vulgarmente se conoce a este tipo de receptores. Su empleo se extendió en nuestro país desde los primeros años de la radiodifusión hasta bien entrados los años 60.

Es preciso considerar que su gran popularidad derivó tanto de la sencillez de su diseño y montaje, como de su funcionamiento sin consumo de energía eléctrica, todo ello unido a su bajo costo, que puso estos receptores al alcance de cualquier economía y a la ventaja que suponía el hecho de que incluso puede ser construido por el mismo usuario.

Díaz Fernández a propósito de la construcción de receptores y de la rivalidad que se estableció entre el gramófono y los receptores de galena, opinaba que los

gramófonos serían completamente desplazados por la radio de galena por considerar que ésta se encontraba mucho más próxima a los oyentes, quienes incluso las diseñaban y construían.

> *"Pero el gramófono ha envejecido hasta tal punto, que pronto deberá clasificársele de instrumento arqueológico..... Si el gramófono transmitía la voz o la música célebres con cierta lealtad plausible, la radio consigue traerlas frescas, naturales e idénticas sobre unos rieles misteriosos e inmateriales, como aquellos por donde camina el pensamiento. Posee el mismo sentido popular, análoga intimidad doméstica, y aún consigue acercarse más dócilmente al pueblo, porque hay aparatos de galena que nacen en las propias manos artesanas y son frutos generosos del arte manual"*[382].

No obstante, el tiempo le quitó la razón, pues la radio ha resultado ser un muy eficaz complemento que ha contribuido extraordinariamente a la difusión de las grabaciones sonoras realizadas sobre distintos soportes.

Es evidente que la radio de galena ha actuado como un muy eficaz vehículo de acercamiento de la radiodifusión al público en general, pues ha sido el único sistema de radiorrecepción de la historia que puede ser diseñado o al menos construido por el propio oyente sin precisar de conocimientos técnicos previos de ningún tipo. Esta idea es apoyada por algunos autores de los años 30 y 40:

[382] DÍAZ - FERNÁNDEZ, J.: *"Del gramófono a la galena".* Ondas. Mayo 1930.

> *"Otra de las ventajas, y no pequeña por cierto, del aparato de galena, es la de que para su construcción no se requieren conocimientos previos de ninguna clase. Y aún podríamos citar otras muchas, tales como el caso del radioyente que, al dejar la ciudad para pasar sus vacaciones en el campo o en la playa, le resulta algo complicado y molesto el tener que cargar con el receptor de válvulas"*[383].

En una conferencia acerca del problema técnico de la radiodifusión en España pronunciada por R. M. Urgoiti en Febrero de 1925 a través de Unión Radio Madrid, a propósito de la recepción con galena, el autor analizó las condiciones óptimas de recepción con un receptor de galena en núcleos urbanos, llegando a la conclusión que para estaciones locales de potencia reducida, la distancia máxima de la antena del emisor al receptor debería ser de unos 25 kilómetros:

Urgoiti consideraba que el servicio ideal para España sería aquél que permitiese la recepción con el aparato de galena desde cualquier punto del territorio, de una emisión al menos y, a ser posible, de dos, siempre que la separación entre las longitudes de onda de ambas fuese del orden de unos centenares de kilociclos, pues estimaba que en aquél momento, año 1930, la mayoría de los oyentes españoles no pueden adquirir aparatos que requiriesen mayor selectividad[384].

6.1. TIPOS DE RECEPTORES DE GALENA.

En la bibliografía analizada se ha localizado una gran cantidad de montajes correspondientes a receptores de galena que se clasificarán en cuatro grandes

---

[383] ANTEQUERA J.: *"Algunas notas sobre el receptor de galena".* Radioelectricidad. 27 agosto 1941.

[384] URGOITI, R.M. : *"El problema técnico de la radiodifusión en España".* Ondas. Abril 1930.

bloques, en función de su diseño. Todos ellos tienen como elemento común el detector de cristal o *galena*.:

1. Receptores de conexión directa o en montaje directo.
2. Receptores de detector en derivación.
3. Receptor de galena por inducción.
4. Receptor de galena Bourne.

Se ha comprobado que, aparte de la galena, se utilizaron otros dispositivos detectores más complejos, como el denominado detector de carborundum[385,] aunque por precisar de una alimentación supletoria no se incluyen en el presente capítulo, la cincita[386] base del circuito denominado cristadino, calcopirita[387] mineral que junto con la cincita formaba parte del detector perickon, y cerusita[388].

Estos materiales precisan manipulación por parte del usuario para conseguir una audición correcta, especialmente la galena, cuyas propiedades semiconductoras están localizadas en puntos concretos del cristal denominados puntos sensibles y necesitan de un alambre metálico puntiagudo para efectuar el contacto, originando un tipo de detector muy popular denominado *detector de bigotes de gato*[389].

El receptor de galena más simple es el *de conexión directa* y que Sánchez Cordovés, con ligeras variaciones denominó *en montaje directo*. El detector consiste

[385] Material abrasivo producido en hornos eléctricos que contiene silicio y carbono

[386] Mineral formado a partir de óxido de cinc.

[387] Bisulfuro de hierro (II) y cobre (II).

[388] Mineral formado a base de carbonato de plomo (II).

[389] *"Radios de galena"*. La Ràdio d'època. nº 10. 1 Abril 1996.

en un pequeño trozo de éste mineral (sulfuro de plomo) de color gris y brillo intenso en contacto con un alambre, generalmente de níquel o platino que actúa como detector conectado a una toma de antena, a tierra y a unos auriculares telefónicos. Tal dispositivo produce resultados muy satisfactorios siempre que existan estaciones locales potentes en sus proximidades.

El hilo de níquel o de platino que se coloca en contacto con la galena se denomina *buscador* y puede ir parcialmente arrollado en hélice para favorecer el contacto con el mineral.

El conjunto formado por el mineral de galena y el buscador recibe el nombre de detector y adopta dos distribuciones básicas:

1. Encerrado en una ampolla cilíndrica de cristal, de manera que en un extremo va colocado el mineral y en el opuesto el buscador, que puede ser accionado desde el exterior.

2. El mineral va colocado sobre una cazoleta metálica y el buscador se encuentra sobre un brazo articulado.

En ambos casos, el usuario debía actuar sobre el buscador hasta localizar un *punto activo*, esto es, una zona de la galena en la que se obtiene el mayor volumen sonoro en los auriculares[390].

[390] CORDOBÉS, M.: Receptor de galena en montaje directo. Radio Nacional nº 270. 9 enero 1944.

Fig. 136. Receptor de galena de brazo articulado[391].

El mineral utilizado podía ser el sulfuro de plomo natural, o bien preparado por el propio usuario, la denominada *galena artificial*. La galena natural es muy sensible, aunque debido a la escasa homogeneidad de sus cristales, la localización del punto activo resulta engorrosa. Tal dificultad se evitó con el empleo de la *galena artificial*. Su preparación era relativamente sencilla:

1. Se colocan en un tubo de ensayo 5 gramos de azufre y 20 gramos de limaduras de hierro.

2. Se calienta el tubo en un mechero. Al principio con fuego lento, para provocar la fusión del azufre, y a continuación a fuego vivo con el fin de lograr que se produzca la reacción química.

[391] El detector está formado por una cazoleta metálica, sobre la que se sujeta un pequeño fragmento de galena. El brazo articulado lleva en su extremo un muelle para facilitar el contacto. Hecho a mano. Colección del autor.

3. Cuando la sustancia contenida en el tubo comience a hervir, se aparta del fuego y se deja enfriar.

4. Una vez frío, se rompe el tubo de ensayo y se extraen los cristales de sulfuro de plomo que se emplearán como detectores.

5. El cristal elegido se empotra en una cazoleta soporte mediante una mezcla que funde a baja temperatura, 67ºC, denominada *aleación de Wood* formada por dos partes de estaño, dos de plomo, ocho de bismuto y dos de cadmio[392].

Los circuitos se perfeccionaron con la introducción de bobinas y condensadores variables que permitían tanto la recepción de estaciones en ondas cortas, medias y largas, como la separación de estaciones de frecuencia próxima en los receptores que se denominaron *de detector en derivación*.

En los receptores de este tipo, una primera bobina, llamada *de antena*, se conectaba a la antena y a tierra por sus extremos. Sus dimensiones permitían sintonizar una u otra banda de frecuencias (a mayor número de espiras, mayor es la longitud de la onda sintonizada). La regulación podía llevarse a cabo mediante un cursor o mediante un sistema de plots y dos conmutadores cuyos extremos se apoyaban en éstos.

Otra posibilidad era el empleo de un *variómetro*, o dispositivo que permitía un cambio en la autoinducción de la bobina por acción de una mitad de la bobina sobre la otra.

[392] Fuente: José Tomás Vera.

- Con bobinas son planas, puede efectuarse el cambio de autoinducción aproximando o alejando láminas metálicas conductoras, o un núcleo metálico si las bobinas son cilíndricas.

- El empleo de condensadores variables conectados en derivación con la bobina de antena permitió simplificar el sistema de sintonía.

Con el fin de mejorar la selectividad del receptor de detector en derivación a la hora de separar estaciones de frecuencia próxima, el *receptor de galena por inducción*, que otros autores denominaron *Tesla* o *de acoplamiento magnético*[393] utilizó una segunda bobina arrollada junto a la primera, constituyendo un transformador, de forma que ésta actuaba como secundario al que se unían el detector de galena y los auriculares junto con un condensador variable que permite efectuar la sintonía correspondiente.

Es posible montar varios circuitos de éste tipo efectuando la sintonía con los sucesivos condensadores variables de cada uno de ellos[394]

Los mismos autores denominan al circuito respectivamente *receptor de acoplamiento capacitivo* y *"oudin"*, e incluye un circuito resonante colocado en derivación con el circuito de antena a través de un condensador variable que actuaba como regulador del acoplamiento entre ambos circuitos.

El *receptor de galena Bourne* constaba de dos bobinas muy próximas entre si, cuya misión es actuar como un transformador cuyo primario es el circuito de antena. La toma de tierra puede conectarse simultáneamente al primario y al secundario,

[393] ANTEQUERA, J.: O.C.P. 239

[394] CORDOBÉS, J.: *"Esquemas disecados"*. Radio Nacional nº 271. 16 enero 1944.

actuando en este caso el sistema como un autotransformador. El secundario llevaba un cursor sobre la bobina con el fin de modificar las señales delauricular[395].

En la bibliografía analizada aparecen gran cantidad de circuitos, en su mayoría diseñados por los mismos usuarios, correspondientes a receptores con detección por diodo de cristal en los que, modificando básicamente el número de espiras y la disposición de los bobinados, pueden sintonizarse todas las bandas de emisión en Modulación de Amplitud con un grado siempre escaso de selectividad. Incluso se convocaron concursos y exposiciones de receptores de galena selectivos en los cuales se premiaron esquemas y diseños ciertamente curiosos[396].

En 1920 fue muy popular en Gran Bretaña un receptor de galena denominado "The Cosmos". Pese a su denominación, precisaba una antena exterior de 100 pies de longitud para sintonizar únicamente la estación local. El conjunto está montado en una caja cilíndrica de baquelita de 6,6 pulgadas de diámetro[397].

También en Gran Bretaña compañía Bryan & Mays comercializó un receptor de galena miniatura en 1923, cuyas dimensiones son tan sólo 3,8 x 5,7 x 3,8 cm[398].

Los precios de un detector de galena oscilaban entre 1,50 y 4,50 pesetas, los de un receptor de galena completo en octubre de 1927 entre 7,50 y 14 pesetas, frente a los receptores de cuatro válvulas, cuyo precio es de 475 pesetas[399].

---

[395] CORDOBÉS. M.:O. C.

[396] *"Radios de galena".* La Ràdio d'època. nº 10. 1 abril 1996.

[397] HAWES, R.: *Radio Art.* Ed. Green Wood. Londres. 1992 p. 12.

[398] HAWES, R.: O.C. p. 23.

[399] Publicidad de Electrodo S.A. Ondas. octubre 1927.

Aunque estos receptores eran construidos directamente por el propio usuario en la mayor parte de los casos, algunas marcas pusieron en el mercado sus propios receptores ya montados, tales como Brownie, Nora y Marconi Española en los años 20.

El descubrimiento y comercialización de los diodos de germanio simplificó considerablemente el manejo de estos receptores. Así, hasta los años 80, es posible encontrar en revistas de información general anuncios de venta de receptores de éste tipo colocados en el interior de bolígrafos, con un auricular de cristal.

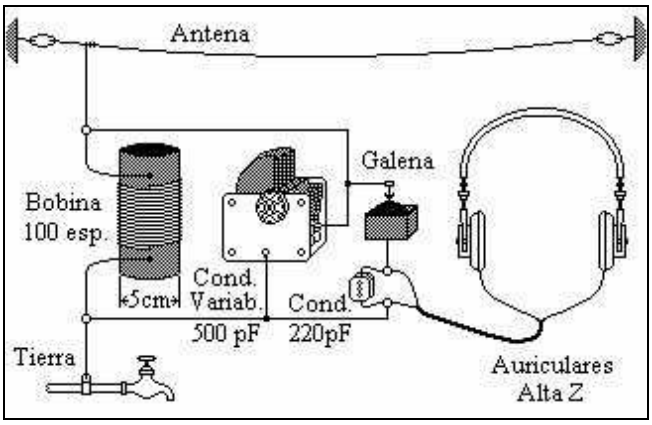


Fig. 137. Disposición práctica de un receptor con diodo de germanio[400].

6.2. ANÁLISIS TÉCNICO Y PRUEBA DE LOS RECEPTORES DE GALENA.

Con el fin de ampliar el presente estudio teórico, se han diseñado y construido distintos receptores de galena. Se han utilizado diodos de germanio, un detector tipo *bigote de gato* y otro con buscador de brazo articulado, con mineral de galena. Ello

[400] Diseño de José Luis Villabona Hórreo.

ha permitido comprobar su eficacia, salvando las modificaciones producidas por los actuales emisores en relación con los antiguos y considerando las nuevas condiciones de recepción en las ciudades.

Los circuitos montados y analizados han sido extraídos de la bibliografía técnica consultada, y van desde el más elemental hasta los que incluyen bobinas con núcleo de ferrita.

Para la audición en todos los casos se ha utilizado un auricular de cristal.

La toma de tierra se ha efectuado en todos los casos a través del polo neutro de un enchufe de red y como antena se han utilizado los sistemas empleados tradicionalmente: desde un hilo de cobre de 10 metros colocado en horizontal en la azotea del edificio, hasta las denominadas *antenas de fortuna*[401], e incluso se ha comprobado que algunos receptores no precisaban antena.

Las pruebas se han realizado en las localidades de Madrid, Murcia y Tortosa.

De su análisis se han obtenido los resultados siguientes:

[401] Se denomina así a los dispositivos más o menos ingeniosos que idearon en su día los usuarios de los receptores de galena, tales como el marco metálico de una ventana, un somier metálico o un cable de 5 metros extendido sobre el suelo.

1. En localidades en las que existe una única estación local en onda media, ésta puede sintonizarse sin el empleo de antena exterior[402].

2. Si en la zona coexisten varias estaciones de onda media, todas ellas de potencia media, puede comprobarse que la selectividad de estos receptores es muy limitada, pues la estación más potente siempre interfiere la recepción de las demás, pese a que exista una marcada diferencia entre sus frecuencias de emisión.

3. En localidades con emisores muy potentes, como es el caso de RNE 1 en Murcia, con una antena interior es posible realizar la audición incluso empleando un altavoz de lengüeta de 500 ohmios.

4. Bajo las mismas condiciones de antena y tierra, la sensibilidad máxima corresponde a los receptores con bobinas montadas sobre un núcleo de ferrita[403].

5. El diseño de los receptores en general es muy sencillo, por lo que puede ser montado directamente por cualquier aficionado.

6. Es posible evitar en parte las interferencias de las estaciones potentes utilizando filtros eliminadores, consistentes básicamente en circuitos inductancia-condensador intercalados en la entrada de antena o tierra.

7. Los receptores de galena no generan ruidos ni silbidos.

8. No precisan alimentación de ningún tipo.

[402] Se realizó esta prueba en Tortosa, en 1983, donde únicamente existía un emisor de onda media de 2 kW en la frecuencia 1.395 kHz (Radiocadena Española en Tortosa).

[403] Actualmente realizamos en el I.E.S. Pío Baroja de Madrid un montaje de un receptor experimental con los alumnos del Taller de Radio utilizando una bobina con núcleo de ferrita que permite escuchar las seis estaciones de onda media de la capital.

9. Los usuarios pueden disfrutar de ellos a cualquier hora del día o de la noche sin molestar a sus vecinos y personas próximas, ya que la escucha se realiza mediante teléfonos o auriculares.

10. En relación con el sonido, cabe destacar la gran fidelidad de reproducción musical que presentaban, que puede ponerse de manifiesto cuando son conectados a un amplificador de baja frecuencia.

Las tablas siguientes recogen los resultados correspondientes a las observaciones realizadas:

Tabla 32. Estaciones sintonizadas con receptores de galena desde Madrid.

Estación	Observaciones.
RNE 1 (ionosférica)	Emisión exclusivamente nocturna. Presenta desvanecimiento.
COPE Madrid	Es posible eliminar la interferencia de Radio España utilizando un filtro de antena
Radio España	No pueden separarse completamente debido a que la separación entre sus frecuencias de emisión es tan solo de 36 kHz y tienen la misma potencia de emisión.
Radio Intercontinental	
Radio Madrid (SER)	Excelente calidad de sonido
RNE 5 Todo noticias	Audición más débil que otras estaciones de igual potencia.
RNE 1	Excelente calidad de sonido.

Tabla 33. Estaciones sintonizadas con receptores de galena desde Murcia.

Estación	Observaciones[404]
RNE 1 ionosférica	Desvanecimiento.
Radio Murcia (SER)	Excelente calidad de sonido. Interferida débilmente por RNE 1 Murcia.
RNE 1 Murcia	Excelente calidad de sonido y recepción tan potente que puede escucharse a través de un altavoz de alta impedancia. Interfiere con todas las restantes estaciones en mayor o menor escala.
COPE Murcia	Buena calidad de sonido. Interferida además por RNE 5.
RNE 5 Todo noticias.	Excelente calidad de sonido. Interferencia mínima de RNE 1

Tabla 34. Estaciones sintonizadas con receptores de galena desde Tortosa.

Estación	Observaciones[405].
RNE 1 Tortosa	La audición mejora al aumentar la longitud de la antena.
RNE 1 Valencia	Audición débil y ruidosa.
RNE 1 Barcelona	Audición débil durante del día. Desvanecimiento nocturno.
RNE 1 Ionosférica.	Audición nocturna con desvanecimiento

[404] Actualmente la separación de las estaciones murcianas es más que aceptable, debido al incremento de sus potencias de emisión y a la actual separación entre sus frecuencias de emisión. No obstante durante los años 60 a 80, la escasa potencia de las estaciones (salvo RNE 1) hacía imposible la separación de Radio Murcia y la entonces Radio Popular de Murcia, que hacía imposible la audición de ésta. Además Radio Juventud de Murcia (y posteriormente Radiocadena Española) tan sólo podía ser sintonizada durante el día (probablemente debido a la reducción de potencia de la estación durante la noche) y en zonas despejadas. El empleo de antenas de larga duración provocaba la interferencia de RNE 1 en toda la banda. No es posible sintonizar actualmente emisoras de localidades próximas como Alicante, Cartagena y Lorca.

[405] Durante los años 1980 a 1984 emitía Radiocadena Española en Tortosa, con una potencia que no superaba 1 kW y su audición presentaba desvanecimiento durante la noche. Su escasa potencia permitía sintonizar durante el día la estación de Radio Popular en Valencia y Ràdio Lleida sin interferencias.

CAPÍTULO 7. SEGUNDA GENERACIÓN: RECEPTORES CON RETROALIMENTACIÓN.

De acuerdo con la tipología de receptores propuesta y antes de comenzar el análisis de los que se han denominado *receptores con retroalimentación* incluidos en la categoría de *receptores amplificados sin cambio de frecuencia*, es necesario precisar que, a la vista de la bibliografía especializada analizada, puede parecer en principio que la variedad de esta clase de receptores era mucho mas amplia que la que aquí se propone.

Tras estudiar una gran cantidad de circuitos con distinta denominación, se ha podido comprobar que básicamente todos ellos no son más que modificaciones más o menos complejas de los circuitos que se han seleccionado, a los que los autores asignan denominaciones singulares basadas en los criterios más dispares[406] tales como *Reinartz*, *Superdino*, *Flewelling* y *Autoplex*.

Como características a tener en cuenta de cara a los usuarios, los receptores con realimentación presentaban, por una parte, un grave inconveniente derivado de la posibilidad de entrar en oscilación. Ello hacía que la calidad de la audición se alterase debido a la aparición de silbidos. Tales interferencias eran a su vez radiadas a través de la antena y podían a su vez interferir en receptores próximos, motivo por el cual llegó a prohibirse su fabricación.

[406] En 1930 Riu diseñó el receptor que denominó Sansón basándose en que su rendimiento no es superado hasta el momento por ningún otro aparato del mismo número de válvulas. El mismo autor denomina Orfeo a otro similar muy selectivo y con buena calidad de reproducción musical. Otros receptores propuestos por Riu son Júpiter, Mercurio, Olimpic, Hércules y Popular.

Por otra parte, la sintonía de este tipo de receptores no podía realizarse mediante un único mando, sino que, al menos en los modelos más sencillos, debían accionarse al menos dos: el control de sintonía propiamente dicho, y a continuación el control de realimentación.

La energía de la onda electromagnética captada por la antena que llega al receptor es siempre muy limitada, aún en las condiciones más favorables, ya que la intensidad de tales campos depende de la potencia del emisor, de las condiciones de propagación y de las antenas utilizadas en la emisión y recepción. Por esta razón es preciso utilizar distintos procedimientos para amplificar dicha señal.

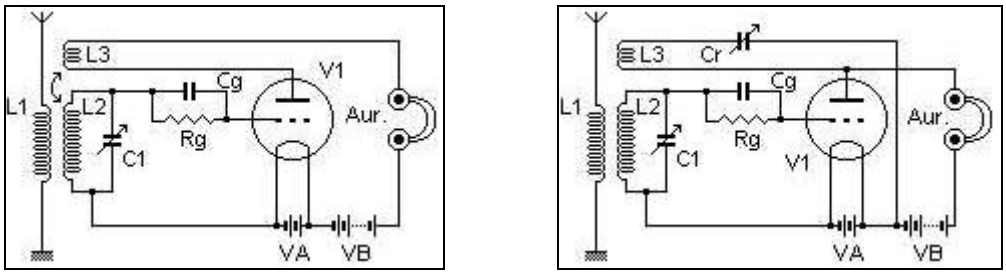


Fig. 138. Esquemas básicos del receptor retroalimentado, con válvula triodo[407].

La amplificación podía llevarse a cabo básicamente en dos puntos del receptor: antes de llegar la señal de radio al detector, (*amplificación de radiofrecuencia o de alta frecuencia*), o después de que la señal haya sido detectada (*amplificación de baja frecuencia*).

Las dos amplificaciones tenían su razón de ser. Las señales excesivamente débiles no eran capaces de hacer funcionar el detector y las señales fuertes lo saturaban. En el primer caso, se hacía necesario amplificar la señal en alta frecuencia, pero si se considera que ésta no podía sobrepasar un nivel determinado,

[407] En el primer caso el control de realimentación se realiza variando la posición relativa de las bobinas de sintonía y reacción, y en el segundo mediante un condensador variable. Diseño de José Luis Villabona Hórreo.

no sería suficiente para lograr la excitación de un altavoz, por lo que se necesitaría una amplificación de baja frecuencia posterior a la detección de la señal.

Cualquiera que sea el procedimiento utilizado para la amplificación, ésta debía reunir tres condiciones básicas:

1. Fidelidad, con el fin de reproducir íntegramente la señal.
2. Selectividad, para evitar la amplificación de otras señales no deseadas.
3. Añadir el mínimo ruido de fondo.

El elemento base para la amplificación en el tipo de radiorreceptores objeto de estudio es la válvula electrónica[408]. En principio, los triodos y posteriormente otras válvulas multielectrodo, aisladas o combinadas entre si, en distintas etapas.

La más sencilla de las válvulas diseñadas para radio, el diodo, podía ser utilizada como detector y era susceptible de proporcionar una gran fidelidad en la reproducción de los sonidos modulados, aunque presentaba el grave inconveniente de exigir una considerable amplificación de la señal antes de la detección, razón por la cual, a la hora de economizar espacio y materiales era preferible emplear triodos o pentodos que, aún proporcionando una menor calidad de reproducción, eran susceptibles de actuar simultáneamente como detectores y amplificadores.

Una válvula triodo podía actuar como un diodo detector al que se añadía un triodo amplificador de audiofrecuencia. La detección se realizaba a través de la rejilla, mediante un condensador o un circuito RC paralelo intercalado entre ésta y el

[408] En su momento se montaron también receptores experimentales transistorizados, pero no se llegaron a comercializar.

circuito de sintonía, o bien a través de la placa, intercalando en este caso un circuito LC entre la rejilla, la batería de polarización de ésta y la placa[409].

Ambos sistemas de detección posteriormente fueron adaptados a las válvulas pentodo, teniendo en cuenta la necesidad de dar a la rejilla pantalla una polarización positiva constante, como en todos los montajes en los que se empleaba este tipo de válvulas.

Continuando con los primitivos circuitos basados en el triodo, concretamente en los circuitos de detección por rejilla, se diseñaron otros circuitos que incorporaban una nueva bobina, intercalada en el circuito de placa, concretamente entre ésta, los auriculares y el positivo de la batería de placa de manera que la corriente que circulase a través de dicho circuito crease un campo magnético que ejerciese influencia sobre la bobinas de sintonía. Este es el principio de los denominados *receptores con realimentación*, denominados igualmente *regenerativos* o *a reacción*.

La primera descripción conocida de un circuito de recepción realimentado en el que las señales recibidas pueden ser reforzadas por acoplamiento de los circuitos

[409] El detector por placa es útil especialmente ante señales de radio muy intensas, aunque su sensibilidad es escasa ante señales débiles debido a que en ese caso el triodo trabajaba en la zona del codo inferior de la curva característica, donde la pendiente es pequeña, por lo que la eficiencia es mínima precisamente cuando más se necesitaba una mayor amplificación. Sin embargo, en ausencia de señal, el triodo estaba bloqueado y por ello no conducía la corriente, prolongando la vida de las baterías y la del mismo triodo.

Por su parte, la detección por rejilla la amplificación se realiza en la zona de máxima pendiente de la curva, por lo que en ausencia de señal, el triodo continua conduciendo la corriente, por lo que se produce un mayor consumo de baterías, y un funcionamiento deficiente ante señales excesivamente potentes debido a la saturación que producen en el triodo, por lo que el circuito es de escasa fidelidad.

de rejilla y de placa de un triodo corresponden al investigador americano E. H. Armstrong[410].

Al intercalar una bobina en el circuito de placa, la corriente amplificada, antes de atravesar el auricular circula a través de ella. En lo sucesivo se denominará a este nuevo dispositivo *bobina de reacción* o *de realimentación*. Este sistema altera considerablemente la sensibilidad del receptor.

En su forma mas sencilla, los bobinas de antena, de sintonía y de reacción se disponían sobre un mismo soporte de manera que cuando el flujo magnético creado por el paso de la corriente a través de la bobina de realimentación tenía el mismo sentido que el creado por la de antena, ambos sumaban sus efectos sobre la bobina de sintonía. Como consecuencia, se produce un notable aumento en la corriente de rejilla. En definitiva, el receptor funcionaba como si las señales captadas por la antena fuesen más potentes de lo que realmente eran y en consecuencia aumentaba su sensibilidad.

El aumento de sensibilidad era debido a que la señal que recorría el circuito de placa, al no dirigirse directamente al auricular, volvía a actuar sobre el circuito de rejilla produciendo un efecto de *realimentación o reacción*.

Si por el contrario la corriente circulaba por la bobina en sentido inverso, el efecto era el contrario: se producía una disminución del flujo magnético en la bobina de sintonía y en consecuencia una pérdida de sensibilidad. Se puede afirmar en este segundo caso que existía *contrarreacción* o *realimentación negativa*.

---

[410] ANTEQUERA, J.A. *"La regeneración por medio de reacción inductiva".* Radio Nacional. nº 171.15 febrero 1942.

El receptor con *realimentación* incorporaba una bobina cuyo objeto era realimentar positivamente el amplificador, con el fin de aumentar la sensibilidad del conjunto. Esta bobina actuaba como bucle de realimentación, ya que a través de ella la corriente de salida volvía a actuar sobre la entrada a través del flujo magnético, aumentando la ganancia del conjunto.

Sin embargo, cuando la realimentación alcanzaba determinado valor, el amplificador se convertía en oscilador y creaba una señal propia que le impedía sintonizar la señal de otra estación. Ello conllevaba la necesidad de emplear dispositivos que permitían regular la realimentación hasta darle un valor tal que el receptor presentase la máxima sensibilidad sin llegar a entrar en oscilación.

A tal fin, se diseñaron los mas variados dispositivos, agrupados básicamente en dos categorías :

1. Sistemas basados en la variación de la posición relativa de las bobinas de reacción y de sintonía, mediante mecanismos que permitían su desplazamiento y posterior fijación en la posición adecuada.

2. Dispositivos de control indirecto mediante botones de mando, como potenciómetros en paralelo con la bobina de realimentación, o condensadores variables.

El empleo de resistencias variables era útil cuando las bobinas de sintonía y de reacción se encontraban muy próximas entre si, devanadas sobre un mismo soporte. Al ajustar el potenciómetro a su máximo valor, prácticamente toda la corriente pasaba a través de la bobina de reacción, mientras que al disminuir su valor se producía una disminución de la corriente de reacción y en consecuencia de la realimentación.

Por el contrario, si ambas bobinas se encontraban muy alejadas entre si, se favorecía el paso de la corriente de alta frecuencia través de la bobina de

realimentación intercalando un condensador variable entre el cátodo y el auricular, ajustando su capacidad hasta obtener el grado óptimo de reacción.

La forma de sintonizar un receptor realimentado era siempre la misma:

1. En primer lugar se accionaba el control de realimentación de reacción, ya sea potenciómetro o condensador variable, de manera que la realimentación fuese mínima.

2. A continuación se giraba el condensador variable de sintonía hasta obtener en los auriculares la estación deseada.

3. Hecho esto, se accionaba el control de reacción, lo que producía un aumento en el volumen de los sonidos recibidos hasta que éstos se transformaban en un silbido, indicador de que el circuito había entrado en oscilación por ser excesiva la realimentación. En ese momento, se disminuía la realimentación hasta que tal silbido desaparecía.

El proceso debía repetirse para la sintonía de las distintas estaciones, ya que la reactancia de la bobina de reacción variaba en función de dicha frecuencia, por lo que el punto de oscilación se localizaba en un lugar diferente en cada caso.

Al modificar la realimentación alterando la posición relativa de las bobinas de reacción y de sintonía, en primer lugar era preciso colocar la bobina de reacción en la posición en la cual su influencia fuese mínima, situación que se producía cuando sus planos eran perpendiculares. Una vez sintonizada la estación, se variaba el ángulo que formaban sus planos hasta obtener la máxima señal sin oscilación. Ello se lograba colocando las bobinas en soportes adecuados que permitían su movilidad.

Cronológicamente, los receptores realimentados aparecieron en el mercado con anterioridad a los superheterodinos, con los que coexistieron durante muchos años hasta la implantación definitiva de éstos últimos y la prohibición de su utilización.

Del análisis de las publicaciones periódicas consultadas, se concluye que este tipo de receptores, junto con los receptores no amplificados con detector de galena, presentaron de cara al usuario experimentado ventajas derivadas de la facilidad de su montaje, ya que no precisaban ajustes excesivamente precisos. Ello supuso la comercialización de receptores preparados para su montaje a precios muy inferiores a los correspondientes a los receptores ya montados.

A su vez, la sencillez de los circuitos permitió a su vez introducir modificaciones a los propietarios en éstos, tales como dispositivos eliminadores de las estaciones locales, distintos sistemas para provocar la reacción, la construcción y diseño de bobinas (de manera análoga a lo ocurrido anteriormente con los receptores de galena), montaje de aparatos miniatura portátiles, adaptación de amplificadores de baja frecuencia para realizar audiciones a través de altavoz o de nuevas válvulas en el mismo receptor destinadas a tal fin.

Estos receptores eran tremendamente versátiles. Con un simple cambio de bobinas podía producirse la sintonía de estaciones en onda corta, media o larga. Los usuarios de éste tipo de dispositivos consultados coinciden en que precisamente en las audiciones en onda corta es donde realmente se ponía de manifiesto el efecto de la realimentación. No obstante en lugares distantes de estaciones potentes de onda media, el efecto de la realimentación es notable tanto en onda media como en onda corta, pues las señales débiles de esta forma se amplifica notablemente[411].

[411] Testimonio directo de José Tomás Vera.

7.1. PRUEBA DE LOS RECEPTORES CON RETROALIMENTACIÓN.

Con el fin de poder elaborar unas conclusiones propias desde una perspectiva actual, se ha procedido a la puesta en marcha de receptores de este tipo, e incluso se han montado dos receptores con realimentación: el primero de ello, de tres válvulas: dos válvulas triodo 6Q7 y una pentodo 6V6, y el segundo con una única válvula doble triodo, la UCC85.

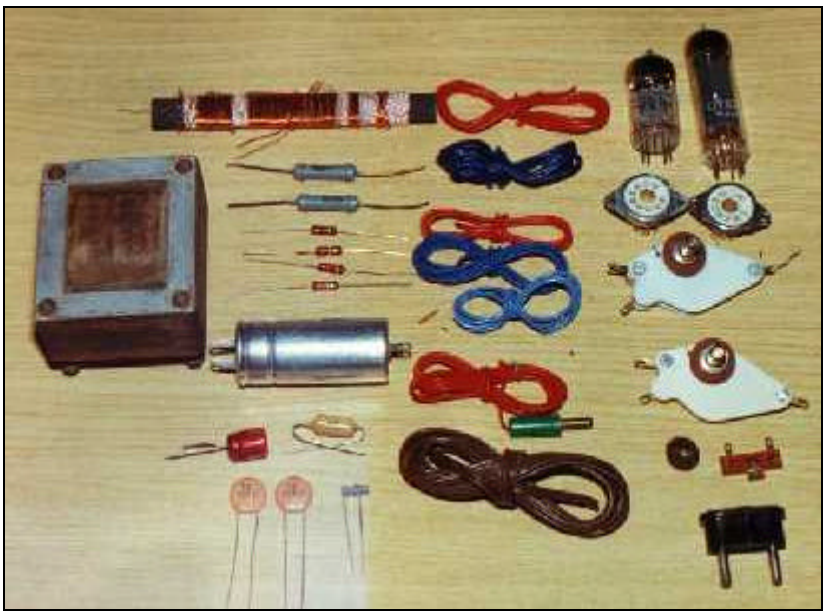


Fig. 139. Componentes utilizados en el montaje del receptor experimental a reacción.

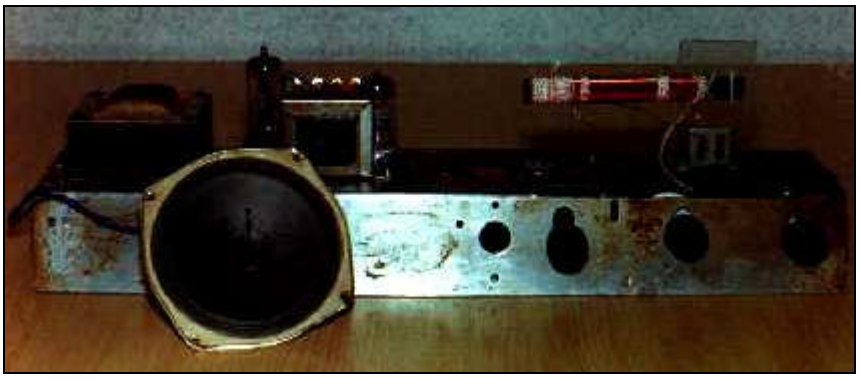


Fig. 140. Receptor experimental a reacción.

Las pruebas se han realizado en Madrid y en Murcia, localidades en las que existen estaciones de onda media de gran potencia, tales como RNE 1, RNE 5 y SER y se han obtenido los resultados siguientes:

1. Las estaciones muy potentes no se pueden eliminar totalmente, de manera que interfieren en la sintonía de las demás. En el caso de RNE 1 en Murcia (855 kHz, 300 kW en antena) interfiere incluso en la sintonía de RNE 5 todo noticias (567 kHz, 50 kW) pese a que su separación en el dial es de 288 kHz.

2. La sintonía en onda corta es tremendamente crítica y en el caso de realimentación elevada, el receptor se vuelve inestable y entra fácilmente en oscilación. Resulta difícil sintonizar una estación determinada en la gama de ondas cortas, salvo que se emplee un sistema de poleas reductor adecuado para que el giro del eje del condensador variable de sintonía sea lo suficientemente lento. Como las estaciones de onda corta se reciben con muy poca intensidad, es preciso emplear el bucle de realimentación del receptor para incrementarla, con el riesgo añadido de que el aparato entre en oscilación.

3. El volumen sonoro es aceptable cuando la audición se realiza a través de auriculares, en cuyo caso no es necesario el empleo de válvulas amplificadoras de audio.

4. El diseño del circuito es realmente sencillo, especialmente si se emplea una fuente de alimentación adecuada.

5. El receptor necesita una antena exterior, aunque puede emplearse un cable de 5 metros extendido sobre el suelo en interiores.

6. Es posible mejorar la sintonía de estaciones locales realizando los bobinados sobre un núcleo de ferrita, sin necesidad de otro tipo de antena.

7. Si se monta una etapa amplificadora de baja frecuencia, con una válvula pentodo adicional, la calidad de reproducción musical de las estaciones potentes es incluso superior a la de un superheterodino, debido a que no existe limitación en el ancho de banda impuesto por los circuitos de frecuencia intermedia del superheterodino.

8. Cuando el receptor entra en oscilación, si se emplea antena exterior, esta puede interferir la recepción de la estación sintonizada en otros receptores situados a 50 metros de la antena exterior.

9. Es imposible sintonizar en onda media estaciones distantes, incluso durante la madrugada, debido al solapamiento con las estaciones locales[412]. No obstante, ante estaciones locales de escasa potencia, tal fenómeno no es tan patente. Concretamente se tiene noticia de la recepción de Radio Luxemburgo (1.440 kHz) en la ciudad de Pamplona a las 19.00 horas (U.T.C.) empleando un receptor de una sola válvula y un cable de 5 metros como antena interior[413].

10. La posición de las estaciones en el dial está en función del tipo de antena utilizado. Empleando antenas exteriores en lugares próximos a centros emisores potentes, éstos cubren toda la banda de sintonía.

[412] En pruebas realizadas con receptores similares en 1973 pudimos comprobar que al finalizar las emisiones locales, a partir de las 2.00 horas (U.T.C.) y durante la madrugada, es posible sintonizar desde Murcia en onda media con el empleo de antenas exteriores emisiones de Radio Madrid (S.E.R.), Radio Centro (C.E.S.), RNE y Radio España todas ellas de Madrid

[413] Testimonio directo de Ignacio Baquedano.

11. Si se cortocircuita la bobina de reacción, eliminando de esta manera el efecto de realimentación, se produce un importante descenso en la sensibilidad y especialmente en la selectividad el receptor.

12. El manejo del receptor es laborioso. En primer lugar, es preciso abrir el condensador de reacción antes de proceder a la sintonía a través del correspondiente mando, para accionar nuevamente el condensador de reacción hasta que se alcance el punto óptimo de sintonía sin oscilación, retocando nuevamente la posición del primer condensador. Si, además, el potenciómetro de volumen se sitúa en un punto próximo al máximo de su recorrido, se producen ruidos y silbidos no deseables.

13. El efecto de la realimentación se hace especialmente patente cuando se logra sintonizar una estación que se recibe con escasa potencia. Con una antena interior fue posible sintonizar desde la zona sur de Madrid, dos estaciones de onda media de Toledo[414] .

Parece ser que el principal obstáculo que presentaba este tipo de receptores para el usuario no experimentado derivaba de la necesidad ya mencionada de manipular mas de un botón de mando para sintonizar una estación.

La evolución de la tecnología radiofónica en el campo de la radiorrecepción sonora tradicionalmente se ha encaminado hacia la búsqueda del denominado *mando único* con el fin de simplificar al máximo el manejo de los receptores Por este motivo los receptores de este tipo fueron definitivamente reemplazados por los receptores superheterodinos, una vez que sus circuitos fueron debidamente perfeccionados.

[414] Onda Cero Radio Toledo y Radio 5 Todo Noticias Toledo.

CAPÍTULO 8. TERCERA GENERACIÓN (I): LOS RECEPTORES RFS.

Los que se han denominado *receptores no amplificados sin cambio de frecuencia,* igualmente conocidos como *de radiofrecuencia sintonizada* o *a superinductancia* fueron muy populares desde los últimos años 20 hasta los primeros 40. Deben su denominación a que, en sus distintas etapas de alta frecuencia, se sintonizan las señales de radiofrecuencia y se amplifican mediante una serie de amplificadores selectivos *en cascada*.

El efecto de tales amplificadores selectivos es el aumento de la amplitud de las señales de una determinada gama de frecuencias, de forma que cuanto más estrecho es el margen de frecuencias, mayor es la selectividad del receptor.

Los receptores de radiofrecuencia sintonizada de mayor difusión en España fueron popularizados por Philips Ibérica, aunque Telefunken también aplico el circuito a sus aparatos. Se denominaron receptores *a superinductancia* y coexistieron durante largo tiempo con los receptores superheterodinos de mando único, con los que compitieron fuertemente en el mercado.

Con el fin de proceder a su análisis se distinguen cuatro etapas o bloques en un receptor de radiofrecuencia sintonizada:

1. Una etapa amplificadora de radiofrecuencia.
2. Una etapa detectora.
3. Una etapa amplificadora de baja frecuencia.
4. Una fuente de alimentación.

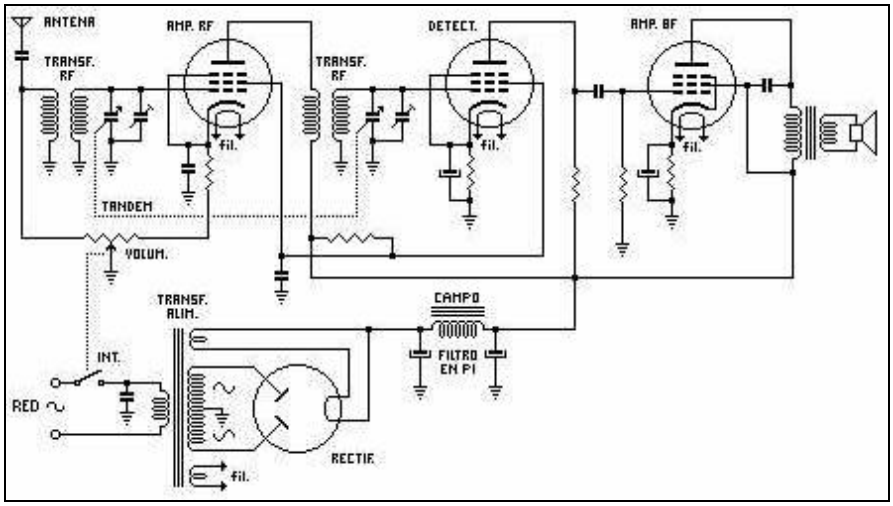


Fig. 141. Receptor de radiofrecuencia sintonizada[415].

Las etapas amplificadoras de radiofrecuencia tenían como misión fundamental el proporcionar la sensibilidad y selectividad necesaria para su funcionamiento. Tales características mejoraban al incrementarse el número de etapas de este tipo.

Cuando la selectividad obtenida con un único paso de amplificación no era suficiente, se recurría al empleo de dos o más amplificadores conectados en cascada. De esta manera se conseguía no sólo mayor sensibilidad, sino también una marcada mejoría en la selectividad, como consecuencia de que la ganancia final en este tipo de montajes es el producto de las ganancias de los pasos parciales. Este hecho hacía que la selectividad fuera mucho mayor, ya que el margen de frecuencias de corte se hacía sucesivamente más estrecho en cada etapa.

La principal dificultad del empleo de varios pasos amplificadores en cascada radicaba en la necesidad de lograr que todos estuviesen sintonizados exactamente a la misma frecuencia, con el fin de que la frecuencia de resonancia fuese la misma en todos los pasos.

[415] Diseño de José Luis Villabona Hórreo.

Si la frecuencia a amplificar fuese la correspondiente a una única estación, no existiría tal problema, pues bastaría con ajustar de una vez y para siempre a la frecuencia elegida los diversos circuitos. Pero ya que el amplificador debía permitir la sintonía de un gran número de estaciones, un receptor de estas características que incorporase dos etapas en cascada precisaría para su sintonización tres condensadores variables, cada uno con su botón de mando correspondiente: uno en el circuito de antena y dos más en las etapas en cascada. Ello supondría un manejo excesivamente complicado, tanto o más que los receptores con realimentación.

Con el fin de solventar las dificultades anteriores, se diseñaron los denominados *transformadores de radiofrecuencia*. Con ellos se lograba además una mejora adicional, ya que la frecuencia de resonancia resultaba ser la más amplificada. Igualmente permitía el empleo de un único condensador variable en tándem con tres secciones, y en consecuencia, un único mando para la sintonía.

El bloque amplificador de radiofrecuencia se diseñaba de forma que permitía el empleo de cualquier tipo de válvula amplificadora de tensión. En un principio, hasta el descubrimiento y posterior comercialización de las válvulas múltiples, se emplearon a tal fin triodos, pese a su inconveniente de presentar una marcada tendencia a entrar en oscilación cuando se incrementaba el número de etapas de amplificación utilizadas, originando perturbaciones que en ocasiones llegaban a impedir la recepción en condiciones aceptables.

Estos inconvenientes derivados del empleo de válvulas triodo se subsanaron con el descubrimiento y posterior difusión de las válvulas tetrodo o *rejilla-pantalla* y posteriormente de los pentodos, que fueron las que finalmente se adoptaron para estas etapas., especialmente los pentodos de pendiente variable, cuyo uso supuso dos grandes ventajas:

1. Producir una considerable ganancia de tensión.

2. Disminuir al mínimo las interferencias debidas a señales potentes no deseadas.

El pentodo introdujo la ventaja adicional de mejorar la selectividad del amplificador debido a su mayor resistencia interna, por lo que su empleo se generalizó inmediatamente en este tipo de receptores. Es preciso considerar que en el momento en el que estos receptores comenzaron a distribuirse, el número de estaciones en funcionamiento en España era lo suficientemente elevado como para que el oyente se interesase por sintonizar el máximo número posible de éstas sin que solapasen entre si, lo cual exigía niveles de selectividad en los receptores superiores a los proporcionados por los que se han denominado *receptores de segunda generación.*

Además, al variar la tensión de polarización de rejilla, se alteraba la amplificación producida por el pentodo, por lo que éste tipo de válvulas pudo ser empleado en los circuitos de *control automático de volumen*[416].

El amplificador de radiofrecuencia de este tipo de receptores incluye dos transformadores en cada etapa de los que se denominan *transformadores de radiofrecuencia*:

1. El *bobinado de antena*, diseñado para acoplar tal circuito al circuito de rejilla del amplificador.

2. El *bobinado de radiofrecuencia*, utilizado para el acoplamiento del circuito de placa del amplificador de radiofrecuencia con el circuito de rejilla de la etapa siguiente.

[416] El control automático de volumen, también denominado CAV es un conjunto de circuitos que actúa como un amortiguador ante señales de distinta potencia, de forma que iguala el volumen sonoro reproducido por el altavoz de las estaciones distantes y próximas.

Sus devanados se realizaban sobre una forma de cartón aislante o de baquelita, con el núcleo de aire o de hierro pulverulento.

Los transformadores de radiofrecuencia que se utilizaron en la banda de recepción de radiodifusión sonora poseían devanados de gran tamaño y presentaban una marcada tendencia a ser resonantes para frecuencias relativamente bajas y a presentar su ganancia máxima en el extremo de bajas frecuencias del dial. Con el fin de compensar tal efecto, se utilizó un acoplamiento capacitivo entre el primario y el secundario, empleando para ello un pequeño condensador entre los bobinados primario y secundario, o una espira denominada *espira de capacidad* conectada al primario y arrollada en torno al secundario, pero aislada de él.

Con el fin de lograr que el receptor tuviese una selectividad máxima se emplearon transformadores de radiofrecuencia cuya resistencia fuese razonablemente baja con el fin de aumentar su factor de calidad.

Un aspecto de gran importancia a considerar en el estudio y diseño de los transformadores de radiofrecuencia es su blindaje. Con él se evitaba que las líneas de fuerza de los campos magnéticos individuales alcanzasen los bobinados de los transformadores próximos, con el consiguiente peligro de provocar realimentaciones positivas. Por este motivo se encerraban en botes de aluminio o de cobre, conectados al chasis del receptor. No obstante es preciso tener en cuenta que el blindaje alteraba el factor de calidad de las bobinas, y por ello la alineación del receptor debía llevarse a cabo con los blindajes colocados en su lugar.

Cuando un receptor debe cubrir una gama de frecuencias superior a la que le permiten una bobina y su condensador variable de sintonía, se hace preciso cambiar los circuitos de sintonía. Ello se lleva a cabo modificando las bobinas, utilizando bobinas intercambiables o bien bobinas cuyos terminales iban a parar a una llave rotativa de varios contactos, denominada *selector de banda*. Al girar la llave era

posible conectar cualquier bobina con el condensador de sintonía, lo que permitía una respuesta satisfactoria en las distintas bandas de frecuencia deseada.

En los primeros receptores de radiofrecuencia sintonizada, los amplificadores selectivos consistían en su forma más elemental en un circuito resonante LC conectado como resistencia de carga de un triodo entre su cátodo y su placa.

Ya que la ganancia del triodo era máxima si la resistencia de carga alcanzaba su valor mínimo, cuando la frecuencia que atravesaba el circuito LC paralelo correspondía a su frecuencia de resonancia, la ganancia del amplificador era máxima, por presentar el circuito resonante la máxima impedancia y por ello la máxima oposición al paso de corriente.

Para frecuencias distantes de esta frecuencia de resonancia, aparecía una oposición distinta y por tanto una menor ganancia, obteniéndose señales que incluso podían tener una amplitud menor que la señal de entrada.

Si el condensador del circuito LC era variable, se podía variar a voluntad la frecuencia de las señales amplificadas.

Los amplificadores de radiofrecuencia se montaban en cascada a fin de conseguir, además de un aumento considerablemente de la amplitud de la frecuencia seleccionada, una marcada disminución en el ancho de banda, con el correspondiente incremento de selectividad.

El inconveniente de montar una serie de amplificadores en cascada radicó en la necesidad de lograr que cada uno de los pasos estuviese sintonizado exactamente a la misma frecuencia. El problema se resolvió utilizando bobinas exactamente iguales y condensadores variables montados en tándem, de forma que accionando un mando

único era posible variar simultáneamente la frecuencia de las diferentes etapas de amplificación

En los primeros receptores de radiofrecuencia sintonizada, cada uno de estos condensadores variables de los circuitos sintonizados se conectaba a su propio eje, accionado por un botón de mando, de manera que para sintonizar una estación debía maniobrarse individualmente cada uno de estos botones hasta que cada circuito entrase en resonancia con la frecuencia de la estación deseada.

Los aparatos más modernos eliminaron la necesidad de los mandos individuales de sintonía disponiendo los condensadores variables de todos los circuitos sintonizados en un mismo eje. Ello permitió la sintonía del receptor con un mando único que variaba simultáneamente todos los circuitos sintonizados. Este condensador era del tipo *tándem*, e incluía una sección para cada etapa amplificadora de radiofrecuencia y otra para el sintonizador.

Ya que todos los circuitos sintonizados debían variar su frecuencia conjuntamente, los condensadores variables respectivos tenían exactamente la misma capacidad en cada uno de sus puntos. Para paliar las posibles diferencias de capacidad se añadían pequeños condensadores variables o *trimmers* en paralelo con los condensadores variables de sintonía.

En los receptores que sintonizaban únicamente una banda, los trimmers estaban colocados generalmente en el mismo tándem, uno en cada sección. En los receptores con selector de banda, los trimmers correspondientes a cada una de las bandas se montaban sobre las bobinas y en paralelo con ellas. El ajuste se llevaba a cabo llevando el tándem al extremo de máxima frecuencia del dial, accionando los trimmers de forma que se obtuviese la máxima señal a la salida del receptor como consecuencia de la sintonización óptima de los circuitos.

En ocasiones, aunque los circuitos estaban correctamente ajustados en el extremo de alta frecuencia del cuadrante de sintonía, no se sintonizaban correctamente las frecuencias del lado opuesto del dial. Algunos receptores permitían corregir este defecto empleando unas ranuras en las placas extremas del rotor del tándem. Se realizaba el ajuste doblando hacia afuera o hacia adentro respecto a las placas fijas, parte de las placas ranuradas del rotor.

Cuando todas las etapas sintonizan frecuencias idénticas en cada una de las posiciones, el *arrastre* era correcto y que el receptor estaba *alineado*.

Al ser de muy distinta intensidad las señales captadas por los receptores, era preciso disponer de un control que permitiese variar la ganancia de las etapas amplificadoras de radiofrecuencia. El método más empleado para ello era cambiar la tensión de polarización de la etapa amplificadora de radiofrecuencia empleando a tal efecto una resistencia variable o *potenciómetro* en el circuito de cátodo.

- El oyente debía ajustar este potenciómetro hasta ajustar el receptor a la ganancia deseada. Tal inconveniente desapareció cuando los receptores incorporaron el *control automático de volumen* ya mencionado.

Ya que las válvulas más utilizadas fueron los pentodos de pendiente variable, al cambiar su tensión de polarización, cambiaba su factor de amplificación y por ello la ganancia de la etapa.

Cuando el receptor disponía de varias etapas de radiofrecuencia, el potenciómetro se colocaba de forma que alterase la tensión de polarización de todos los amplificadores de radiofrecuencia. No obstante, el circuito de cátodo disponía de una resistencia fija que proporcionaba la tensión adecuada cuando la resistencia variable está en posición de máxima ganancia o de resistencia mínima.

Una variante del sistema mencionado empleó un potenciómetro colocado en paralelo con el primario de la bobina de antena, de manera que al desplazar el cursor hacia el extremo de la antena, disminuía la resistencia entre los extremos del primario de la bobina y aumentaba la resistencia de cátodo, originando una tensión más débil en la rejilla y menor amplificación de tensión. En el caso opuesto, aumentaba la resistencia entre los extremos del primario y disminuye la resistencia de cátodo, originando una señal más intensa sobre la rejilla y mayor amplificación de tensión.

8.1. ANÁLISIS DEL AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA.

El presente análisis se ha realizado a partir de observaciones realizadas con un receptor de radiofrecuencia sintonizada Philips modelo 830 A y de esquemas originales de receptores de dicha marca.

El primer elemento a considerar para el análisis del funcionamiento del amplificador de radiofrecuencia es la bobina de antena. Los extremos de su primario se conectan a la antena exterior y a tierra respectivamente.

El secundario, entre cuyos extremos se coloca en paralelo la sección del tándem y su trimmer correspondiente, acopla la antena a la rejilla de la válvula del amplificador.

El condensador variable permite sintonizar el amplificador a la frecuencia de la señal deseada.

Los distintos electrodos del pentodo van polarizados mediante resistencias intercaladas entre éstos y la toma de alta tensión del receptor, y condensadores de paso a masa.

La señal amplificada se recoge en el terminal de placa de la válvula, y se inyecta a la sección amplificadora siguiente a través de un condensador, que únicamente permitirá el paso de la señal alterna e impidiendo el de la corriente continua de polarización de la placa.

Por su parte, la señal de radiofrecuencia procedente de las etapas amplificadoras es sometida a un proceso de detección, empleando a tal fin un detector regenerativo o un detector de placa idénticos a los empleados en los receptores de amplificación directa analizados en el capítulo correspondiente a los que se han denominado *receptores de segunda generación*.

La señal debidamente detectada pasa a la etapa amplificadora de baja frecuencia, en la cual se efectúa tanto el control de tono como el de volumen.

El sonido emitido por cualquier receptor de radiodifusión difiere de forma más o menos considerable del sonido original, debido a que los distintos amplificadores no actúan de la misma forma sobre todas las frecuencias, y los altavoces presentan respuestas distintas a las diversas frecuencias de audio.

Además, se pueden producir en este tipo de receptores de radiofrecuencia sintonizada ruidos generados en las válvulas[417].

Con el fin de evitar en lo posible las interferencias derivadas de las causas anteriores, y para incrementar el efecto de las notas graves, los amplificadores de baja frecuencia incluyen un control de tono destinado a eliminar las frecuencias más

[417] Las preferencias sonoras de los oyentes han variado a lo largo de la historia de la radiodifusión. En la época de comercialización de los receptores de tercera generación de radiofrecuencia sintonizada, un factor de calidad a considerar era la perfección con que éste reproducía las tonalidades graves o frecuencias bajas. Posteriormente la moda sufrió distintos cambios, hasta la actualidad, momento en el cual prima la capacidad de reproducción de las tonalidades más agudas correspondientes a las frecuencias más altas.

elevadas, derivándolas a masa o haciéndolas pasar directamente a través del transformador de salida de audio.

El control de tono más usual consiste en un condensador conectado por uno de sus extremos a la placa de la válvula de salida, y por otro a un potenciómetro, cuyo cursor se une a masa. Al disminuir la resistencia entre el extremo del condensador y masa, se incrementa el paso de las frecuencias más altas a masa, con lo que el tono del sonido reproducido por el altavoz se hacía más bajo.

En cuanto al control de volumen se puede realizar tanto actuando sobre el control de sensibilidad del receptor en las etapas amplificadoras de radiofrecuencia de la manera ya descrita, es la forma más usual, o bien en la misma etapa amplificadora de audio o de baja frecuencia.

Algunos receptores incluyen un sistema doble. Este control regula la ganancia en la primera y segunda etapa de radiofrecuencia variando la polarización en el cátodo de las válvulas y controlando la ganancia de audiofrecuencia por cambio de la amplitud de la señal aplicada al primer amplificador de audiofrecuencia.

El amplificador de audiofrecuencia más usual consiste en una válvula pentodo, a cuya rejilla se inyecta la señal debidamente detectada y preamplificada en la etapa detectora a través de un condensador, a cuya placa se conecta uno de los extremos del primario del transformador de audio que actúa como resistencia de carga, y el otro a la toma de alta tensión. El altavoz se une a los extremos del secundario de dicho transformador.

Los amplificadores de audiofrecuencia o de potencia empleados en este tipo de receptores no difieren básicamente de los empleados en los restantes receptores,

por lo que su estudio se realiza de manera más amplia en el capítulo correspondiente a los amplificadores de baja frecuencia[418].

Las válvulas empleadas presentaron de cara a los oyentes en un principio el inconveniente de producir fenómenos derivados de la generación de capacidades parásitas, siendo el más importante la aparición de ruidos y silbidos. El problema se subsanó en parte utilizando montajes especiales que disminuían al máximo la realimentación causante de tales inconvenientes, que recibieron el nombre de *neutrodinos*.

Philips Ibérica popularizó en nuestro país especialmente durante la década de los 30, receptores de radiofrecuencia sintonizada, que la marca denominó *a superinductancia*. Los modelos 620 A y 630 A, así como el 820 A y 830 A aparecidos en el mercado alemán en 1932, y poco después en España tienen éstas características:

[418] VAN VALKENBURGH, NOOGER & NEVILLE. *Electrónica básica.* Vol. 5. Ed. Bell. Buenos Aires. 1958.

1. Incluyen cinco válvulas: un doble diodo como rectificador en la fuente de alimentación, un triodo y un tetrodo en la sección amplificadora de baja frecuencia, y dos tetrodos en los amplificadores sintonizados.

2. Disponen de entrada de phono, dos tomas de antena (para estaciones locales y distantes) y una de tierra.

3. La sintonía se realiza con un único mando, que a su vez sirve como conmutador de ondas deslizante OL/OM.

4. El control de volumen se lleva a cabo a través de un potenciómetro con interruptor.

Ambos receptores difieren exclusivamente en su diseño externo y en el diámetro del altavoz. El segundo de ellos, el 830 A, es de los denominados *de capilla* mientras el 820 A es de caja ortoédrica. El dial incluye una escala doble milimétrica, sin indicación del nombre de las estaciones, calibrada en metros.

Ese mismo año apareció el modelo 636 A, distinto del 830 A en su apariencia externa, en el sistema de sintonía por engranajes, número de válvulas y por incluir un tándem cuádruple y un control de sensibilidad.

Un año después, aparecieron en España nuevos modelos de la misma marca, en versiones para corriente alterna (824 A y 834 A) y los correspondientes de alimentación indistinta, así como el 630 C, el 640 A y el 836 A. Todos ellos alcanzaron una gran popularidad.

Los dos primeros son modificaciones de los 820 A y 830 A (el 834 A es igualmente de los denominados *de capilla*) aunque de apariencia externa más avanzado, y con importantes mejoras en su diseño, como la incorporación de

altavoces dinámicos, en lugar de los magnéticos de los modelos anteriores y empleo de válvulas blindadas. El 640 A y el 630 A y C son de los denominados*tombstone*[419].

8.2. ANÁLISIS TÉCNICO Y PRUEBA DE LOS RECEPTORES DE RADIOFRECUENCIA SINTONIZADA.

A la vista de las informaciones sobre los receptores de radiofrecuencia sintonizada analizadas en la bibliografía especializada consultada, se ha procedido a la puesta a punto y prueba de algunos receptores de éste tipo procedentes de distintas colecciones privadas y de la colección de receptores del autor[420]. Con todas las reservas derivadas del evidente deterioro de los materiales originales y de las características de los actuales emisores, mucho más perfeccionados y potentes que los de antaño. De dicho análisis se han obtenido los siguientes resultados:

1. Los receptores de radiofrecuencia sintonizada presentan una buena calidad de reproducción musical en relación con los receptores superheterodinos, como consecuencia de que no existen las limitaciones de la anchura de banda que impone el circuito superheterodino.

2. Una consecuencia derivada de esta gran anchura de banda es que su selectividad se ve mermada de forma considerable. Por esta razón precisan una gran separación entre dos estaciones contiguas para poder sintonizarlas sin solapamiento entre ellas.

3. Ante estaciones locales de gran potencia, no es posible emplear una antena exterior, pues ésta interfiere en prácticamente toda la banda de

[419] Documentación original Philips.

[420] En este caso no se ha procedido al montaje de un receptor de estas características ante la imposibilidad de localizar materiales originales que produjesen resultados satisfactorios.

onda media. Para evitarlo es necesario intercalar en el circuito de antena un *eliminador de la estación local* comercializado en su momento que atenúe las ondas de frecuencia próxima a la de tal estación.

4. En las ciudades con más de una estación local en onda media éstas se interfieren cuando están próximas en el dial e impiden la sintonía de estaciones distantes.

5. Resultan especialmente inestables en la banda de onda corta, y la sintonía en esta banda es muy crítica.

6. Sólo funcionan de manera aceptable cuando los circuitos sintonizados en cascada están perfectamente ajustados a los valores recomendados por el fabricante.

7. La escala micrométrica no es exacta. Es posible sintonizar las estaciones distantes en OL y OM en un margen relativamente amplio que hace inoperante un milimetrado tan exacto. Ello esta en oposición con lo anunciado por la publicidad de éstos receptores en la época de su comercialización. En ella se insistía en la estricta precisión de tal escala a la hora de sintonizar, hasta el punto de que se publicaban enormes listados en los que se indicaban los puntos exactos de sintonía de las distintas estaciones existentes en el momento.

8. El volumen es difícil de controlar en aquellos receptores cuyo potenciómetro no actuaba sobre la etapa de audio, sino en la etapa detectora, variando la sensibilidad del receptor, ya que el receptor o bien casi enmudece o alcanza un volumen sonoro excesivo de manera irregular al girar el eje del potenciómetro.

9. Por su diseño especialmente blindado, con bobinas de diseño muy exacto y con materiales específicos, este tipo de receptores no puede ser montado directamente por aficionados, a diferencia de lo que ocurría con otros tipos de aparatos de radio como son los de primera y segunda generación.

10. Finalmente, destacar la ausencia de silbidos y la escasa presencia de ruidos parásitos procedentes de la red de alimentación, produciendo una buena audición con antena interior en lugares donde los superheterodinos no tienen una buena respuesta debido tales interferencias.

Los resultados del análisis de los receptores de radiofrecuencia sintonizada se resumen en las tablas siguientes:

Tabla 35. Estaciones sintonizadas con receptores de RFS desde Madrid.

Estación	Observaciones
RNE 1 ionosférica	Desvanecimiento
RNE 5 Todo Noticias Toledo	Audición débil exclusivamente durante las horas diurnas.
Onda Cero Toledo	Audición muy débil durante las horas diurnas.
COPE Madrid	Excelente señal
Radio España	Interfiere con Radio Intercontinental si se utiliza antena exterior
Radio Intercontinental	Interfiere con Radio España si se utiliza antena exterior
Radio Madrid	Excelente señal
RNE 5 Todo Noticias Madrid	Audición aceptablemente potente
RNE 1 Madrid	Excelente señal

Tabla 36. Estaciones sintonizadas con receptores de RFS desde Murcia.

Estación	Observaciones
RNE 1 ionosférica	Nivel aceptable, con desvanecimiento
Radio Cartagena	Nivel medio. Desvanecimiento nocturno
Radio Elche	Nivel bajo. Desaparece al anochecer
Radio Murcia	Excelente señal
RNE 5 Todo Noticias Cartagena	Buen nivel durante el día. Ligero desvanecimiento nocturno
Radio Alicante	Señal aceptable durante el día. Desvanecimiento nocturno
RNE 5 Todo Noticias Alicante	Señal débil durante el día. Desvanecimiento nocturno
COPE Alicante	Señal débil durante el día. Desvanecimiento nocturno. Interferida por RNE 1 Murcia
RNE 1 Murcia	Excelente señal. Interfiere en toda la banda si se utiliza antena exterior
RNE 1 Alicante	Señal débil durante el día
COPE Murcia	Buen nivel de señal
RNE 5 Murcia	Excelente señal
Rabat	Ligeramente interferida por RNE 5 T.N. Murcia
Argel Chaîne 3 (OL 254 kHz)	Buen sonido, incluso en horas nocturnas

La escasa selectividad de este tipo de receptores se ponía de manifiesto especialmente en localidades con varias estaciones potentes escasamente separadas en el dial. Philips comercializó un dispositivo periférico denominado *preselector* con el fin de eliminar en parte las estaciones interferentes, o bien de incrementar la señal de estaciones de menor potencia, como se analiza en el capítulo correspondiente el presente trabajo.

Los receptores de radiofrecuencia sintonizada dejaron paso definitivamente a los receptores superheterodinos, una vez superados todos los problemas iniciales de éstos. Philips Ibérica, pese a sus campañas anteriores en favor de los receptores *a superinductancia* y en contra del superheterodino, cedió a las presiones del mercado y comenzó el montaje de éste otro tipo de receptores a principio de la década de los 40.

CAPÍTULO 9. TERCERA GENERACIÓN (II): LOS SUPERHETERODINOS.

De acuerdo con la tipología propuesta, dentro de los receptores de tercera generación, en la categoría de los que se han denominado receptores amplificados con cambio de frecuencia, se incluyen los receptores *heterodinos* y principalmente los *superheterodinos*.

9.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA.

Tras la invención del circuito *autodino* de Round, durante la Primera Guerra Mundial surgieron los receptores *heterodino*s. Hasta ese momento, los esfuerzos de los técnicos iban encaminados a la obtención de receptores de gran amplificación para señales de radio débiles de frecuencias comprendidas entre 500 y 3000 kHz por ser éstas las que se utilizan en aquél momento en radiotelegrafía.

Lucien Levy[421], el 4 de agosto de 1917, fue el primero en patentar un circuito *heterodino* destinado únicamente a la recepción de señales telegráficas, empleando dos válvulas triodo. Un año más tarde, el 1 de octubre de 1918 patentó un nuevo circuito heterodino, en esta ocasión con nueve válvulas triodo.

Schottky en Alemania y Armstrong en Estados Unidos, trabajando simultáneamente en 1918, establecieron el primer circuito *heterodino* con el fin de resolver los problemas planteados por los receptores radiotelegráficos comercializados hasta el momento. Schottky fue el primero que concibió el receptor

[421] También figura en la bibliografía como Lévi.

heterodino como tal en junio de 1918. No obstante, la patente de aplicación corresponde a Armstrong unos meses mas tarde.

Tras la Primera Guerra Mundial se detuvo el desarrollo del *heterodino*, al desaparecer las necesidades apremiantes de la guerra. Es preciso considerar que el número de estaciones de radiodifusión sonora es entonces muy reducido y todas ellas en general tienen una gran potencia por lo que no se producían fenómenos de interferencia.

En 1921 de nuevo se comenzó a hablar del *heterodino* con motivo de los enlaces que realizaron los radioaficionados de Europa con los de América, haciendo uso de ondas más cortas que las empleadas en radiodifusión. Con tal fin, se utilizó un *heterodino* con un valor de frecuencia intermedia próximo a los 100 kHz.

En un principio, el nuevo receptor no tuvo gran popularidad por varias razones, de las que destacan esencialmente las tres siguientes:

1. El hecho de tener mayor número de válvulas que los receptores de radiofrecuencia sintonizada preexistentes.

2. La dificultad de alimentar los filamentos de las siete u ocho válvulas con baterías, debido a su elevado consumo.

3. Los problemas derivados del ajuste crítico de los circuitos de éste tipo de receptores, así como la dificultad de su sintonización con mandos múltiples. Los primeros heterodinos, fabricados entre 1918 y 1928 están provistos de dos o más controles a tal fin[422].

[422] Uno de ellos actuaba sobre el condensador variable del circuito de entrada y los demás variaban la frecuencia del oscilador interno hasta conseguir la sintonía más perfecta posible.

Para subsanar tales inconvenientes comenzaron los trabajos destinados a reducir al máximo el número de válvulas de los *heterodino*s y a simplificar su manejo. De este modo surgieron otros diseños de receptores:

1. El heterodino armónico de Houck, de 1923 con una única válvula en la etapa cambiadora de frecuencia.

2. El tropodino también con una sola válvula conversora a reacción.

3. El circuito reflex de Armstrong en el que la primera válvula actuaba simultáneamente como amplificadora de alta frecuencia y de frecuencia intermedia.

4. Finalmente el infradino de Green, de 1926 en el que la frecuencia intermedia es igual a la suma de las frecuencias recibida y local.

Precisamente en 1926 comenzó a utilizarse el *heterodino* en América por la necesidad que surgió de emplear receptores muy selectivos que pudieran captan gran número de estaciones, debido al incremento constante del número y potencia de éstas. Al desarrollo del *heterodino* contribuyó además la aparición en el mercado de las *válvulas de bajo consumo* que eliminaba las limitaciones impuestas por el elevado consumo de batería de sus predecesoras.

La extensión de este tipo de aparatos experimentó un nuevo retroceso en 1927 con la llegada de las válvulas *rejilla-pantalla* o *tetrodo* que, adaptadas a los receptores amplificados sin cambio de frecuencia, permitían realizar amplificaciones de muy altas frecuencias de manera estable, empleando un único mando para la sintonización y con gran ganancia.

Aquellos heterodinos presentaban ajustes especialmente críticos en tramos en los cuales la diferencia entre la frecuencia de la estación sintonizada y la del oscilador local era grande. Ello favoreció temporalmente de nuevo el empleo de

receptores de amplificación sin cambio de frecuencia en lugares sin excesivo número de estaciones, pues la selectividad de éstos resultaba escasa en zonas donde el número de estaciones potentes sintonizables es muy elevado.

Otros problemas inherentes a los primeros *heterodinos* - de los que destaca la sintonía de una misma estación potente en dos puntos distintos del dial - contribuyeron a disminuir su expansión.

Todos los inconvenientes anteriores se fueron resolviendo de forma paulatina:

1. La complejidad del empleo de varios mandos para la sintonía se subsanó con la aparición de circuitos de sintonía simplificados hasta conseguir el denominado *mando único* o *monocontrol*.

2. Se varió el valor de la frecuencia intermedia, que antes de 1928 era del orden de 40 a 50 kHz, aumentándola hasta los 450 o 475 kHz con el fin de evitar la aparición de *frecuencias imagen*[423].

3. Se mejoró la calidad sonora, sacrificada en los receptores anteriores en aras de la selectividad.

Como consecuencia de todo lo anterior, el receptor superheterodino aumentó su difusión por todo el mundo.

Su adopción en Europa se retrasó notablemente respecto a América, ya que perece ser que con los receptores de amplificación directa de las señales de radiofrecuencia se obtenían buenos resultados, debido a la escasez de estaciones y a la escasa potencia de éstas.

---

[423] RAVALICO, D.: *El superheterodino moderno*. Versión castellana de Francisco J. D'Agostino. Eds. Radio News. Buenos Aires. 1937. p. 47.

En los primeros años de la década de los 30 se produjo un nuevo e importante aumento en el número de estaciones europeas y ello supuso un gran incremento en las ventas de receptores *heterodino*s, ya que éstos eran más selectivos pese a ser de coste superior al de los receptores de amplificación de radiofrecuencia con el mismo número de válvulas.

En 1933 el desplazamiento de los receptores de amplificación directa por los *heterodino*s en Europa puede afirmarse que ya era total, pues con las nuevas válvulas multielectrodo pudieron diseñarse *heterodino*s de tres y cuatro válvulas de precio reducido[424].

Al respecto, en 1964 Lagoma afirmó que, tanto los aparatos a reacción como los de amplificación directa, podían suponerse completamente caducados, pues los primeros fueron prohibidos oficialmente debido a los efectos de la radiación sobre la antena que empleaban y el subsiguiente efecto sobre los receptores próximos, y los de amplificación directa por no presentar una selectividad suficiente ni una amplificación lineal para todas las frecuencias, a la vez que necesitan un número excesivamente elevado de válvulas y dispositivos de control para obtener resultados aceptable[425].

Fueron los fabricantes que comenzaron a incorporar este tipo de circuito a sus receptores quienes añadieron el prefijo “super” con fines meramente comerciales.

---

[424] LAVID: *"Principio fundamental del receptor superheterodino".* Radioelectricidad. Mayo 1932 p. 31.

[425] LAGOMA, A.: O.C. p. 149.

El diseño fue tan extendido que hoy en día el *superheterodino* es la base de los circuitos actuales en receptores de Modulación de Amplitud y Modulación de Frecuencia[426].

Los primeros superheterodinos comerciales fueron producidos por la firma norteamericana RCA, concretamente el modelo AR-812, y poco después por Radiola con el Super VIII.

9.2. FUNDAMENTOS TÉCNICOS DEL SUPERHETERODINO.

El superheterodino es un sistema de recepción de señales de radio basado en el heterodinaje de ondas electromagnéticas.

Heterodinación es un proceso , consistente en la superposición de dos ondas de frecuencias diferentes, aunque próximas entre sí, para obtener una única onda de amplitud modulada a una frecuencia, denominada *frecuencia heterodina*, cuyo valor es igual a la diferencia de las frecuencias de las ondas que se combinan. Tal fenómeno se produce tanto si las ondas que se mezclan son de alta como de baja frecuencia siempre y cuando sus frecuencias no sean muy diferentes entre sí.

En el caso del receptor superheterodino, la heterodinación se produce combinando dos oscilaciones de alta frecuencia:

1. Una procedente del emisor, que es captada por la antena del receptor y sintonizada por éste.

[426] CARR, J.: O.C. p. 63.

2. Otra generada por el mismo receptor mediante el denominado *oscilador local*.

La frecuencia resultante de ambas o *frecuencia intermedia* tiene la peculiaridad de ser siempre constante. Ello exige un ajuste de los circuitos del receptor de forma que la frecuencia generada por el oscilador local varíe de acuerdo con la frecuencia de la estación sintonizada, de manera que la suma o la diferencia entre ellas tenga siempre el mismo valor.

Por razones de índole práctico derivadas del diseño y estabilidad de los circuitos, se emplea como frecuencia intermedia solamente la *diferencia* de frecuencias como frecuencia intermedia.

✍ Si el receptor debe sintonizar estaciones de la banda de onda media, comprendidas entre 550 y 1500 kHz, y la frecuencia intermedia elegida es de 175 kHz. En este caso el oscilador local del receptor debe ajustarse para que la frecuencia que genere se encuentre entre 550 - 175 = 725 kHz, y 1500 + 175 = 1675 kHz, a fin de que la diferencia entre ambas sea de 175 kHz[427].

Una vez obtenida esta señal de *frecuencia intermedia* debe amplificarse, es decir, aumentar su amplitud conservando su frecuencia, y finalmente debe modificarse nuevamente su frecuencia hasta hacerla audible y nuevamente inyectada

[427] El valor de la frecuencia intermedia puede tomar tres gamas de valores:

- Entre 100 y 200 kHz.
- Entre 200 y 600 kHz.
- Entre 600 y 2000 kHz.

a un amplificador de audio y aplicadas a un altavoz. Por ello, el superheterodino realiza una doble conversión de frecuencia[428].

9.3. BLOQUES DEL SUPERHETERODINO.

La clave de funcionamiento del superheterodino es la conversión de una señal de radiodifusión o de *radiofrecuencia* en una señal de frecuencia intermedia mediante la mezcla con una señal generada por el oscilador local cuya frecuencia se produce en el interior del receptor.

Con el fin de simplificar el análisis del receptor superheterodino, se establecen siete bloques o etapas en función del tipo de ondas o corrientes alternas que circulan por cada una de ellas:

1. Etapa *amplificadora de radiofrecuencia*.
2. Etapa *osciladora local.*
3. Etapa de *heterodinación*.
4. Etapa *amplificadora de frecuencia intermedia*.
5. Etapa de *detección*.
6. Etapa *amplificadora de baja frecuencia*.
7. Etapa de *alimentación.*

✍ En un superheterodino, la señal procedente de la antena una vez sintonizada se inyecta en la *etapa amplificadora de*

[428] LAVID : *"El receptor superheterodino"*. Radioelectricidad. Mayo 1942 p. 28.

radiofrecuencia, denominada por otros autores *bloque amplificador de radiofrecuencia* y *preselector*.

- La *etapa osciladora*, también denominada en ocasiones *oscilador local* y *etapa osciladora* genera una corriente de frecuencia variable, que se combina con la anterior en la *etapa de heterodinación*, vulgarmente conocida como *mezcladora* y *etapa mezcladora*.

- La onda de frecuencia heterodina resultante se amplifica en *la etapa amplificadora de frecuencia intermedia* mediante circuitos resonantes ajustados a dicha frecuencia.

- La señal procedente de la *etapa amplificadora* de frecuencia intermedia se detecta en la etapa de detección, de la cual se extrae una señal de audiofrecuencia.

- La señal de audiofrecuencia se inyecta finalmente a la *etapa amplificadora de baja frecuencia* y de ésta al altavoz[429].

[429] CARR, J.: O.C. p. 15 a 17.

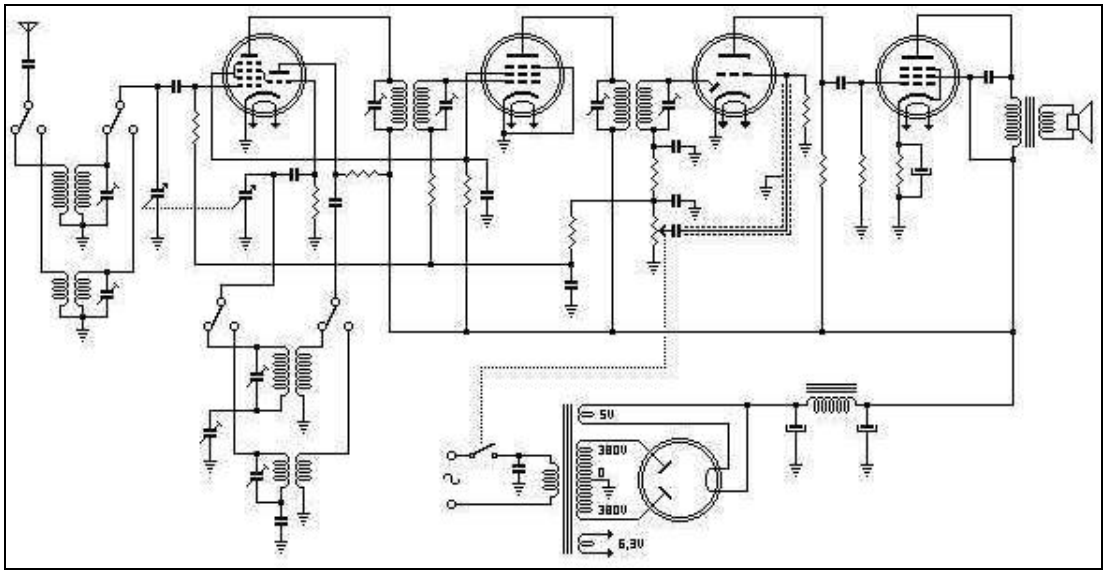


Fig. 142. Esquema básico del superheterodino de cinco válvulas múltiples[430].

Algunos autores consideran que el superheterodino debe su denominación que incorpora dos etapas de heterodinaje:

1. La correspondiente a la mezcla de la onda de radiodifusión con la generada por el oscilador local, que denominan *primera etapa cambiadora*.

2. La etapa responsable de cambio de la frecuencia intermedia a la frecuencia de audio o *segunda etapa cambiadora*[431].

[430] Diseño de José Luis Villabona Hórreo.

[431] LAVID: O.C. p. 30.

9.4. TIPOS DE RECEPTORES SUPERHETERODINOS.

El sistema básico de clasificación de bs receptores superheterodinos, se basa en el valor que adopta su frecuencia intermedia:

1. Con frecuencia intermedia *baja* comprendida entre 100 y 200 kHz (3.000 y 1.500 metros).

2. Con frecuencia intermedia *media* comprendida entre 200 y 600 kHz (1.500 y 500 m).

3. Con frecuencia intermedia alta, comprendida entre 600 y 2.000 kHz (500 y 150 metros).

Atendiendo al valor de dicha frecuencia intermedia respecto al margen total de frecuencias cubiertas por el receptor, se establece la clasificación siguiente:

1. Receptores con frecuencia intermedia *más baja* que cualquiera de las frecuencias a recibir.

2. Receptores con frecuencia intermedia comprendida dentro de los límites extremos del margen de frecuencias cubierto por el receptor.

3. Receptores con frecuencia intermedia *más alta* que cualquiera de las que haya de sintonizar el receptor[432].

Del análisis de los esquemas de los primitivos receptores superheterodinos, se comprueba que éstos pertenecen a la primera categoría, es decir, tienen frecuencias

[432] Este tipo de receptores se diseñó solamente con carácter experimental, pues el circuito no suponía ventaja alguna respecto a los receptores de amplificación directa o de radiofrecuencia.

intermedias bajas, por ser los que más claramente muestran las ventajas de este tipo de circuitos.

En los receptores de superheterodinos, tal frecuencia intermedia es de 115 o 175 kHz en los americanos, y 110, 125, 135 o 150 kHz en los europeos, según el país de origen[433].

El resto de receptores superheterodinos posteriores se incluyen en la segunda categoría, ya que con ello se solucionan algunos de los principales problemas que surgen con el empleo de estos circuitos, sin perder las ventajas que supone el sistema.

Los valores de frecuencia intermedia más generalizados son próximos a 456, 460, 465, 468, 473 y sólo en casos especiales hasta 485 kHz, pues es necesario considerar que los receptores superheterodinos son inútiles para la recepción de señales cuya frecuencia esté comprendida dentro de una pequeña banda de frecuencias, a uno y otro lado del valor de la frecuencia intermedia, razón por la cual, una vez generalizada su utilización, las bandas de ondas reservadas a la radiodifusión sonora se ajustaron con el fin de evitar tal fenómeno[434].

---

[433] Tales diferencias son derivadas de las distintas distribuciones en el espectro radioeléctrico en uno y otro continente de las bandas reservadas a los servicios de radiodifusión, y por ello de los límites del margen de frecuencias a cubrir por el receptor. Dentro del continente europeo los distintos valores de frecuencia intermedia en los países se deben no sólo a las peculiaridades de cada fabricante, sino a la necesidad de elegir adecuadamente este valor con el fin de evitar interferencias en la recepción provocadas por los propios receptores.

[434] En otros receptores destinados a servicios distintos del de radiodifusión sonora, cuyas bandas asignadas no coinciden con las de ésta, se emplearon receptores cuya frecuencia intermedia es de 85 a 600 kHz (3529 a 500 metros) para receptores de la primera y segunda categoría respectivamente. Se diseñaron igualmente receptores superheterodinos de frecuencias intermedias del orden de 300, 400 y 500 kHz destinados a tráfico marítimo y radiogoniometría. En todos los casos esta frecuencia intermedia no caía dentro de la banda de ondas a cubrir por el receptor.

En los receptores del tercer tipo la frecuencia intermedia más usual fue del orden de 1.600 kHz (187,5 metros). Este valor se empleó en los ensayos de los primeros tiempos del receptor superheterodino en el circuito *infradino* ya mencionado.

Los superheterodinos pueden tener más de un valor para la frecuencia intermedia, aunque los receptores más usuales sólo tienen uno, pudiendo llegar a tener dos o tres, especialmente aquellos que cubrían las gamas de onda corta, media y larga en los que se deseaba obtener el máximo rendimiento en cada una de las bandas. En todos ellos, la frecuencia intermedia es siempre *más baja* que cualquiera de las recibidas, con el fin de obtener las máximas ventajas del cambio de frecuencia[435].

Hasta el descubrimiento de las válvulas multielectrodo, los superheterodinos únicamente incorporaron válvulas diodo y triodo en sus distintas etapas. Las válvulas multielectrodo simplificaron notoriamente su diseño.

Los receptores superheterodinos más difundidos incorporaban cinco válvulas:

1. Una encargada de efectuar el cambio de frecuencia en la que se ha llamado *etapa de heterodinación*, denominada *válvula conversora* que suele actuar simultáneamente como amplificadora de alta frecuencia

2. Otra responsable de amplificar la frecuencia intermedia o *válvula amplificadora de frecuencia intermedia*.

[435] LAVID: *"Ventajas del receptor superheterodino"*. Radioelectricidad. Junio 1941 p. 23.

3. Una tercera que efectúa la detección de la onda, denominada *válvula detectora*, que incluye en la misma ampolla la válvula amplificadora de tensión del primer paso de baja frecuencia

4. La cuarta válvula es la *amplificadora de baja frecuencia, válvula final* o de salida de baja frecuencia

5. Finalmente, una quinta válvula encargada de rectificar la corriente de red (en receptores conectados a ésta) en la etapa de alimentación, la *rectificadora*, que algunos receptores más modernos sustituyeron por rectificadores o diodos.

Tal distribución es variable en función de la calidad y precio del receptor. Así, se han localizado receptores superheterodinos que amplían el número de válvulas de sus diferentes bloques con dos fines fundamentales:

1. Mejorar la calidad y potencia sonora del receptor. Con este fin se diseñaron etapas amplificadoras con dos válvulas de salida dispuestas en paralelo o trabajando en contrafase, así como posteriormente los amplificadores de dos canales para la recepción de FM estéreo.

2. Aumentar la sensibilidad. Para ello se añadían etapas previas a la conversora en las que se efectuaba la amplificación de radiofrecuencia, así como los indicadores electrónicos de sintonía u *ojos mágicos* cuya presencia en los receptores es muy considerada por el público más exigente de la época a la hora de adquirir un receptor de alta calidad.

La incorporación de la Modulación de Frecuencia supuso una importante modificación de los esquemas básicos de los radiorreceptores de éste tipo, que llevó a la inclusión de válvulas de diseño específico para el nuevo sistema de transmisión, como las EABC 80 y UABC 80, empleadas en receptores mixtos, capaces de

funcionar tanto en Modulación de Amplitud (AM) como en Modulación de Frecuencia (FM).

- Este tipo de aparatos utiliza una misma etapa de alimentación para la recepción en AM y FM, y un único amplificador de baja frecuencia, aunque las etapas de alta frecuencia y de frecuencia intermedia son independientes para uno y otro tipo de recepción, interconectadas por un conmutador. En general los bobinados de frecuencia intermedia de las dos etapas iban dispuestos en un mismo bote de aluminio y el sintonizador pasó de ser independiente a tener común el condensador de variable de sintonía, en el que se incluyen dos secciones de placas independientes, con el fin de permitir el mando único para las dos bandas.

- Es preciso destacar igualmente que con el fin de obtener una respuesta de frecuencia de audio más adecuada, los receptores con FM incorporaban una etapa de baja frecuencia mejorada con el fin de permitir que el rango de frecuencias amplificadas fuese más amplio, especialmente en la gama alta, incluso en su caso, la reproducción estereofónica.

9.5. FENÓMENOS RELATIVOS A LA HETERODINACIÓN.

Aunque el principio de la heterodinación es aplicable tanto a los receptores de AM como a los de FM e incluso a los de televisión, el presente estudio se limitará en principio al superheterodino de AM.

Estos receptores consiguen una elevada selectividad como consecuencia de un conjunto de amplificadores selectivos de los que forman parte como elemento

esencial los denominados *circuitos resonantes* integrados fundamentalmente por condensadores y bobinas o *inductancias*.

De las distintas etapas que integran un superheterodino, tan solo la etapa selectora y el amplificador de frecuencia intermedia contribuyen a su elevada selectividad, integrando lo que algunos autores denominan *amplificador selectivo*, cuya propiedad fundamental es la de aumentar únicamente la amplitud de las señales solamente cuando éstas tienen una determinada frecuencia (la frecuencia intermedia en este caso).

Para su estudio es preciso considerar que la ganancia de tensión que puede obtenerse de una válvula termoiónica depende esencialmente de la resistencia de carga que se intercala entre el polo positivo de alta tensión y la placa de dicha válvula, de tal forma que a una resistencia de carga nula le corresponde una ganancia también nula, mientras que a una resistencia infinita, se corresponde una ganancia igualmente infinita.

Si se intercala un circuito resonante LC en paralelo como resistencia de carga, la ganancia es máxima para las señales cuya frecuencia coincida con la de resonancia de dicho circuito, ya que éste presenta la máxima impedancia y con ello se obtiene la máxima oposición al paso de tal corriente. Por el contrario, para frecuencias distintas de la de resonancia, disminuye la impedancia del circuito y por tanto también la ganancia, que puede llegar a ser menor que la unidad, es decir, a la salida, las señales pueden tener menor amplitud que a la entrada.

Si el condensador que forma parte del circuito resonante se hace variable, es posible elegir a voluntad la frecuencia de las señales que serán amplificadas por éste dispositivo al cambiar la frecuencia de resonancia del circuito LC.

Con el fin de establecer el nivel de selectividad de un receptor, se emplea el concepto de *ancho de banda* aplicado a los circuitos LC.

Ancho de banda es la diferencia que existe entre las frecuencias más altas y más bajas en las que la ganancia se mantiene por encima del 70,7% de la ganancia máxima.

En los primitivos superheterodinos se emplearon válvulas triodo exclusivamente. Ello conllevaba una reducción de la selectividad como consecuencia de la aparición de las denominadas *capacidades parásitas* entre placa y rejilla generadoras de realimentaciones positivas que hacían que el circuito fuese inestable. Tal dificultad se subsanó definitivamente con la aparición y posterior incorporación de las válvulas pentodo, que entre otras ventajas, presentaban una resistencia interna muy superior a la del triodo.

En el superheterodino las señales recibidas en el circuito de antena son transformadas en otra señal de frecuencia intermedia en el denominado paso o *etapa conversora* o *mezcladora*, que junto con la etapa amplificadora de frecuencia intermedia constituyen la esencia de éste tipo de receptores.

En esta etapa conversora se superponen las ondas captadas por la antena con las producidas por un oscilador contenido en el receptor que se denomina *oscilador local*. Tal oscilador debe generar una frecuencia variable de manera que la diferencia entre la frecuencia de la estación sintonizada y la generada por oscilador local adquiera un valor constante e igual a la frecuencia intermedia del receptor a la que están ajustadas las siguientes etapas amplificadoras de éste.

La señal que se pretende sintonizar queda así convertida, cualquiera que sea su frecuencia, en otra señal de frecuencia más baja y siempre constante, denominada *frecuencia intermedia*. Esta señal está modulada de la misma forma que la señal de entrada y se amplifica convenientemente en un amplificador denominado *de*

frecuencia intermedia, que está formado por varios pasos sintonizados entre sí, y posteriormente se detecta.

Debido a que el amplificador de frecuencia intermedia tiene los distintos pasos ajustados a una única frecuencia, no existen los inconvenientes del receptor de radiofrecuencia sintonizada, ya que precisan un único ajuste o *alineación* y además desaparecen los problemas derivados de la inestabilidad de los circuitos debido a que la frecuencia intermedia es de valor inferior a las correspondientes frecuencias de radiodifusión.

En el caso de la recepción de estaciones de onda media en Madrid en un receptor cuya frecuencia intermedia sea de 450 kHz, la frecuencia generada en cada caso por el oscilador local será la indicada en la tabla siguiente:

Tabla 37. Frecuencias generadas por el oscilador local de un superheterodino al sintonizar las emisoras de Onda Media de Madrid.

Estación	Frecuencia de emisión (kHz)	Frecuencia del oscilador local	fo - fe
RNE 1 (ionosférica)	1.359	1.809	450
Cadena COPE	999	1.449	450
R. España	954	1.404	450
R. Intercontinental	918	1.368	450
Cadena SER	810	1.260	450
RNE 5 todo noticias	657	1.107	450
RNE 1	585	1.035	450

En el receptor superheterodino es pues necesario ir variando la frecuencia generada por el oscilador local de acuerdo con la frecuencia a recibir, de manera que la resultante tenga siempre el valor de la frecuencia intermedia a la que el receptor está ajustado por construcción.

Considerando que la gama de frecuencias de ondas medias tradicional iba de 500 a 1.500 kHz aproximadamente, la frecuencia del oscilador local variará entre 950 y 1.950 kHz o entre 50 y 1.050 kHz con el fin de que la diferencia correspondiente permaneciese constante e igual a 450 kHz. Por razones técnicas se opta por el rango de frecuencias más elevado que las correspondientes frecuencias de la banda a sintonizar.

En la gama de onda media la variación de la señal generada por el oscilador local varía aproximadamente en proporción 1:3 en tanto que la gama de ondas a sintonizar la proporción es de 1:2. Ello conlleva que la capacidad del condensador de oscilación debe cambiar en proporción 1:9 mientras que en el de sintonía sólo será de 1: 4 aproximadamente.

Un estudio similar para la gama de ondas medias y cortas de un receptor típico de cinco bandas como es el Telefunken Fono 967 lleva a los siguientes resultados:

Tabla 38. Relación entre los cambios de frecuencia y las capacidades de los circuitos de sintonía y oscilación en un receptor superheterodino Telefunken Fono 967.

Gama de frecuencias (kHz)	Variación de frecuencia de la señal de entrada	Variación de la capacidad del condensador de sintonía	Gama de frecuencias del oscilador (kHz)	Variaciones de la frecuencia del oscilador	Variación de la capacidad del condensador de oscilación.
530 - 1.550	1 : 2,9	1 : 8,7	980 - 2.000	1 : 2,0	1 : 4,0
5.803 - 8.499	1 : 1,5	1 : 4,5	6.253 - 8.949	1 : 1,4	1 : 2,8
8.197 - 11.407	1 : 1,4	1 : 3,9	8.647 - 11.857	1 : 1,4	1 : 2,8
10.989 - 14.354	1 : 1,3	1 : 3,9	11.439 - 14.804	1 : 1,3	1 : 2,6
13.825 - 18.072	1 : 1,3	1 : 3,9	14.275 - 18.522	1 : 1,3	1 : 2,6

De los datos anteriores se deduce que, especialmente en la gama de ondas medias, es preciso una gran diferencia entre las variaciones de la capacidad del circuito oscilador y del circuito de sintonía.

Los superheterodinos modernos se sintonizan en general mediante un único mando. Los distintos condensadores variables van montados sobre un mismo eje, y ello supuso en principio una gran dificultad a superar, ya que las correspondientes curvas de capacidad de ambos condensadores en principio deberían ser distintas. Tal dificultad podría subsanarse empleando dos condensadores de distinta sección y configuración de placas, pero en cada gama de frecuencia sería necesario un condensador distinto, y en consecuencia el usuario debería accionar un segundo mando.

La solución definitiva supuso el empleo de bobinas de sintonía con las que la frecuencia del oscilador, en el centro de la gama de frecuencias, fuese aproximadamente igual a la suma de la frecuencia intermedia más la frecuencia de la señal de entrada.

En el punto central, los circuitos del oscilador y de alta frecuencia funcionarían a la par, de manera que la diferencia entre las frecuencias coincidiría con el valor de la frecuencia intermedia, pero a ambos lados de éste punto, las variaciones en la capacidad del condensador serían excesivamente grandes, y hacia la derecha, excesivamente pequeñas.

- Con el fin de evitar el primero de los inconvenientes, se colocó un condensador en serie de aproximadamente 1.400 pF. Tal valor apenas influye en la gama de ondas cortas, en las que produce variaciones en torno al 7%.

- El segundo de los inconvenientes quedo subsanado colocando un condensador suplementario ajustable en paralelo de

aproximadamente 40 pF que se denomina *de alineación o de ajuste.* Este condensador influye igualmente en el valor de la capacidad total en las demás posiciones del condensador variable, aunque tal influencia es despreciable a medida que aumenta la capacidad del condensador variable.

No obstante, es preciso tener en cuenta, siempre según el ejemplo propuesto, que para una estación que transmitiese en una frecuencia de 1.314 kHz, simétrica de la correspondiente a RNE 5 precisaría una frecuencia generada por el oscilador local de 1.107 kHz igualmente, por lo que ambas estaciones se superpondrían, hecho en principio indeseable. A tal frecuencia se le denomina *frecuencia imagen* y el receptor debe disponer de dispositivos que impidan su aparición.

- Ya que el circuito de sintonía debilita toda señal cuya frecuencia no corresponda a su frecuencia de resonancia, tal disminución se hace más evidente al aumentar la desviación de la frecuencia respecto a la de resonancia.

- Si se tiene en cuenta que la diferencia entre la frecuencia deseada y su imagen es igual a dos veces la frecuencia intermedia del receptor, bastará con seleccionar una elevada frecuencia intermedia para producir este efecto de manera marcada. Por ello, los superheterodinos se ajustaron a frecuencias intermedias comprendidas entre 450 y 600 kHz, frente a los antiguos que en la mayoría de los casos funcionaban con una frecuencia intermedia comprendida entre los 110 y 150 kHz.

Otros obstáculos que debieron superar los primeros superheterodinos fueron los derivados de la aparición de armónicos de la frecuencia intermedia, susceptibles de ser amplificados igualmente[436].

En el caso propuesto, cuando la frecuencia del oscilador local es de 1.107 kHz, si consigue sintonizar una señal de 882 kHz, la diferencia entre ambas es de 225 kHz, mitad del valor de la frecuencia intermedia, por lo que la señal de 882 kHz será igualmente amplificada junto con la de 657 kHz. Son las denominadas *perturbaciones parásitas*.

Igualmente indeseables son las perturbaciones producidas cuando llegan al paso detector dos señales cuyas frecuencias sumadas igualan a la frecuencia intermedia.

Finalmente, en determinados puntos del dial, en los aparatos con cambio de frecuencia, solían producirse silbidos correspondientes a sonidos de alta frecuencia, producidos por la heterodinación entre las frecuencias portadoras de señales indeseables y sus armónicos con la oscilación local.

Las sucesivas modificaciones de los circuitos que integran los receptores superheterodinos fueron encaminadas básicamente a la eliminación de tales alteraciones, seleccionando la frecuencia intermedia más adecuada, y diseñando etapas de preselección de la señal recibida que impedían la heterodinación de las señales no deseadas.

Hasta 1933 era necesario utilizar dos válvulas para efectuar el cambio o conversión de frecuencia. A la primera de ellas llegaban las oscilaciones de entrada,

[436] Los armónicos son ondas de frecuencia múltiple y mayor que la fundamental. De esta manera, el segundo armónico se obtiene multiplicando la frecuencia por dos, el tercero por tres y así sucesivamente.

en tanto que la segunda solamente tenía como misión producir las corrientes de frecuencia superior. Las dos frecuencias se acoplaban exteriormente.

Con posterioridad, se combinaron las dos válvulas en una sola como resultado de lo cual surgió la válvula de cinco rejillas, denominada *pentagrilla* o *heptodo* y posteriormente el *octodo* o válvula con seis rejillas, aplicables a los receptores capaces de recibir ondas cortas, medias y largas, que autores como Ravalico denominan *aparatos plurionda*.

- Con el fin de eliminar la frecuencia imagen, se emplearon frecuencias intermedias de valor elevado, tanto más cuanto mayor sea la frecuencia de la onda a recibir.

- Tal elección presentaba una importante desventaja derivada de la dificultad de su amplificación. Así en onda media, se recomendaron frecuencias intermedias de 130 a 450 kHz, mientras para onda corta la correspondiente es de 1.600 kHz. Este valor tan elevado de frecuencia intermedia, eliminaba cualquier peligro de interferencia por frecuencia imagen y, además, presentaba la gran ventaja de no necesitar más que un único condensador variable correspondiente a la etapa osciladora, y no precisar cambio de bobinas ni conmutador de ondas. Los receptores de este tipo se denominaron *infradinos* o receptores de gama larga.

- La frecuencia intermedia se unificó posteriormente en los receptores adaptados para la recepción de ondas largas, medias y cortas más económicos, adoptándose preferentemente la frecuencia intermedia alta, comprendida entre 465 y 560 kHz.

La sección osciladora del superheterodino genera una corriente alterna cuya frecuencia debe variar de manera que su diferencia con la de la señal sintonizada sea también una frecuencia relativamente elevada. Pero esta diferencia constante no se

obtiene sin más, sino que para ello es necesario que la válvula mezcladora a la que se aplican ambas corrientes tenga las propiedades de un detector, motivo por el que también se denomina en algunos textos especializados *primera válvula detectora*.

Como resultado de tal detección, en el circuito de ánodo de dicha válvula aparecían corrientes alternas de la misma frecuencia que las tensiones aplicadas a ella y, además, otras de frecuencias iguales a la suma y diferencia de ambas.

- Si el receptor sintoniza una señal de 1.500 kHz y la frecuencia del oscilador es de 2.000 kHz, las componentes que aparecen en el circuito anódico de la válvula moduladora tendrían las frecuencias de 1.500, 2.000, 3.500 y 500 kHz.

Con el fin de permitir el paso únicamente de la frecuencia intermedia de 500 kHz, se incluía un circuito sintonizado a tal frecuencia intermedia, con lo que la corriente alterna que aparecía a la salida de la válvula mezcladora tenía exclusivamente esta frecuencia. Esta corriente alterna ya seleccionada se encontraba modulada con la de baja frecuencia correspondiente a la estación sintonizada y era posteriormente amplificada en un amplificador adecuado, que se denominó *amplificador de frecuencia intermedia*.

La amplificación de frecuencia intermedia se llevaba a cabo en una válvula *pentodo*. Algunos receptores de gran tamaño llevaban más de una válvula amplificadora de frecuencia intermedia, cosa que no ocurría en los aparatos más pequeños.

- El superheterodino presenta una ventaja añadida respecto a los receptores de radiofrecuencia sintonizada. En él el amplificador de frecuencia intermedia permanece permanentemente sintonizado a la misma frecuencia. Ello permite obtener una adecuada sensibilidad y selectividad, de manera que conmutando la gama de

ondas del receptor, no se altera el funcionamiento del amplificador de frecuencia intermedia.

A la salida del amplificador, la señal finalmente se detecta en la válvula *detectora*, cuya misión es la de separar la baja frecuencia de la frecuencia intermedia mediante la rectificación de la corriente de oscilación. De esta forma se recupera la correspondiente corriente de baja frecuencia que debidamente amplificada se aplica al altavoz.

La válvula detectora no tuvo en principio otra misión que la *demodulación* o separación de frecuencias antes mencionada, aunque posteriormente se le asignaron dos finalidades más:

1. La amplificación de la señal de baja frecuencia.
2. La compensación automática del volumen sonoro, también denominado *control automático de volumen*, de *sensibilidad* y *antifadding*.

✍ El control automático de volumen es un sistema que recoge parte de la señal inyectada al potenciómetro de volumen y la devuelve debidamente filtrada. El proceso se lleva a cabo a través de un sistema resistencia-condensador hasta las rejillas de las válvulas precedentes, de manera que, al aumentar esta tensión, disminuye la amplificación de las válvulas y, por tanto, la intensidad sonora del receptor[437].

[437] Este sistema de control impide que una estación pueda hacer funcionar el receptor con una intensidad sonora superior a cierto nivel máximo, ya que entra inmediatamente el sistema de limitación mencionado. De esta manera se evitan grandes variaciones en el volumen sonoro al sintonizar estaciones de potencias muy diferentes.

La válvula detectora se conecta a la válvula final a través de un acoplamiento condensador-resistencia formado por un condensador y dos resistencias. En ella la señal es amplificada debidamente y transferida a la bobina móvil del altavoz a través de un transformador.

9.6. ETAPAS FUNDAMENTALES DEL SUPERHETERODINO.

Tras analizar las bases teóricas de la recepción, los fenómenos inherentes a la heterodinación y su aplicación a los receptores superheterodinos, se procede al estudio detallado de las etapas fundamentales que constituyen un receptor de estas características.

Se han elegido por su carácter esencial las etapas de entrada, de sintonía o selectora, conversora, amplificadora de frecuencia intermedia y detectora, y por el interés suscitado en su momento ante los compradores potenciales de los receptores, los que se denominan *circuitos auxiliares en los superheterodinos* como son los controles de volumen y tono, el indicador óptico de sintonía u *ojo mágico* y los distintos sistemas de conmutación de ondas.

9.6.1. La etapa selectora.

En esta etapa se engloban los circuitos encargados de recoger la señal de radiodifusión sonora captada por la antena, seleccionar una de las frecuencias, amplificarla en algunos casos y aplicarla a la entrada de la etapa siguiente para su heterodinaje.

En general, los superheterodinos de AM están dotados de dos o más bandas o gamas de onda correspondientes a la radiodifusión sonora, agrupadas en tres categorías en función de su longitud de onda:

1. Ondas largas, de 800 a 2.000 metros (gama de frecuencias de 375 a 150 kHz).

2. Ondas medias, de 186 a 568 metros (gama de frecuencias de 1.611 a 528 kHz).

3. Ondas cortas de 15 a 50 metros (gama de frecuencias de 20.000 a 6.000 kHz).

La relación de frecuencias extremas en cada gama suele ser de 1 a 3 aproximadamente. Para cada una de las gamas se incluye un juego de bobinas independientes dentro de ésta etapa de sintonía elegido de manera que, combinada con un condensador variable de capacidad máxima 500 pF, abarque una gama completa de ondas. Como después se analizará, la selección de bobinas se lleva a cabo mediante un conmutador.

Una de las características esenciales de un receptor superheterodino es su *sensibilidad*[438], y ésta se encuentra en relación directa con el número y características de las válvulas que integran la etapa selectora.

En su forma más elemental, la etapa selectora está formada por un par de bobinas devanadas sobre un mismo eje, de forma que su primario está unido al sistema antena-tierra del receptor y el secundario a un condensador variable con una de sus armaduras unida a tierra o chasis del receptor y a la rejilla de la válvula de entrada, y la otra acoplada mediante un condensador en serie al secundario de la bobina osciladora.

[438] Atendiendo a la definición internacional de sensibilidad como la tensión en microvoltios del campo electromagnético necesario para obtener a la salida de la etapa final una potencia en audiofrecuencia de 50 mV.

Mediante el condensador variable se modifica la frecuencia de resonancia del circuito secundario y se selecciona una de ellas que posteriormente es sometida al proceso de heterodinaje en la etapa siguiente.

La señal obtenida es débil. Por esta razón, los receptores de alta calidad incluyen en la etapa selectora un paso previo amplificador de radiofrecuencia encargado de aumentar la amplitud de la señal recogida a través de la antena con el fin de transmitir al bloque conversor una señal de mayor energía.

Esta sección preamplificadora se presentaba generalmente bajo dos modalidades:

1. En una de ellas, la unión entre esta etapa y la conversora se realizaba mediante un transformador, cuyo secundario debía sintonizarse a la misma frecuencia seleccionada mediante un condensador variable. Este montaje amortiguaba de manera considerable las interferencias derivadas de la aparición de frecuentas imagen y presentaba el inconveniente de necesitar un tándem de tres secciones: las dos ya mencionadas y la correspondiente a la sección osciladora.

2. Una segunda modalidad utilizaba, en lugar del transformador, un acoplamiento RC y presentaba la ventaja de emplear un tándem de tan sólo dos secciones.

El autor ha analizado una gran cantidad de receptores superheterodinos en los cuales se han añadido etapas de radiofrecuencia del segundo tipo por técnicos de la época con el fin de mejorar su sensibilidad.

- ✍ Al realizar la comparación del diseño original de un receptor Philips BE - 451 A con el mismo modelo modificado se ha comprobado una mejora sustancial. Así, con un receptor así ampliado, se ha podido sintonizar desde el sudoeste de Madrid,

sin el empleo de antena exterior, estaciones con una potencia de 5 kilovatios de Valencia, Murcia, San Sebastián, Cuenca, Burgos, Lugo y Badajoz entre las 18 y 19 h U.T.C. (coincidiendo con las desconexiones locales) durante los meses de Octubre a Marzo, mientras que con el receptor que conserva su diseño original no fue posible lograrlo.

9.6.2. La etapa conversora.

En esta etapa tiene lugar la transformación o conversión de las señales recibidas en antena en señales de frecuencia intermedia.

Del heterodinaje o *batido* de dos señales de frecuencia próxima, puede obtenerse, mediante un proceso de detección, otra señal no senoidal, de frecuencia distinta a la de las otras dos señales. El paso conversor del superheterodino se basa en este principio. Si una de las dos ondas está modulada, como es el caso de la onda de radiodifusión, la señal de batido también lo estará de la misma forma.

Los primeros receptores superheterodinos emplearon válvulas triodo que formaban parte de un oscilador sintonizado en placa o sintonizado en rejilla, en los que el triodo trabajaba como amplificador con cátodo común. También fue muy utilizado el amplificador con placa común.

En los tres casos surgieron dificultades por el empleo de las válvulas triodo como amplificadoras se señales de alta frecuencia, además de problemas derivados de radiación al exterior de señales a través de la antena del receptor, susceptibles de interferir los receptores próximos, así como fenómenos de inducción capaces de modificar la frecuencia del propio oscilador local, como consecuencia de aplicar en un mismo punto (la rejilla de la válvula) la señal de radiodifusión y la señal del oscilador.

La solución a tales problemas no llegó hasta la aparición de las válvulas con más de una rejilla. La primera que aportó una posible solución fue la válvula *pentodo*.

En una válvula pentodo, y en las válvulas multielectrodo superiores, la mezcla de señales tiene lugar directamente en el flujo electrónico, sin que los circuitos de antena y del oscilador local tengan ningún punto en común a través del cual puedan influirse siquiera mínimamente.

Pese a ello, la utilización de este tipo de válvulas suponía el empleo de señales de amplitud excesivamente elevada en la rejilla supresora, con el fin de conseguir variaciones importantes en la corriente electrónica. Tales inconvenientes derivaban de la propia forma de la rejilla supresora, formada por una malla en espiral mucho más amplia que la correspondiente rejilla de control. En realidad la válvula pentodo se comportaba como un sistema de dos triodos montados en serie.

Los inconvenientes anteriores se eliminaron añadiendo una nueva rejilla a la válvula, constituyendo de esta manera la válvula de seis electrodos o *hexodo* e incluso una rejilla más en la válvula *heptodo* que se asemeja en su funcionamiento al de un pentodo y un triodo trabajando simultáneamente. La detección se realizaba en la sección pentodo.

✍ Una válvula muy típica de los receptores de la década de los 40 es la 6A8 de la serie Octal, un heptodo que puede trabajar como oscilador-mezclador sintonizado en rejilla, o posteriormente en la década de los 50 la 6BA7 de la serie Noval, un heptodo oscilador-mezclador sintonizado en placa.

Las válvulas octodo eliminaron los fenómenos derivados de la emisión secundaria, y tuvieron un funcionamiento equiparable al de un triodo y un pentodo.

Las sucesivas innovaciones en el campo de las válvulas llevaron al diseño de nuevas válvulas de reducido tamaño en las que se incluyeron dentro de la misma ampolla la válvula osciladora y la mezcladora. Se añadieron nuevas rejillas de control, como en el caso del octodo EK 2 de la serie transcontinental. En los receptores fabricados a partir de 1950 ya aparecía la ECH 81 de la serie noval, con cátodo común a las secciones triodo y heptodo.

La inclusión de dos válvulas distintas en la misma ampolla con el objeto de ahorrar espacio y precio, permitió además importantes ventajas de orden técnico. Así, un único heptodo era capaz de realizar las funciones de oscilación y mezcla mediante un montaje exclusivamente en placa común.

En la tabla siguiente figuran las principales válvulas empleadas en la etapa osciladora-mezcladora que se han localizado en los receptores superheterodinos analizados, así como un listado de receptores superheterodinos con sus correspondientes colecciones de válvulas.

Tabla 39. Válvulas conversoras utilizadas en receptores superheterodinos.

Denominación	Zócalo	Tipo de Válvula	Marca del Receptor	Modelo
1G4	Octal	Triodo		
1H5	Octal	Triodo		
1LE3	B8G	Triodo		
1LH4	B8G	Triodo		
2AF4	B7G	Triodo		
2BN4	B7G	Triodo		
2T4	B7G	Triodo		
6A7	UX4	Heptodo	Tungsram	Ruiseñor

Denominación	Zócalo	Tipo de Válvula	Marca del Receptor	Modelo
6A8	Octal	Heptodo	R.H.A. Radio Mundial Radio Radio Watt	Armador MC-35 Super 521
ECH 41	Rimlock	Triodo-heptodo	Citra	
ECH 42	Rimlock	Triodo-heptodo	Telefunken	Concertina
ECH 81	Noval	Triodo-heptodo	Askar	AE 1221 A AE 1223 A
ECH3	Continental	Triodo-hexodo	Telefunken Tungsram Plá Hnos. Jugi Hispano-Suiza R.H.A.	Cruz del Sur Mozart Sarasate Tropical Tosca Traviata Iris Estrella 90 203 204 205 HJ-505 442 Armador Kanyón

Denominación	Zócalo	Tipo de Válvula	Marca del Receptor	Modelo
				Intepra
			R. Watt	Super 522 At
ECH4	Continental		Telefunken	Caruso
				Fono 967 A
			Tungsram	Supremo
			R. Watt	Super 521 At
ECH42	Rimlock			
HCH 81	Noval	Triodo-heptodo	Askar	612 U
				712 U
			Telefunken	Trovador
				Sonata
				Panchito
				Cariño
				Capricho
			Philips	BE 362 U
				B1E 82 U
				B1E 92 U
				BE 262 U
UCH 11	G8A	Triodo-hexodo		

Denominación	Zócalo	Tipo de Válvula	Marca del Receptor	Modelo
UCH 4	Octal	Triodo-heptodo		
UCH 41	Rimlock	Triodo-hexodo	Marconi	Q-353
UCH 5	Noval	Triodo-heptodo		
UCH 81	Noval	Triodo-heptodo	Telefunken	U-2316 FM Trovador FM
UCH42	Rimlock		Tungsram Telefunken Philips	Perla Gloria Ruiseñor Diminuto Serenata BE 252 U BE 352 U

Tabla 40. Juegos de válvulas utilizadas en receptores superheterodinos

MARCA	MODELO	REC.	FINAL	DET.	F.I.	CONV.	OJO MÁGICO
Askar	445 A	AZ 41	EL 41	EBC 41	EAF 42	ECH 42	EM 4
Askar	711 U	711 U	HL 94	HBC 90	HF 93	HCH 81	NO
Askar	AE 1221 A	UY 85	UL 84	UABC 80	EF 89	ECH 81	NO
Askar	AE 1223 A	UY 85	UL 84	UABC 80	EF 89	ECH 81	NO
Iberia	B 72	HY 90	HL 94	HBC 90	HF 93	HCH 81	NO

MARCA	MODELO	REC.	FINAL	DET.	F.I.	CONV.	OJO MÁGICO
Jugi	1.038	5Y3	El 3	Ebc 3	EF 9	ECH 3	NO
Jugi	HJ 505	80	42	75	EF 6	ECH 3	NO
Mundial Radio	MC 35	5Z4	6V6	6Q7	6K7	6A8	NO
Mundial Radio	Mignon U	UY 41	EL 41	UAF 41	UAF 41	UCH 41	NO
Optimus	203	--	EL 3	EBF 2	EF 9	ECH 3	NO
Optimus	204	--	EL 3	EBC 3	EF 9	ECH 3	NO
Optimus	205	--	EBL 1	--	ECF 1	ECH 3	NO
Optimus	53 U	--	25 L 6	6B8G	6K7	6K8	NO
Optimus	66 A	--	7D5	11D3	9D2	15D2	NO
Optimus	90	--	6L6	6Q7	6K7	ECH 3	NO
Philips	531 A	AZ 41	EL 41	EBC 41	EAF 42	ECH 42	EM 34
Philips	B 2E14 A	UY 85	UL 84	UABC 80	EF 89	ECH 81	NO
Philips	BE 252 U	UY 41	UL 41	UBC 41	UF 41	UCH 42	NO
Philips	BE 262 U	HY 90	HL 94	HBC 90	HF 93	HCH 81	NO
Philips	BE 352 U	UY 41	UL41	UBC 41	UF 41	UCH 42	NO
R.H.A.	5 EU 5	CY 2	CBL 6	EBC 3	EF 9	ECH 3	NO
R.H.A.	Armador-polystron	AZ 1	EL 3	EBC 3	EF 9	ECH 3	NO
R.H.A.	Kanyon-polystron	AZ 1	EL 3	EBC 3	EF 9	ECH 3	NO
Radio Bayona	R 223	AZ 41	EL 41	EAF 42	EAF 42	ECH 42	NO
Radio Watt	Super 522 Ac	80	42	6Q7	6D6	6A7	NO

MARCA	MODELO	REC.	FINAL	DET.	F.I.	CONV.	OJO MÁGICO
Radio Watt	Super 624 AS	5Y3	6V6	6SQ7	6SK7	6SA7	NO
Radio Watt	Super 521 Ac	80	42	6Q7	6K7	6A8	NO
Radio Watt	Super 521 Ao	5Y3	6V6	6Q7	6K7	6A8	NO
Radio Watt	Super 521 As	5Y3	6V6	6SQ7	41 AS	6SA7	NO
Radio Watt	Super 521 At	AZ 1	EL 3	EBC 3	EF 9	ECH 4	NO
Radio Watt	Super 522 Ao	5Y3	6V6	6Q7	6K7	6A8	NO
Radio Watt	Super 522 As	5Y3	6V6	6SQ7	6SK7	6SA7	NO
Radio Watt	Super 522 At	AZ 1	EL 3	EBC 3	EF 9	ECH 3	NO
Radio Watt	Super 624 Ao	5Y3	6V6	6Q7	6K7	6A8	NO
Radio Watt	Super 624 At	80	42	75	6D6	6A7	NO
Telefunken	Aida	AZ 1	EL 12	EF 9	EBF 11	ECH 11	EM 4
Telefunken	Capricho	HY 90	HL 94	HF 93	HBC 91	HCH 81	NO
Telefunken	Capricho FM	HY 90	HL 94	HF 93	HBC 91	HCH 81	NO
Telefunken	Carabela	UY 11	UCL 11	--	UBF 11	UCH 11	NO
Telefunken	Caruso	AZ 1	EL 3	ECH 4	EBF A	ECH 4	EM 4
Telefunken	Colón	UY 11	UVL 11	--	UBF 11	UCH 11	NO
Telefunken	Concertina	AZ 41	EL 84	EAF 42	EF 41	ECH 41	EM 80
Telefunken	Cóndor	AZ 11	ECL 11	--	EBF 11	ECH 11	NO
Telefunken	Conquistador	CY 2	CBL 6	--	ECF 1	ECH 3	NO
Telefunken	Constelación	AZ 1	EL 3	ECF 1	EBF 2	ECH 3	EM 4
Telefunken	Cruz del Sur	AZ 11		EBL 1	--	EF 2	EFM 11
Telefunken	Gran Vals	EZ 81	EL 84	EBF 80	EL 93	ECH 81	EM 95

MARCA	MODELO	REC.	FINAL	DET.	F.I.	CONV.	OJO MÁGICO
		81					
Telefunken	Imperio	AZ 11	EL 12	EF 9	EBF 2	ECH 11	EM 4
Telefunken	Mozart	CY 2	CBL 6	--	ECF 1	ECH 3	NO
Telefunken	Ocean	AZ 3	EBL 1	--	ECF 1	ECH 3	NO
Telefunken	Panchito	HY 90	HL 94	HF 93	HBC 91	HCH 81	NO
Telefunken	Sarasate	AZ 1	EBL 1	--	ECF 1	ECH 3	EM 4
Telefunken	Serenata	HY 90	HL 94	HBC 90	HF 93	HCH 81	NO
Telefunken	Serenata FM	E 125 C 80	UL 84	UABC 80	UF 89	UCH 81	NO
Telefunken	Sonata	HY 90	HL 94	HBC 91	HF 93	HCH 81	NO
Telefunken	Tosca	HY 90	HL 94	HBC 91	HF 93	HCH 81	NO
Telefunken	Traviata	AZ 3	EBL 1	--	EF 9	ECH 3	NO
Telefunken	Tropical	AZ 11	EBL 1	--	EF 9	ECH 3	EFM 11
Telefunken	Trovador	--	UL 84	UABC 80	UF 89	UCH 81	NO
Tungsram	1.752	EZ 80	EL 33	EBC 41	EAF 42	ECH 81	NO
Tungsram	230	UY 41	UL 41	UAF 42	UAF 42	UCH 42	NO
Tungsram	Estrella	AZ 1	EL 3	EBC 41	EAF 42	ECH 81	NO
Tungsram	Gloria	UY 41	UL 41	UBC 41	UAF 42	UCH 41	NO
Tungsram	Iris	AZ 1	EL 3	EBC 3	EF 9	ECH 3	NO
Tungsram	Perla	UY 41	UL 41	UBC 41	UAF 42	UCH 42	NO

MARCA	MODELO	REC.	FINAL	DET.	F.I.	CONV.	OJO MÁGICO
Tungsram	Ruiseñor	AZ 21	42	6Q7	6K7	6A7	NO
Tungsram	Supremo	AZ 4	EL 4	EBC 5	EF 9	ECH 4	NO
Vica	230	UY 41	UL 41	UAF 42	UAF 42	UCH 42	NO

9.7. PRUEBA DE LOS RECEPTORES SUPERHETERODINOS.

El circuito superheterodino en AM es utilizado aún en la actualidad. El análisis de los receptores superheterodinos de válvulas fabricados a partir de 1933, de procedencia norteamericana y europea, sometidos a distintas pruebas y análisis permite realizar las siguientes matizaciones:

1. El rendimiento es máximo cuando los receptores se conectan a una antena exterior situada en lugar despejado.

2. Los superheterodinos presentan una marcada tendencia a captar ruidos parásitos procedentes de la red eléctrica, especialmente en edificios con estructura metálica. Tales fenómenos se incrementan aún más si se utilizan antenas interiores.

3. La calidad musical del superheterodino de AM es escasa debido al recorte de las frecuencias de audio más elevadas en la etapa de baja frecuencia y a las limitaciones impuestas por el ancho de banda de 9 kHz.

4. Con el fin de evitar posibles frecuencias audibles derivadas del paso de frecuencia intermedia, incluyen un condensador en paralelo al primario del transformador de salida de audio que recorta considerablemente la gama de frecuencias de audio más altas. Ello es de especial importancia en receptores mixtos AM-FM, pues limitan la reproducción de tales frecuencias y en consecuencia la calidad de los programas transmitidos en Modulación de Frecuencia.

5. La sintonía de estaciones en onda corta es especialmente crítica en receptores sin ensanche de banda.

6. Los receptores de las gamas superiores de las distintas marcas incluyen indicadores ópticos de sintonía u *ojos mágicos.*

7. Estos mismos aparatos suelen tener dividida la gama de ondas cortas en varias bandas con el fin de evitar las dificultades derivadas de la sintonía de esta gama de ondas. Estas *bandas ensanchadas* amplían rangos concretos de frecuencias, especialmente las comerciales y facilitan la sintonía.

8. A partir de la década de los 30 se unificó el valor de la frecuencia intermedia en torno a los 475 kHz. Sin embargo, existen receptores superheterodinos más antiguos cuya frecuencia intermedia es próxima a los 170 kHz.

9. El número más usual de válvulas es cinco en receptores de Amplitud Modulada (incluida la rectificadora). Los aparatos de mayor tamaño incrementan su número con el ya mencionado indicador óptico de sintonía y con etapas previas de amplificación de radiofrecuencia y/o pasos de salida de baja frecuencia con dos válvulas de potencia.

10. En los receptores con pasos dobles de salida de baja frecuencia se montan altavoces de gran tamaño, o incluso dos o más altavoces destinados a reproducir la gama de frecuencias de audio más amplia posible.

11. La posición de las estaciones en el dial es independiente del tipo de antena empleado.

12. El cambio de onda se efectúa en general mediante conmutadores rotativos, aunque los receptores de calidad de la década de los 60 disponen de dispositivos de teclado

13. La gran mayoría de los receptores analizados incluyen una antena interior, consistente básicamente en una lámina de papel de aluminio pegada en el interior del mueble y unida directamente al terminal de antena exterior, que permite una audición aceptable de las estaciones locales sin emplear otro tipo de antena.

14. Los dispositivos de sintonía encontrados son muy variados. Aunque ya se hizo mención de éstos en el capítulo correspondiente, cabe destacar que los más difundidos son los diales con aguja rotativa y los de desplazamiento lineal.

15. Casi todos los receptores superheterodinos posteriores a 1940 incluyen en el dial los nombres de las estaciones más importantes en las distintas gamas.

16. No es usual que los receptores superheterodinos distribuidos en España incluyan la gama de ondas largas, hecho que puede explicarse si se tiene en cuenta que en España nunca se instalaron estaciones en onda larga, aunque sí en países vecinos como Francia y Argelia.

17. Los receptores superheterodinos incorporaron a veces un dispositivo complementario denominado popularmente *elevador* destinado a paliar las posibles variaciones de la tensión de red. En realidad se trataba de un autotransformador variable mediante conmutador con voltímetro que se intercalaba entre la clavija de alimentación del receptor y la red. Antes de proceder al encendido del aparato, es necesario ajustar el valor de la tensión de entrada accionando el conmutador del elevador hasta que el voltímetro indicase 110 voltios, tensión máxima recomendada por los constructores. Algunos fabricantes españoles incluyeron este dispositivo en el interior del propio receptor, colocando el voltímetro tras el cristal del dial.

18. En general, los superheterodinos permiten instalar el altavoz directamente en el mueble, salvo los primeros diseños con triodos que emplean auriculares. Con el fin de preservar el cono del altavoz, la abertura correspondiente iba recubierta generalmente de una tela acústica especial que permite el paso del aire a su través.

19. Los receptores superheterodinos requieren un ajuste muy preciso de sus circuitos de alta frecuencia y de frecuencia intermedia para producir un rendimiento aceptable.

20. La recepción de las estaciones de la banda baja de ondas medias (entre 1.650 y 531 kHz) es más favorable si el receptor lleva bobinas de antena con núcleo de ferrita ajustable.

21. Los receptores superheterodinos precisan un ajuste muy complicado y preciso de sus circuitos de alta frecuencia y de frecuencia intermedia para producir un rendimiento aceptable.

22. La recepción de las estaciones de la banda baja de ondas medias (entre 650 y 531 kHz) es más favorable si el receptor posee bobinas de antena con núcleo de ferrita ajustable.

23. El número más usual de válvulas es cinco en receptores de AM incluida la rectificadora. Los aparatos de mayor tamaño incrementaban su número con el ya mencionado indicador óptico de sintonía, así como etapas previas de amplificación de radiofrecuencia y/o pasos de salida de baja frecuencia con dos válvulas de potencia.

24. En los receptores con pasos dobles de salida de baja frecuencia se montaban altavoces de gran tamaño, o incluso dos o más altavoces destinados a reproducir la gama de frecuencias de audio más amplia posible.

25. Algunos receptores de calidad, fabricados en la década de los 40 incluyen sistemas de sintonía fina para onda corta consistentes en condensadores variables de baja capacidad dispuestos en serie con las distintas secciones del tándem y accionadas con un botón de mando independiente.

26. Los sistemas de antena incorporada para onda media más efectivos fueron los denominados *de ferroxcube* consistentes en dos devanados idénticos ajustables colocados en serie sobre una barra de ferrita, dispuestos generalmente sobre un soporte orientable. Tales dispositivos presentaban una ventaja añadida a su direccionalidad, consistente en la eliminación de gran cantidad de ruidos parásitos procedentes de la red eléctrica.

Con el fin de extraer conclusiones, se ha realizado el montaje de un receptor superheterodino de cuatro válvulas de los aquí denominados *de alimentación indistinta,* aunque le ha sido incorporado un transformador con el fin de permitir su conexión directamente a la red de corriente alterna actual.

Las válvulas empleadas son la UY 85 como rectificadora monoplaca con filamento aislado del cátodo, la UCL 86 como triodo-pentodo de baja frecuencia, la UF 81 como amplificadora de frecuencia intermedia, y la UCH 81 como conversora-mezcladora.

El receptor tiene dos gamas de onda, media y corta. El cambio se efectúa mediante conmutador rotativo. Posee controles de volumen y tono y la audición se realiza mediante altavoz elíptico de 4 x 6".

Los transformadores de frecuencia intermedia se han ajustado a 475 kHz. Las bobinas de antena y osciladora se encuentran en dos bloques y tienen núcleo de aire.

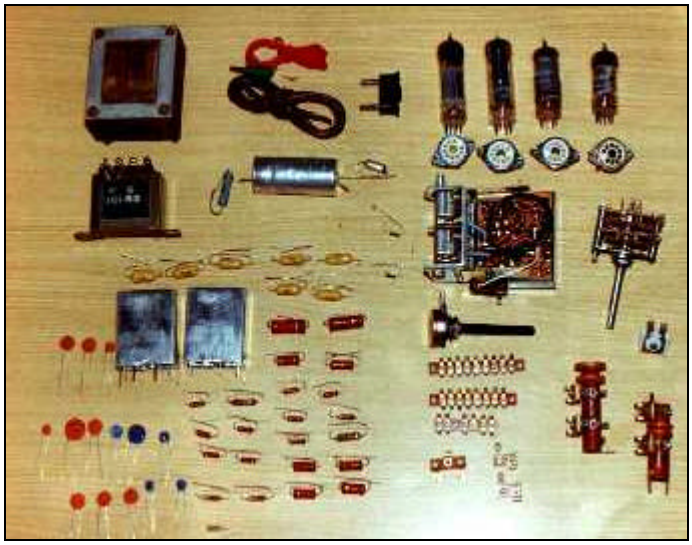


Fig. 143. Componentes utilizados en el montaje del superheterodino experimental.

De su funcionamiento se ha podido concluir además lo siguiente :

1. A diferencia de los receptores de galena e incluso de los receptores amplificados, con y sin realimentación, descritos anteriormente, el montaje de un receptor superheterodino exige conocimientos específicos de electrónica por parte del usuario, así como un instrumental adecuado para su posterior ajuste.

2. El superheterodino precisa para su montaje un equipamiento de material considerablemente mayor que los restantes tipos de receptores.

3. Se elimina casi por completo la actuación del montador en relación con el diseño de bobinas, pues estas deben ser adquiridas ya montadas al distribuidor.

4. Precisa un ajuste muy exacto de sus circuitos de alta frecuencia y de frecuencia intermedia para producir un rendimiento aceptable.

5. Para efectuar tal ajuste es imprescindible un generador de radiofrecuencia y un polímetro. Es recomendable igualmente el empleo de un osciloscopio.

Como antena interior se ha empleado un cable de 4 metros extendido por el suelo, y se han podido captar las siguientes estaciones en onda media:

Tabla 41. Estaciones sintonizadas con el receptor superheterodino experimental desde Madrid sudoeste.

Estación	Observaciones
RNE 1 ionosférica	Ligero desvanecimiento hasta el anochecer.
Radio Luxemburgo	Desvanecimiento, de 20 a 23 h.
Radio Valencia	Sólo durante la noche. Desvanecimiento.
Radio Murcia	Sólo durante la noche. Desvanecimiento
RNE 5 Todo Noticias Toledo	Audición aceptable con antena interior en horas diurnas.
Onda Cero Toledo	Audición potente durante el día
COPE Madrid	Excelente señal
Radio España	Excelente señal
Radio Francia Internacional	De 23 a 0.00 horas
Radio Intercontinental	Excelente señal
Radio Madrid	Excelente señal
Radio Sevilla	Desvanecimiento. A partir de las 22 h.
Radio Vitoria	Desvanecimiento. A partir de las 21 h.
RNE 1 Cuenca	Buena señal durante el día
RNE 5 Todo Noticias Madrid	Señal de potencia media
RNE 1 Madrid	Excelente señal

Tabla 42. Estaciones sintonizadas con el receptor superheterodino experimental desde Murcia centro.

Estación	Observaciones
Radio Cartagena	Buena señal sólo diurna
Radio Elche	Buena señal sólo diurna
Radio Luxemburgo	Desvanecimiento. De 20 a 23 h.
RNE 1 ionosférica	Muy débil, con desvanecimiento. Mejora de madrugada
Radio Murcia	Excelente señal
COPE Lorca	Señal poco intensa.
RNE 5 T.N. Cartagena	Señal intensa. Desvanece por la noche
Radio Alicante	Señal intensa hasta el anochecer.
COPE Alicante	Señal intensa durante el día.
RNE 5 T.N. Alicante	Señal intensa hasta las 22 horas
Radio España de Madrid	Desvanecimiento. Solo de madrugada.
Radio Francia Internacional	Desvanecimiento. De 23 a 0.00 horas
Argel Chaîne 4	Señal débil solo durante el día.
RAI 1 Roma	Desvanece. Audición nocturna
Radio Intercontinental de Madrid	Desvanece. Sólo durante la madrugada.
RNE 1 Murcia	Excelente.
Radio Madrid	Desvanece. A partir del anochecer.
Radio Sevilla	Señal muy débil. Desde las 22.00 horas.
RNE 1 Alicante	Aceptable todo el día
RNE 1 Valencia	Señal débil diurna.
COPE MURCIA	Excelente.
RNE 1 Madrid	Muy débil durante todo el día. Interfiere RNE 5 T.N. Murcia

Estación	Observaciones
RNE 5 T.N. Murcia	Excelente.
Radio Rabat	Aceptable todo el día.

Tabla 43. Estaciones sintonizadas con el receptor superheterodino experimental desde Tortosa (Tarragona).

Estación	Observaciones
RNE 1 Tortosa	Excelente
COPE VALENCIA	Señal aceptable hasta el anochecer
Ràdio Reus	Señal aceptable hasta el anochecer
RNE 5 T.N. Tarragona	Señal débil durante el día
Ràdio Lleida	Señal diurna aceptable. Desvanecimiento nocturno
Ràdio Barcelona	Señal diurna aceptable. Desvanece por la noche.
Radio Valencia	Ocasionalmente, señal débil durante el día. Desvanece por la noche.
Radio Murcia	Señal muy débil. Sólo a primera hora del anochecer.
Radio Montecarlo	Señal nocturna con desvanecimiento.
Radio Luxemburgo	Señal vespertina aceptable.
Radio Francia Internacional	Señal débil de 23 a 0.00 horas.

Evidentemente, durante la noche la apertura de la propagación ha permitido sintonizar en onda media un número de estaciones españolas y extranjeras considerablemente mayor, al igual que la estación ionosférica de RNE 1, en la frecuencia de 1.359 kHz, ya que ésta únicamente funciona desde el crepúsculo hasta el amanecer. El número de estaciones sintonizadas en onda corta (banda de 13 a 50 metros) es más que aceptable.

CAPÍTULO 10. RECEPTORES DE CUARTA GENERACIÓN. LOS TRANSISTORES.

Con la aparición en el mercado español de los transistores en los primeros años 60, comenzó la fabricación a gran escala de receptores transistorizados junto con los receptores de válvulas, a las que poco a poco fueron sustituyendo, hasta que en los primeros años 70 cesó definitivamente la comercialización de receptores a válvulas.

Los nuevos receptores transistorizados rápidamente comenzaron a denominarse popularmente *transistores*. Presentan importantes ventajas respecto a sus predecesores, aunque también ciertas limitaciones, especialmente las derivadas de su escasa potencia sonora.

Los fabricantes fijaron su atención desde el principio en el diseño de receptores de tamaño cada vez menor, hasta llegar a su miniaturización. Los tradicionales receptores de válvulas *portátiles* eran demasiado pesados para ser transportados fácilmente. Además, necesitaban baterías y pilas para su funcionamiento autónomo, que debían recargarse periódicamente debido a su elevado consumo, además de una antena exterior. El *transistor* evitaba tales inconvenientes. Su tamaño reducido y su funcionamiento con pilas permitieron al oyente llevarlo consigo a cualquier lugar y escucharlo en cualquier momento.

Gracias al *transistor* la radiodifusión adquirió una nueva dimensión. Si en su momento las *radios de galena* supusieron el primer gran paso hacia la generalización en el uso de la radio, ya que cada oyente podía montarse con muy pocos medios su propio receptor, su propia *radio*, el *transistor* supuso una auténtica universalización de la radiodifusión. Hasta la llegada de los receptores transistorizados, la radio podía escucharse en el hogar, en locales públicos e incluso en el automóvil. En ocasiones los receptores *portátiles* permitían hacerlo en lugares menos usuales, previa

instalación de complicados sistemas de antena-tierra. Era pues impensable la escucha individual con receptores móviles, ya fuese por las dificultades derivadas de la escasa sensibilidad de los receptores existentes, o por su peso y tamaño excesivos.

Los nuevos aparatos de radio subsanaron estos inconvenientes. El oyente podía llevarlos consigo en su bolsillo a cualquier lugar y sintonizar al menos las estaciones locales sin necesidad de antena exterior.

Las programaciones de las distintas estaciones y cadenas de radio comenzaron a cambiar, e incluso el propio lenguaje radiofónico se hizo más intimista: se comienza a hablar para *un* oyente que puede escuchar desde cualquier punto y a cualquier hora. La inclusión de la banda de onda corta en los transistores hizo realidad la frase publicitaria *"lleve el mundo en su bolsillo"* pues los circuitos transistorizados son de muy alta sensibilidad y con una simple antena telescópica permiten escuchar las distintas estaciones internacionales – e incluso en su momento las locales[439] – en onda corta.

El consumo está en función de sus características técnicas y en definitiva de su tamaño. A mayor potencia sonora, mayor consumo. Téngase en cuenta que los primeros *transistores* comercializados[440] funcionaban con tensiones próximas a los 24 voltios, para pasar después a circuitos alimentados con una pila de 9 voltios, o bien con dos pilas de 4,5 V o seis de 1,5 V puestas en serie. Posteriormente se popularizaron los aparatos que funcionan con 6 o con 3 V, e incluso en los primeros años 70, con una sola pila de 1,5 V. Este fue en principio un importante inconveniente para un público que no estaba acostumbrado a la compra de pilas para escuchar la radio. Incluso se conocen casos de compradores de aparatos

[439] Hasta los últimos años 50 existían en España estaciones locales que transmitían en onda corta.

[440] En realidad el primer transistor de bolsillo, el Regency TR-1 empleaba una batería de 22 voltios, como consecuencia de la escasa amplificación proporcionada por sus componentes.

transistorizados que desconocían el hecho, y llevaban a *reparar* sus nuevos aparatos cuando se agotaban las pilas pensando que estaban averiados.

Como antes se mencionó, estos aparatos no precisan antena exterior para captar las principales estaciones locales en onda media, ya que disponen de circuitos de antena con bobinas de ferrita de elevada sensibilidad. Incluso pueden escucharse aceptablemente en el interior de los automóviles, si se colocan junto a las lunas o ventanillas.

Algunos receptores de tamaño grande, incluso los fabricados en la actualidad, llevan toma de antena exterior para automóvil y pueden ser utilizados como autorradios. Permiten en ocasiones su conexión a la red mediante alimentador externo o incorporado.

Se han diseñado circuitos de todos los tamaños: desde auténticas miniaturas de bolsillo, hasta receptores grandes, equiparables a los montados con válvulas. A su vez han aparecido distintas *líneas* específicas para las cajas que los contienen, como ya se mencionó en el capítulo dedicado al mueble de los receptores, e incluso receptores transistorizados montados en muebles para radios a válvulas. Al igual que ocurrió con los receptores a válvulas, ya en los años sesenta se podían adquirir kits de montaje para receptores transistorizados. Muestra de ello es la publicidad de dicha época:

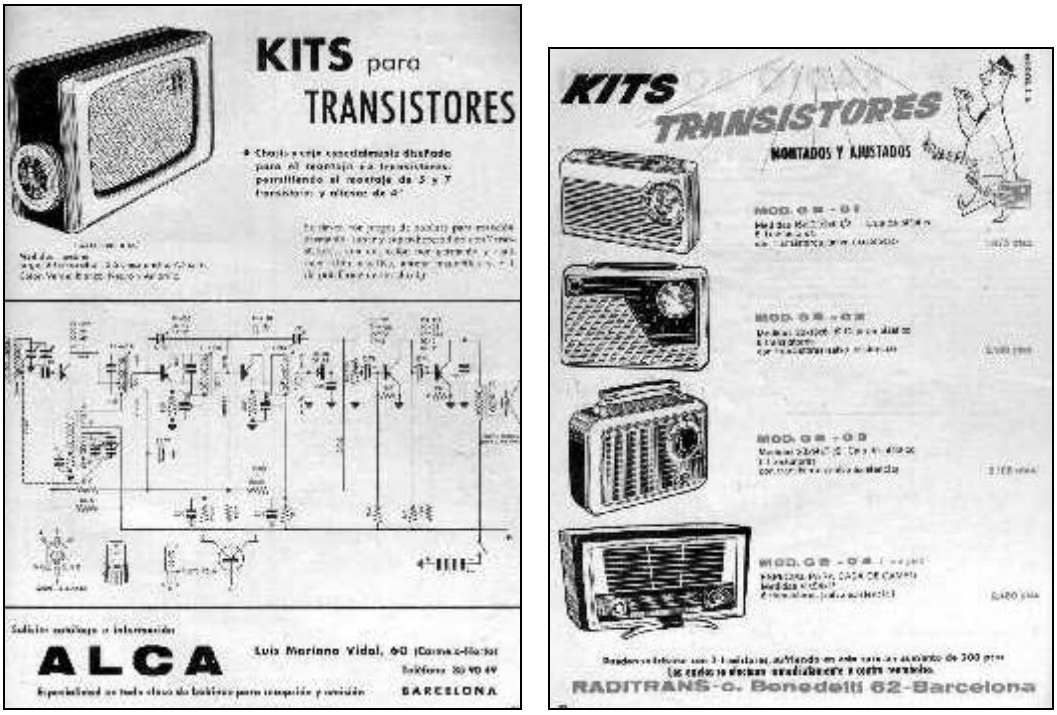


Fig. 144. Kits para montaje de receptores transistorizados.

Los *transistores* se utilizaron en principio como un segundo receptor. Permiten la audición individualizada, bien a través del altavoz incorporado o mediante auriculares.

No hay que desdeñar las ventajas e inconvenientes derivadas del uso de pilas, cuya demanda se incrementó de forma espectacular, y los efectos negativos derivados de la contaminación medioambiental generada por su uso.

Su manejo se simplificó hasta el extremo que el oyente puede sujetarlo y sintonizarlo con una sola mano. Algunos fabricantes miniaturizaron los receptores y les añadieron elementos meramente estéticos. El caso español más destacado es la línea *Slimtransistor* presentada en el mercado Español por la firma Inter a través de una importante campaña publicitaria en televisión en 1968. La gama incluía distintos colores de un mismo modelo que cabía en el bolsillo superior de una chaqueta, dejando a la vista una cadena dorada. De la misma época es la gama *Minisamos* de

Vanguard, de línea rectangular, con los controles de volumen y sintonía dispuestos uno a cada lado con el fin de permitir su manejo con una sola mano.

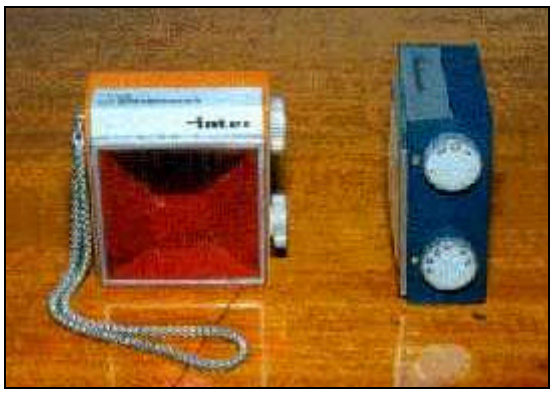


Fig. 145. Transistores Inter Slim, y Vanguard Mini y Microsamos[441].

Con el fin de proteger la caja del receptor, éstos se preservaban mediante fundas de cuero o plástico, que además permitían incluir asas de transporte ajustables. Lo más usual era que los receptores transistorizados no incluyesen más que una o dos bandas de AM. Hasta los primeros años 70 no se comenzaron a difundir los receptores con AM/FM. En los primeros modelos, solía imitarse la arquitectura de los receptores a válvulas de la misma marca, como muestran las imágenes siguientes correspondientes a diseños de las firmas Philips y Gründig. Los portátiles de Philips heredan la estructura de los receptores de sobremesa en cuanto a

[441] De la colección del autor.

la disposición del dial y la rejilla del altavoz. En el caso de Gründig, el diseño del receptor transistorizado (derecha) es idéntico al modelo de válvulas (central).

Fig. 146. Receptores Philips a válvulas (izquierda) y transistorizado.

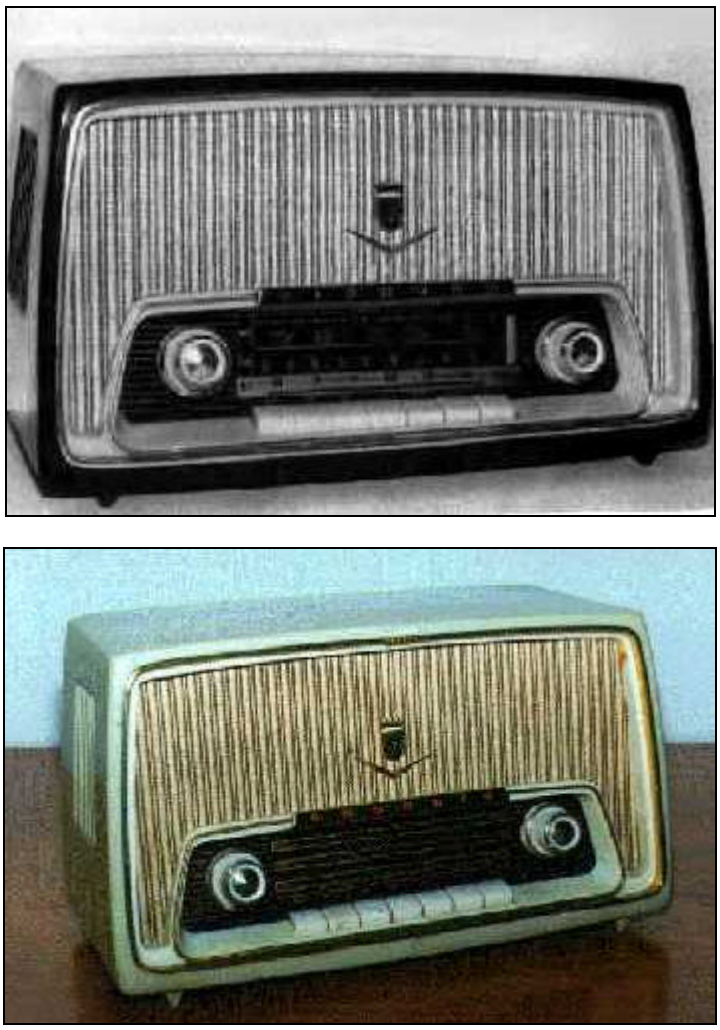


Fig. 147 Receptores a válvulas y transistorizado Gründig.

Como criterio para su clasificación de los receptores transistorizados se utilizará en el presente estudio el tamaño global del receptor. Se establecen dos grandes grupos:

1. **Receptores de sobremesa**. Su dimensión máxima es igual o superior a 25 cm. En general funcionan con pilas o baterías de gran tamaño. Su frontal es rectangular. El altavoz tiene un diámetro igual o superior a las 4,5”, circular o elíptico. Sus circuitos llevan 10 o 6 transistores, según estén o no adaptados a la recepción en FM. En ocasiones poseen asas para su transporte, generalmente abatibles. En esta

categoría se incluyen igualmente los receptores multibanda. La tabla siguiente muestra los modelos más difundidos en España:

Tabla 44. Receptores transistorizados de sobremesa fabricados en España.

Marca	Modelo	Características
De Wald	Cherri	OM/OC. Pilas
Gründig	Series Boy	OL/OM/OC/FM.9 V Pilas y red,
Herfor	Clipper CC-22	OM/OC. 9V Pilas
Inter	Gama Euromódul	OM/OC/FM y OL/OM/OC/FM. 9 V Pilas y red.
Inter	Gama Niza	OM/OC y OM/OC/FM. 9V pilas y red.
Lavis	1181	OM/OC/FM. 9V Pilas
Lavis	320	OM/OC/FM. 6V Pilas
Lavis	769	OM/OC/FM. 9V Pilas
Lavis	870	OL/OM/OC/FM, 9V Pilas
Lavis	931	OM/FM. 6V Pilas y red
Lavis	981	OM/OC/FM. 9V Pilas y red
Lavis	990	OM/FM. 9V Pilas y red.
Lavis	Gama Bungalow	OM/OC y OM/FM. 6V Pilas y red
Marconi	P-51-MT	OM/OC. 9V Pilas.
Philips	L3E 06T	OM/OC. 9V Pilas
Philips	L3E 11T	OM/OL. 4.5V Pilas
Philips	L4E 13T	OM/OC/FM. 9V Pilas
Telefunken	A 2636	OM/OC/FM. Red.
Telefunken	Cimbalum	OM/FM. 9V Pilas y red.
Vanguard	Astro Jet.	OM/FM. 6V Pilas.
Vanguard	Gama Atlas	OM/OC y OM/OC/FM. 6V Pilas y red.
Vanguard	Minuteman	OM/OC/FM. 9V Pilas y red

Marca	Modelo	Características
Vanguard	Poseidón	OM/OC/FM. Red.
Virer	RB 400	OM/FM. 9V Pilas.

Las imágenes siguientes muestran algunos receptores de sobremesa fabricados en España por Internacional de Radio y Televisión S.A. con la marca Inter.

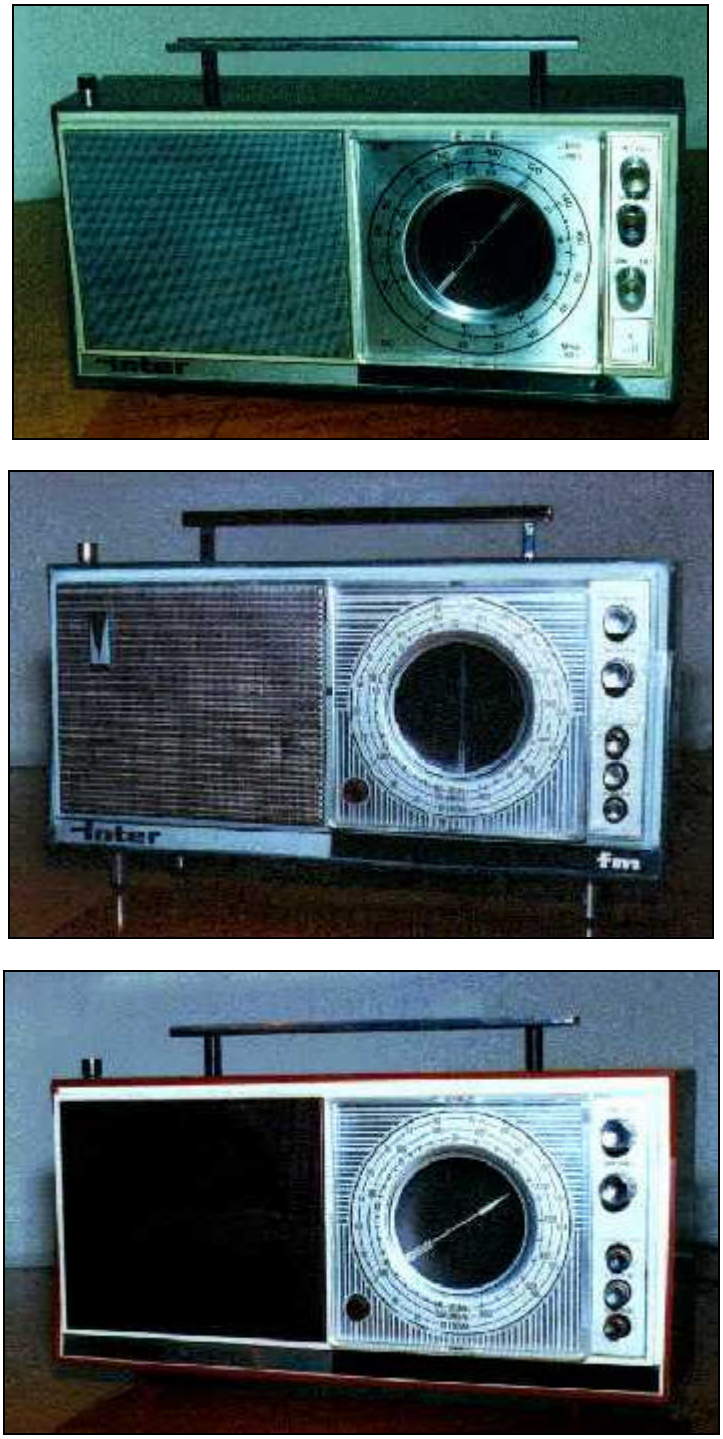


Fig. 148. Gama de receptores de sobremesa Inter gama Niza[442].

[442] Colección del autor.

Fig. 149. Receptores de sobremesa de tamaño grande Inter gama Euromódul (I)[443].

[443] Ambos funcionan con pilas o red. El primero de ellos, el Euromódul 90, pese a ser de menor tamaño, lleva incorporado un altavoz de 6,5”, frente al segundo que lo lleva elíptico de 4,5 x 6”. Tiene dial iluminado y cuatro bandas. Colección del autor.

Fig. 150. Receptores de sobremesa Inter, gama Euromódul (II)[444].

2. **Receptores portátiles.** Son los más populares. En esta categoría se incluye la mayoría de los receptores transistorizados. Suelen estar alimentados por pilas pequeñas (Tamaño A3 o inferior) o miniatura.

✍ **De tamaño medio**. Funcionan habitualmente con 3 o 4 pilas A3 conectadas en serie para obtener 4,5 o 6 V. Su dimensión máxima está comprendida entre los 25 y los 10 cm. Van adaptados para AM/FM o exclusivamente para AM. Incluyen 10 o 6 transistores, según estén o no adaptados para la recepción en FM. En ocasiones – especialmente en modelos fabricados a partir de los años 80 – incluyen fuente de alimentación, por lo que además pueden conectarse directamente a la red eléctrica.

[444] Colección del autor.

Tabla 45. Receptores transistorizados de tamaño medio comercializados en España.

Marca	Modelo	Características
Anglo	O 88 T	OM/OC
Anglo	O 89 C	OM
Askar	AE 3156 T	OM/OC/FM
Askar	AE 1248 T	OM/OC
Askar	AE 3132 T	OM/OC/FM
Caliope	627-TP	OM/OC
De Wald	Acapulco	OM
De Wald	Kachito	OM
De Wald	M-68	OM/FM
De Wald	Michiko	OM
De Wald	Okinawa	OM/OC
De Wald	Piccolo	OM
De Wald	Pigalle	OM/OC/FM
De Wald	Seventrans	OM
G.E.E.	9 V 3	OM/OC/FM
G:E.E.	9 V 4	OM/OC/FM
G.E.E.	9 V 6	OM/FM
Iberia	1.064	OM
Iberia	4.074	OM/OC
Inter	E-122	OM/FM
Inter	E-148	OM/FM
Inter	TRP 316-C	OM
Lavis	200	OM
Lavis	416	OM/FM

Marca	Modelo	Características
Lavis	416	OM/FM
Lavis	425	OM/FM
Lavis	650	OM/OC
Lavis	745	OM/OC
Lavis	747	OM/FM
Lavis	750	OM/FM
Lavis	767	OM/OC/FM
Lavis	980	OM/OC/FM
Lavis	1.175	OM/OC/FM
Lavis	Compañero	OM
Philips	L 1 E 56 T	OM/OC
Philips	L 3 E 26	OM/OC
Philips	L 3 E 34 T	OM/OC/FM
Sanyo	6C-17	OM
Sanyo	8S-P14	OM/OC
Telefunken	ABT 225	OM/OC/FM
Telefunken	Partner	OM/FM
Telefunken	BT 2527	OM/OC/FM
Vanguard	Samos	OM
Vanguard	Serie Jet	OM/FM
Vanguard	Serie Polaris	OM/OC y OM/FM
Vanguard	Super Samos	OM
Vanguard	Talos R	OM/OC
Vanguard	Titán F	OM/OC/FM
Yonder	703	OM/OC/FM

Fig. 151. Receptores Vanguard Samos, Super Samos y Polaris.

Fig. 152. Publicidad de transistores De Wald.

✍ **De bolsillo.**[445] Su dimensión máxima no supera los 10 cm. Funcionan con una o dos pilas tamaño A3, y llevan un altavoz de 2”. Generalmente sólo funcionan en la gama de ondas medias. Llevan control de volumen y de sintonía y 6 transistores. Pese a su reducido tamaño, los circuitos montados sobre placa de circuito impreso son de gran rendimiento y el consumo en algunos modelos es mínimo. Como muestra de ello, se ha sometido a prueba un receptor muy popular en España durante los años 70, el Sharp 62R-01, que es capaz de estar funcionando ininterrumpidamente durante siete días a volumen normal con dos A3 pilas secas no alcalinas. La tabla siguiente muestra algunos receptores de bolsillo distribuidos en España.

[445] El primer transistor *de bolsillo* que puede considerarse como tal fue el fabricado por la Industrial Development Engineering Asociates (I.D.E.A.) con su marca Regency, el modelo TR-1. Las investigaciones que siguieron al invento de la nueva *válvula de estado sólido* se centraron inicialmente en el campo militar y profesional debido a su elevado coste.

Los laboratorios independientes Hazeltine (que en los años 20 popularizaron el circuito *neutrodino* pretendían poner en marcha un circuito transistorizado equivalente al clásico receptor superheterodino de cinco válvulas. Su etapa amplificadora de baja frecuencia constaba de tres transistores y dos transformadores de audio.

I.D.E.A., empresa pequeña frente a los gigantes norteamericanos RCA o Zenith, diseñó el Regency, cuya arquitectura interior se continuó imitando por la mayoría de fabricantes hasta los años 80. Su diseño difería del anterior por el empleo de un amplificador con un único transistor, para lo cual necesitaba utilizar una pila de 22,5 voltios. Su Frecuencia intermedia era de 262 kHz, la misma que se utilizó en los superheterodinos de los años 30. El conjunto se montaba sobre una placa de circuito impreso, en el interior de una caja de plástico de 125 x 75 x 30 cm, y su peso de 300 gramos con pila incluida.. Su precio en el mercado resultaba cinco veces superior al de un receptor superheterodino de cinco válvulas.

Tabla 46. Receptores transistorizados de bolsillo comercializados en España.

Marca	Modelo
Gründig	Micro Boy
Inter	Gama Slimtransistor
Lavis	220[446]
Philips	077
Philips	90RL047/00E
Sanyo	6C –368
Sanyo	6C-337
Sanyo	NO RP 1250
Sanyo	TH-632
Sharp	BP-150
Sharp	Gama 62R
Sony	TR 610[447]
Telefunken	Mini Partner
Vanguard	Gama Mini Samos
Vanguard	Micro Samos

[446] Alimentado por tres pilas A3.

[447] Pila de 9V.

Fig. 153. Sony TR-610 y Sharp gama 62 R.[448]

A pesar de su reducido tamaño, todos ellos tienen una sensibilidad y selectividad muy elevada, equiparable a cualquier receptor de mayor tamaño. Da idea de la elevada calidad de algunos receptores transistorizados fabricados en España el hecho de que en los años 70, cuando las principales cadenas nacionales interrumpían las emisiones locales durante la madrugada, era posible sintonizar todas las estaciones de onda media de Madrid desde Murcia con un receptor Vanguard modelo Mini Samos, y lo propio ocurría con el Super Samos, con el que se recibían perfectamente las emisiones de Radio Peninsular de Barcelona, Radio Barcelona y Radio Nacional de España en dicha ciudad. Con ambos durante el día se sintonizan perfectamente las estaciones locales de Murcia y Alicante en onda media.

Fig. 154. Gama Minisamos de Vanguard.

[448] Colección del autor.

La marca extranjera fabricante de receptores transistorizados distribuidos en España más popular fue Sanyo. Desde los primeros años sesenta comenzaron a distribuirse transistores de tamaño medio, de muy alta fiabilidad y reducido consumo. El prototipo correspondía a un superheterodino montado en caja de plástico de distintos colores, con rejilla dorada, funda de cuero marrón, auricular, toma de antena exterior y salida para altavoz secundario. El dial es de aguja giratoria y funciona con cuatro pilas de 1,5 voltios.

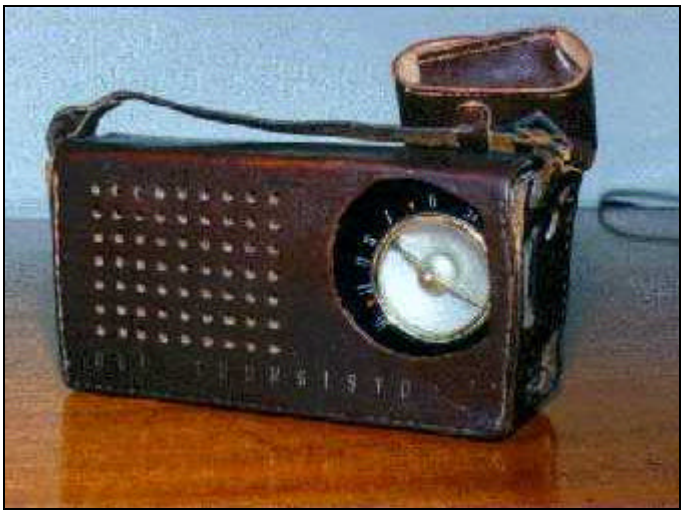


Fig. 155. Transistor Sanyo 6 C 17.

Con los receptores transistorizados de tamaño grande, la calidad de recepción aún es mayor. Si se considera además la sintonía en onda corta, larga y FM, puede concretarse lo siguiente:

1. La sintonía en onda larga, en localidades costeras, todos los receptores mencionados que la incluyen, permiten la audición diurna de la estación Argel Chaîne 3 y durante la noche de un número elevado de estaciones francesas.

2. En onda corta se sintoniza un número indeterminado de estaciones desde cualquier lugar de la península. Es necesario extraer la antena telescópica para mejorar la audición.

3. En modulación de frecuencia, tan solo algunos de los receptores de mayor tamaño citados presentan una sensibilidad suficiente para sintonizar estaciones distantes. Así, tan sólo el Gründig City Boy, el Lavis 981 y los Inter de las gamas Niza y Euromódul permitían sintonizar desde Murcia las emisiones de Radio Juventud de Cartagena y Radio Orihuela durante los últimos años 70. Los receptores de la gama Atlas de Vanguard y los de menor tamaño no las captaban.

Destacar, finalmente, que los receptores de tamaño grande con FM en general disponen de un amplificador que permite una excelente calidad de reproducción, especialmente de los tonos agudos, salvo los receptores Telefunken Cimbalum y Lavis 981 (réplica del anterior) cuyo amplificador dispone de un filtro de agudos que reduce considerablemente su reproducción. Añaden puertos de entrada de audio, de salida de grabación, salida de altavoz supletorio independiente, entrada de red, de tierra, de antena AM y antena FM. En el caso de funcionamiento exclusivo con pilas, añaden una toma para alimentación exterior.

En general, los receptores transistorizados de sobremesa incluyen en la gama de AM las bandas de OL, OM y OC, y ésta última, en ocasiones, ampliada hasta en nueve sub bandas distintas en los receptores multibanda, herederos de los correspondientes aparatos de válvulas. Philips, Zenith y Gründig fueron las tres

firmas más importantes en el campo de los receptores multibanda transistorizados. Especialmente conocidos han sido los aparatos de la serie Transoceanic de Zenith y Satellit de Gründig.

Fig. 156. Gründig Satellit 208.

La firma Inter puso en el mercado español en 1972 receptores transistorizados de AM/FM con banda de onda corta ensanchada, aunque no son calificables como receptores multibanda.

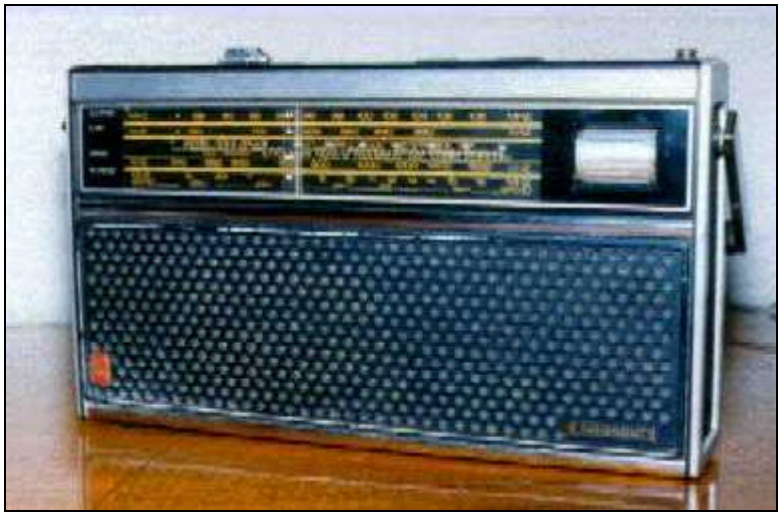


Fig. 157. Gründig City Boy[449].

.

[449] Colección del autor.

CAPÍTULO 11. RECEPTORES DE QUINTA GENERACIÓN. LOS CIRCUITOS INTEGRADOS.

Hablar de receptores con circuitos integrados no es hacer historia, ya que esta es la generación actual, la última etapa antes de los futuros receptores digitales DAB que, a la hora de redactar el presente estudio, aún se encuentran en fase de experimentación. Son muchas las ventajas de estos receptores, de las que destacan las siguientes:

1. Los circuitos integrados permiten incluir en un único chip todos los elementos necesarios para el funcionamiento de un receptor.

2. Su diseño y fabricación se han automatizado completamente, a la vez que su tamaño se ha podido reducir hasta límites difícilmente imaginables en otros tiempos.

3. Se han sustituido los controles mecánicos de volumen por pulsadores y los condensadores variables de sintonía por diodos de capacidad variable.

4. Las pantallas analógicas coexisten con las digitales que además de indicar la frecuencia exacta de la estación, envían otras informaciones de interés, tales como el nombre de la estación, hora, temperatura, frecuencias alternativas y potencia de recepción.

5. La audición vuelve a realizarse a través de auriculares estereofónicos – como en los inicios de la radiodifusión – o altavoces.

6. Los receptores se sintonizan automáticamente e incluyen circuitos de memoria, reloj y despertador.

7. Permiten escanear completamente una banda hasta elegir la estación que interese al oyente, e incluso memorizar automáticamente todas las estaciones locales.

8. La sintonía puede realizarse tecleando directamente el valor numérico de la frecuencia, su longitud de onda o el número de la memoria en la que se ha registrado.

9. El RDS permite la sintonía ininterrumpida de cadenas de radio por búsqueda de frecuencias alternativas y la recepción de informaciones sobre tráfico.

Cada receptor tiene unas características propias. El elemento principal en su diseño es el circuito integrado. Algunos de ellos no difieren esencialmente en su aspecto exterior de los *receptores de cuarta generación*. De hecho, algunos de ellos comenzaron a incluir los circuitos integrados en modelos preexistentes, como es el caso de la gama Niza II de Inter, con un circuito integrado en la etapa amplificadora de baja frecuencia y otro en el sintonizador de FM.

Los actuales receptores digitales, pese a denominarse así, no permiten la recepción de estaciones digitales, sino analógicas. Se caracterizan por la presencia de una pantalla de cristal líquido y por la posibilidad de memorizar las frecuencias de un número determinado de estaciones. Los restantes elementos mencionados aparecen en modelos concretos. Los más característicos son los denominados *receptores multibanda digitales.*

Fig. 158. Receptor Gründig Satellit 300[450].

Al igual que sus predecesores, pueden clasificarse en función de su tamaño. Cabe destacar que en la actualidad la gran mayoría de receptores digitales se comercializan en forma de *walkman* que incluyen un sistema de grabación/reproducción de cintas cassette o minidiscos, o reproductores de discos compactos. Igualmente forman parte de los equipos de alta fidelidad domésticos o de autorradios.

Como muestra de algunos receptores multibanda y/o RDS se han seleccionado los siguientes:

[450] Colección del autor.

Tabla 47. Receptores con circuitos integrados.

Marca	Modelo	Características
Gründig	Satellit 700	Sintonía PLL sintetizado mixta por teclado/rotativa. OL/OM/OC/FM. 63 memorias ampliables. RDS. Frecuencia Alternativa (AF). Pilas. Memoria ROM. Estéreo. USB/LSB. Ancho de banda y sensibilidad variable. Búsqueda automática. Nivel de recepción y de batería. Reloj y Timer. Escáner de memoria.
Sony	ICF-SW1E	Sintonía PLL sintetizado por pulsador. OL/OM/OC/FM. Reloj y timer. Sintonía automática. 10 memorias. Escáner. 118,2 x 71,4 x 23,7 mm. Altavoz de 66 x 38 mm.
Sony	SRF-M48RDS	RDS. OM/FM. Trafic info. Escucha por auriculares. AF. 15 memorias.
Sony	SRF-M903	Sintonía PLL sintetizado. OM/FM. 14 memorias. Desconexión automática. Reloj y timer. Escucha por auriculares. 59 x 100 x 18,3 mm.

La inclusión de los circuitos integrados ha permitido diseñar receptores de tamaño sumamente reducido, próximos a los 3 cm de dimensión máxima.

Los receptores futuros permitirán la recepción de programas DAB y deberán cumplir las expectativas que ya se mencionaron en el capítulo correspondiente al estudio de la perspectiva histórica de la radiorrecepción.

CAPÍTULO 12. FACTORES DETERMINANTES DE LA CALIDAD DE LOS RECEPTORES A VÁLVULAS.

A la hora de elaborar el presente trabajo se ha reflexionado sobre los factores a considerar por los clientes potenciales en su momento, a la hora de adquirir su receptor de radiodifusión a válvulas.

A la vista de la publicidad que aparece en las publicaciones periódicas consultadas se deduce que el aspecto externo del aparato receptor es un factor de particular importancia frente a otras consideraciones de índole técnica.

Puestos al habla con aquellos que en su momento adquirieron un receptor de radiodifusión se concluye que, efectivamente, estas consideraciones meramente estéticas, son factores decisivos a la hora de realizar la compra de un receptor. De entre ellas cabe destacar las siguientes:

- Tamaño.
- Tipo de material empleado en el diseño del mueble.
- Presencia de *ojo mágico*.
- Marca y lugar de fabricación.
- Presencia de nuevos elementos técnicos como botoneras y pulsadores.
- Ensanche de la gama de ondas cortas.
- Fonochasis.

- Potencia de salida, especialmente en receptores destinados a lugares de uso público[451].

- Precio

Sin embargo, el comprador de tipo medio de la época no solía poseer conocimientos sobre tecnología radiofónica que le permitiesen optar por un receptor determinado. Éste se conformaba en general con que el aparato le permitiese sintonizar en condiciones aceptables las estaciones locales durante el día y las principales estaciones de onda corta durante la noche.

Generalmente la utilidad de la entrada de fono era desconocida por los poseedores de un receptor sin fonochasis.

Los receptores portátiles a válvulas tuvieron en general una escasa aceptación. En los últimos años de la década de los años 30 comenzaron a popularizarse estos aparatos que incorporaban ya baterías secas. Su peso y dimensiones resultan excesivos desde la perspectiva actual como para ser considerados como portátiles, y ya que en general su rendimiento es muy inferior a los receptores de sobremesa. Éstos se utilizaban más bien como segundo receptor para los desplazamientos a lugares de recreo en espacios abiertos con recepción aceptable de las estaciones próximas.

[451] La potencia de salida nominal de un receptor de válvulas rara vez sobrepasa los 10 vatios reales, pues sus valores normales variaban entre los 2 y 5 vatios en aparatos de tamaño medio y grande dotados de altavoces de 5 a 12 pulgadas de diámetro.

12.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

La energía radiada por la antena de la estación es llega a la antena del receptor en forma de una onda como consecuencia de la inducción creada por el campo electromagnético de la onda al cortar el conductor de la antena, hecho que produce una tensión inducida que varía con el tiempo exactamente en la misma forma que la corriente que circula por la antena del emisor.

Cada una de las ondas susceptibles de ser captadas por la induce una tensión distinta en el conductor de antena, y es necesario que el receptor sea capaz de separar la señal deseada de las restantes, que producen igualmente tensiones inducidas. Tal separación se realiza en función de las distintas frecuencias asignadas a las estaciones empleando circuitos resonantes que en mayor o menor escala sean susceptibles de discriminar una de ellas[452].

El Comité Consultivo Internacional de Radiodifusión, en la X Asamblea plenaria celebrada en Ginebra en 1963 considera que la selectividad de un receptor es *la medida de su aptitud para recibir la señal en que está sintonizado, con exclusión de las emisiones efectuadas en otras frecuencias*[453]. Al proceso por el cual se ajustan los circuitos del receptor hasta que éstos entren en resonancia con la señal elegida se le denomina *sintonía*.

Una vez lograda la sintonía, la energía recibida debe ser amplificada convenientemente. Esta amplificación puede aplicarse tanto a las ondas de alta frecuencia antes de su detección, en cuyo caso se habla de *amplificación de*

[452] EMMONS, F.: *Ingeniería electrónica y de radio.* Arbó Eds. Buenos Aires. 1961. p. 5.

[453] Documentos de la X Asamblea plenaria del CCIR. Recomendación 332. Pág. 136.

radiofrecuencia, o a las corrientes previamente rectificadas tras la detección, en relación a la *amplificación de audiofrecuencia o de baja frecuencia.*

La amplificación posibilita la recepción satisfactoria de señales que de otra manera serían demasiado débiles para ser escuchadas. Las válvulas de vacío fueron los primeros dispositivos empleados para tal fin.

No existe unanimidad de criterios a la hora de enumerar las características que hacían que un receptor de radiodifusión sea preferible a otro. Las circunstancias particulares y subjetivas influyen de modo decisivo a la hora de optar por uno u otro tipo de receptor.

12.2. CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE UN RECEPTOR DE RADIODIFUSIÓN SONORA.

Tomando como referencia algunas de las normas dictadas en 1960 por la Unión Técnica de la Electricidad (U.T.E.), debían observar los constructores de receptores de radio, con la finalidad de garantizar la seguridad de los usuarios, así como las características técnicas y de duración de los aparatos, se establece un conjunto de criterios enfocados a determinar la calidad de los radiorreceptores.

Se han seleccionado doce cualidades que permitirán determinar el nivel de calidad de los receptores, que tras un detenido análisis se ha decidido ordenar por un nivel creciente de importancia. Son las que siguen:

1. Sensibilidad.
2. Selectividad.
3. Fidelidad.
4. Gama de frecuencias cubiertas.
5. Protección contra ruidos.
6. Regulación automática de la sensibilidad.
7. Distorsión.
8. Precisión de las indicaciones del cuadrante de sintonía.
9. Reversibilidad del mando de sintonía.
10. Efecto microfónico Larsen.
11. Funcionamiento como amplificador.
12. Cualidades diversas.

A la vista de la gran variedad de receptores de válvulas analizados y reparados, con el fin de determinar sus peculiaridades, se deduce que es posible opinar simplemente a oído, en qué grado concurre en un receptor cada una de ellas, aunque es imprescindible para cualquier técnico que diseñe o repare un aparato, expresar numéricamente de algún modo la medida en que estas cualidades se hayan presentes.

El conjunto de valores obtenidos se denominó por algunos autores *"especificaciones técnicas"* que el proyectista tenía en la mente al diseñar el receptor, el fabricante proporcionaba y el reparador – aún en la actualidad - se esfuerza en volver a conseguir cuando como consecuencia de alguna avería se alteran.

A continuación se analizan las características anteriormente mencionadas, se indican las normas U.T.E aplicables para su determinación y se muestran los valores usuales que permitan asignar un nivel de calidad determinado a un receptor.

12.2.1. Sensibilidad.

Como definición de sensibilidad se optará por la siguiente:

Sensibilidad es la capacidad de un receptor para sintonizar señales débiles.

Según García Navarro[454] un posible sistema de medida de la sensibilidad consiste en inyectar a la entrada de la primera válvula una corriente de radiofrecuencia con la tensión precisa para obtener a la salida del receptor el nivel normal de volumen que fija en 0,5 W.

- El valor mínimo de la señal varia en función de su frecuencia, por lo que será necesario aplicar tensiones variables en función de la frecuencia de la corriente alterna aplicada a la primera válvula. Ello permite construir una gráfica a partir de la cual medir la sensibilidad a cada frecuencia del receptor.

- Para que la corriente de radiofrecuencia inyectada sea audible, esta debe estar modulada, lo cual hace necesario especificar la frecuencia portadora y el índice de modulación, que el autor fija en un 30% para una frecuencia de 400 Hz.

Esta forma de medir la sensibilidad es absoluta. No obstante, aumentando la amplificación es posible conseguir la salida de 0,5 W utilizando señales muy

[454] GARCÍA NAVARRO, A.: *"Medida de la calidad de los radiorreceptores".* Revista Española de electrónica. nº 109. Diciembre 1963. p. 62 y 63.

pequeñas. Sin embargo, debido a los ruidos externos y a los internos producidos por el mismo receptor, no siempre se pueden obtener señales inteligibles.

Sensibilidad utilizable de un receptor es el mínimo valor de la señal inyectada a la primera válvula que produce la salida normal con un ruido aceptable, entendiendo por tal aquél cuyo nivel esta 10 ó 20 dB por debajo del correspondiente a la señal.

De acuerdo con García Navarro, para una *relación señal/ruido* de -10 ó -20 dB es posible alcanzar sensibilidades de 0,1 a 1 ?V aplicados a la rejilla de la primera válvula, aunque los valores aceptados como normales son del orden de 10 a 100 ?V.

Según la U.T.E.

"La sensibilidad del receptor debe ser tal que puedan recibirse correctamente las emisiones correspondientes a las gamas de onda que figuren en el cuadrante de sintonía."

Por ello la sensibilidad será aceptable si el valor de la señal de salida de un oscilador que produzca a la salida del receptor una potencia de 50 mW es inferior a:

- 200 ?V para la banda de ondas largas, con frecuencia inferior a 0,5 MHz.
- 100 ?V para la banda de ondas medias, con frecuencias comprendidas entre 0,5 y 2 MHz.
- 200 ?V para la gama de ondas cortas de frecuencia 2 MHz.

12.2.2. Selectividad.

A la antena de un receptor de radiodifusión llegan tanto las señales procedentes de la estación que se sintoniza como otras no deseadas procedentes de otras estaciones que, en ocasiones, pueden ser más intensos que los de ésta.

En la bibliografía analizada se han localizado y estudiado diversos conceptos de selectividad. En el presente estudio se opta por la siguiente:

Selectividad es la capacidad de un receptor para separar la señal deseada de todas las restantes.

Con el fin de conseguir una selectividad aceptable para un receptor, se aplican dos bloques de procedimientos:

- Aquellos que utilizan las diferencias de dirección y polarización de las ondas deseadas mediante el uso de antenas directivas[455].
- Los que emplean la diferencia entre el espectro de frecuencias de la señal deseada y de las restantes que logran mejoras del orden de 60 a 100 dB e incluso superiores.

Es necesario tener en cuenta que para cada posición del dial del receptor, existe una zona del espectro de frecuencias favorecida en la amplificación, mientras las restantes son rechazadas, tanto más cuanto más distantes estén de aquella.

[455] Tales métodos permiten obtener diferencias del orden de 10 a 25 dB entre la señal deseada y las restantes.

A la hora de realizar una audición con la fidelidad sonora suficiente de una estación que trabaje en Modulación de Amplitud es necesario, además de recibir la frecuencia portadora, todas las comprendidas en un intervalo $\pm$? f_0 que puede ser de 3 a 5 kHz, atenuando el resto de las frecuencias tanto cuanto sea posible.

Ancho de banda de un receptor es la gama de frecuencias en torno a f_0 para las cuales la ganancia de potencia no cae por debajo de los 3 dB.

Para emisiones en onda media su valor es variable entre 3 y 5 kHz[456].

Si el ancho de banda es menor, la fidelidad sonora de la reproducción es sensiblemente menor y la audición resultaba sorda. Pese a ello, algunos receptores incorporaban selectores que permiten cambiar el ancho de banda ajustándolo para poder separar estaciones muy próximas en el dial, aún a expensas de una recepción de menor calidad.

Con el fin de evitar interferencias se fijó un margen de $\pm$ 9 kHz en torno a f_0 de manera que la atenuación producida por el receptor fuese lo más alta posible, en la práctica -40 a -60 dB o aún mayor. Por ello una estación interferente a 10 kHz de la estación sintonizada debe tener un campo de 20 a 60 dB superior al de la deseada para escucharse con una potencia de -20 dB respecto a ella.

---

[456] El receptor se sintoniza a la frecuencia de 1 MHz y se coloca el volumen al máximo, uniendo en derivación a los terminales del altavoz un voltímetro.

Se ajusta el nivel de salida del generador hasta obtener a la salida del receptor una potencia de 20 mW y se anota la tensión obtenida a la salida (E_1) del oscilador. A continuación se varia la frecuencia del oscilador 9 kHz por encima y por debajo del valor inicial de 1 MHz, anotando los valores necesarios obtenidos a la salida del oscilador en cada caso (E_2 y E_3) para producir la misma potencia de 20 mW a la salida en el receptor La selectividad será aceptable le si la relación E_2.E_3 E_1 es superior a 2500, siempre que las relaciones E_2 E_1 y E_3 E_1 sean superiores a 40.

La normativa U.T.E. especifica que la selectividad será aceptable si el receptor está en condiciones de amortiguar eficazmente las emisiones situadas a ± 9 kHz de la frecuencia sintonizada[457].

12.2.3. Fidelidad.

Fidelidad es la capacidad del receptor para restituir la señal original sin deformación.

Esta cualidad es difícil de conseguir si se tiene en cuenta que el número de deformaciones posibles es muy elevado.

Según las normas dictadas por la U.T.E., el receptor debe permitir la reproducción fiel de la modulación de baja frecuencia en toda la gama musical. Esta condición se da por cumplida si el valor de la tensión medida en los extremos de la bobina del altavoz está comprendida entre 0,5 y 3 veces el valor correspondiente a su valor a 400 Hz para la gama de 150 a 2500 Hz. Para su determinación se emplea el montaje descrito anteriormente, empleando un porcentaje de modulación del 30% en el oscilador a 5 mV.

12.2.4. Gama de frecuencias cubiertas.

Lo usual en un receptor europeo es que cubra varias subgamas:

1. Una banda de onda larga de 1.000 a 1.800 metros.
2. Otra de onda media de 200 a 600 metros.

[457] Esta medida se lleva a cabo utilizando un oscilador con salida conectada a una antena ficticia, colocado a 1 MHz, con un porcentaje de modulación del 50%, con una frecuencia de modulación de 400 Hz.

3. Una o varias de ondas cortas de 18 a 60 metros, correspondientes a las frecuencias de 300 a 170 kHz en onda larga, de 1,5 a 0,5 MHz y 17 a 5 MHz.

Los receptores más modernos, especialmente los fabricados a partir de 1960, cuentan con la banda de Modulación de Frecuencia, variable entre 87,5 y 100, 104 o 108 MHz.

12.2.5. Protección contra ruidos.

El receptor debe estar protegido contra todos los ruidos que se generen sobre la señal incidente o sobre la frecuencia intermedia, para todas las longitudes de onda indicadas en el cuadrante de sintonía[458].

La U.T.E. recomendaba que las relaciones E/E_0 fuesen superiores a los valores indicados en la tabla siguiente:

[458] En este caso se anotaba la tensión E^0 de la señal de salida del oscilador correspondiente a una potencia de salida del receptor de 50 mW. A continuación se sintonizaba el oscilador sucesivamente a la frecuencia intermedia y a la frecuencia sobre la cual se ha sintonizado el receptor, anotando en cada caso la tensión E que es preciso dar a la señal de salida del oscilador para mantener la misma potencia de 50 mW a la salida del receptor.

Tabla 48. Valores límite de los ruidos.

Frecuencia de sintonía	Sobre la frecuencia incidente		Sobre la frecuencia intermedia	
MHz	**E/E_0**	**DB**	**E/E_0**	**dB**
Inferiores a 0,5	178	45	50	34
0,6	k100	40	50	34
1	56	35	50	34
1,5	31	30	50	34
Superiores a 2	Ningún valor impuesto		50	34

La regulación automática de la sensibilidad debe producir una buena estabilidad de la potencia de salida cuando el nivel de la señal recibida varía en los límites determinados sin saturación ni arrastre de sintonía.

El dispositivo de control automático de sensibilidad, también denominado C.A.V. o C.A.G. se verifica como en los casos anteriores[459] . La potencia P_1 debe de ser superior a la nominal y P_2 estar comprendida entre la potencia nominal y la potencia P indicada en la tabla siguiente[460]:

[459] En el montaje anterior se inyecta al receptor una señal de 400 Hz con un nivel de modulación del 30% y se une en derivación de la bobina móvil del altavoz, además del voltímetro, un distorsiómetro. Se ajusta el nivel de salida del generador al valor E_1 en función de la categoría del receptor y se anota el correspondiente valor de la potencia de salida del receptor P_1. A continuación se lleva el nivel de tensión de entrada del generador al receptor a un valor $E_2 = E_1$ 10 y se anota la potencia correspondiente P_2 de salida del receptor.

Como antena ficticia puede emplearse un circuito R-C serie de 25 ? 75 pF para frecuencias inferiores a 2 MHz, y una resistencia de 200 ? para frecuencias superiores

[460] Tipo A: receptores de alterna con transformador de salida de una potencia nominal por lo menos igual a 1.500 mW. AB: receptores de alterna alimentados por transformador con una potencia mínima de 1.000 mW. B: receptores universales con una potencia mínima de 500 mW.

Tabla 48. Valores límite de los ruidos.

Frecuencia de sintonía	Sobre la frecuencia incidente		Sobre la frecuencia intermedia	
MHz	**E/E_0**	**DB**	**E/E_0**	**dB**
Inferiores a 0,5	178	45	50	34
0,6	k100	40	50	34
1	56	35	50	34
1,5	31	30	50	34
Superiores a 2	Ningún valor impuesto		50	34

12.2.6. Distorsión.

El receptor debe poder suministrar una potencia de salida nominal sin distorsión excesiva, cualquiera que sea el nivel de la señal a recibir en servicio normal. Para medirla se coloca en derivación de la bobina móvil del altavoz un *distorsiómetro*[461].

Para ello, el generador se ajusta a 1 MHz modulado a 400 Hz con un 30% de modulación, a 100 mV para los receptores de categoría A y de 50 mV para las restantes categorías. Procediendo de la forma ya vista, se mide la potencia de salida del receptor al máximo volumen y en el distorsiómetro el porcentaje de distorsión armónica de la señal de salida del receptor. Tal potencia debe ser igual o superior a la potencia nominal indicada en la tabla anterior con un porcentaje de distorsión del 10%.

12.2.7. Precisión de las indicaciones del cuadrante.

Esta medida resulta de especial interés para los usuarios de un receptor, ya que de ella depende la fiabilidad del aparato a la hora de sintonizar las distintas estaciones, especialmente en la banda de onda corta.

Los cuadrantes o diales de los receptores deben llevar las correspondientes indicaciones para que se puedan encontrar sin ambigüedad las estaciones a recibir. Tal graduación se lleva a cabo utilizando un frecuencímetro de gran precisión y sintonizando el receptor a las frecuencias indicadas en el cuadrante de forma que los valores no deben diferir en un 2% del valor para frecuencias superiores a 2 MHz y en un 4% para frecuencias inferiores a 2 MHz.

[461] Dispositivo para medir la distorsión armónica.

12.2.8. Reversibilidad del mando de sintonía.

Un determinante de la calidad de un receptor es su facilidad de manejo, así como el poseer mando único de sintonía en la mayoría de los casos, control automático de ganancia e indicador visual de sintonía.

El juego en el mando de sintonía debe ser lo suficientemente pequeño como para no arrastrar ninguna imprecisión notable durante un cambio de sentido de arrastre. Su verificación se lleva a cabo de la forma siguiente:

- Se hacen actuar simultáneamente en el receptor dos oscilaciones de alta frecuencia no modulados: el ya mencionado a 1 MHz, y otro a la frecuencia intermedia del receptor que se inyecta directamente a la entrada de antena.

- Se sintoniza el receptor a 1 MHz y se actúa sobre el mando de sintonía hasta obtener un batimiento nulo con el oscilador sintonizado a la frecuencia intermedia, anotando la posición correspondiente en el dial.

- A continuación se pasa largamente del punto señalado y se vuelve en sentido inverso para caer exactamente sobre la posición indicada, midiendo entonces la frecuencia de la señal de salida del receptor, igual a la frecuencia de batimiento con el oscilador sintonizado sobre la frecuencia intermedia, la cual tiene que ser inferior a 5 kHz.

12.2.9. Efecto microfónico Larsen.

Es preciso que las reacciones del altavoz sobre los órganos del receptor sean débiles, con el fin de no producir reacciones electroacústicas.

El control del *efecto microfónico* se lleva a cabo de la manera siguiente:

1. Se inyecta al receptor una señal de 50 mV no modulada y sintonizada en una de las frecuencias del cuadrante.
2. Se lleva al máximo el control de volumen del receptor.
3. En el caso de que aparezcan oscilaciones, se reduce el volumen al límite de iniciación y se modula el oscilador a 400 Hz, con un porcentaje de modulación del 30%.
4. Se calcula la potencia de salida del receptor P con ayuda de un voltímetro, midiendo la tensión eficaz en los extremos de la bobina móvil ($P = E^2/R$) que debe ser igual o superior a 150 mW.

12.2.10. Funcionamiento como amplificador.

Tras la desaparición de los gramófonos y fonógrafos, una vez comercializadas las cápsulas fonocaptoras magnéticas y piezoeléctricas, comenzaron a fabricarse los platos giradiscos que bien se incorporaban al mismo mueble del receptor de radio - conjunto denominado *radiogramola* - o bien se montaba sobre un soporte de madera independiente.

La salida de la cápsula o *pickup* se conectaba por la parte trasera al *puerto de fono* del receptor. Mediante un conmutador se selecciona la señal de entrada al amplificador de baja frecuencia, ya sea el propio sintonizador de radio, o bien el plato giradiscos.

De esta forma, se ampliaban las posibilidades del receptor de radiodifusión que - en contra de las severas opiniones que afirmaban que el nacimiento de la radio supondría el fin definitivo de la industria discográfica - contribuyó a una sustancial mejora en la industria discográfica.

Gracias a los platos giradiscos los oyentes, aparte de escuchar sus obras musicales preferidas a través de ese medio de comunicación, pueden formar su discoteca con el fin de realizar sus propias selecciones musicales en cualquier momento. sin necesidad de estar pendientes de los horarios de emisión de los distintos programas musicales a través de las distintas estaciones radiodifusoras[462].

A tal respecto, es preciso considerar que hasta el nacimiento de las radiofórmulas musicales, las distintas estaciones de radiodifusión sonora basaban la calidad de sus emisiones musicales precisamente en la *no repetición* de las grabaciones musicales radiadas, motivo por el cual los oyentes pueden pasar largas temporadas hasta volver a escuchar sus registros favoritos, a no ser que adquiriesen un plato giradiscos o una radiogramola.

Cuando un receptor está dotado del *puerto para fonocaptor*, es preciso que sea capaz de entregar cierta potencia de salida con una sensibilidad suficiente y sin distorsión.

La verificación de esta cualidad se lleva cabo con el mismo montaje utilizado en la medida de la distorsión:

1. Con el conmutador en posición fono, se inyecta a la entrada una tensión senoidal de 400 Hz de valor V regulada.

[462] Situación similar se produjo con la aparición de los radiocassettes posteriormente de los radio-CD's.

2. Mediante el potenciómetro de volumen del receptor, se ajusta éste al máximo y se regula el nivel de salida del oscilador hasta obtener la potencia nominal indicada en la tabla anterior.

Si señal de entrada es inferior a 0,5 voltios y el porcentaje de distorsión debe ser inferior o igual al 7%[463].

12.2.11. Cualidades diversas.

Otros factores que deben someterse a consideración a la hora de elegir un receptor son los que siguen:

1. **Modo de alimentación**, ya sea con pilas, baterías, red o mixto. Este factor tuvo especial relevancia en un principio a la hora de adquirir un receptor destinado a zonas rurales no electrificadas, o a ciudades con redes de alimentación alternas o continuas. Con posterioridad volvió a tenerlo, tras el nacimiento de los receptores portátiles a válvulas que permitían, además, su conexión a la red de corriente alterna para la recarga de las baterías y/o para su funcionamiento normal.

2. **Consumo**. Debe ser mínimo en ausencia de señal, especialmente en los primeros receptores alimentados por baterías que precisaban recarga, y en los portátiles o móviles alimentados por pilas.

3. **Peso**.

4. **Climatización**. Es la capacidad de adaptación a climas con diversos grados de temperatura y humedad.

[463] Normas de la U.T.E. para la construcción de losa receptores de radio. Española de electrónica. nº 63. Febrero 1963. p. 81 y 82.

5. **Presentación y diseño externo**.

6. **Precio**.

7. **Calidad y vida media de los componentes**: número de válvulas y elementos susceptibles de envejecer[464].

[464] GARCÍA NAVARRO. O. C. p. 62.

CAPÍTULO 13. ELEMENTOS PERIFÉRICOS DE LOS RECEPTORES.

13.1. INTRODUCCIÓN.

Recogiendo el término informático *periférico* se utilizará para su definición la siguiente:

Periférico es cualquier accesorio que pueda conectarse a un receptor de radio con el fin de ampliar sus posibilidades de uso, mejorar o simplificar su funcionamiento y/o proteger sus componentes de la acción de agentes exteriores.

Algunos de los elementos que se mencionan, para los receptores de válvulas, entraron rápidamente en desuso como consecuencia de las sucesivas mejoras en los sistemas de transmisión y recepción de ondas de radio, como en las redes de distribución de energía eléctrica.

Se han seleccionado para su análisis los siguientes elementos:

1. Los eliminadores de baterías.
2. Las antenas.
3. El filtro antiparasitario.
4. Los elevadores-reductores.
5. La válvula de seguridad.

6. El mando a distancia.

7. El fonochasis.

8. El oscilador fonográfico.

9. El sintonizador de FM.

10. El filtro selector de antena.

11. El altavoz de cabecera.

12. El temporizador de previo pago.

13. El reductor térmico.

13.2. LOS PUERTOS DE LOS RECEPTORES.

Aplicando a los receptores la terminología informática utilizada hasta el momento, se establece la existencia de distintos *puertos* o tomas, colocados generalmente en la parte posterior del chasis, a los que se conectan los distintos elementos *periféricos* de los receptores.

La conexión de los *periféricos* no es siempre imprescindible para el normal funcionamiento del aparato, aunque en todos lo casos, mejora las condiciones de recepción e incluso amplía las posibilidades de uso del receptor.

Básicamente, los puertos de un receptor son los siguientes:

1. La toma de antena y tierra.
2. El entrada de fono.
3. La toma de altavoz exterior.
4. La salida de grabación.
5. La toma para el mando a distancia.
6. La entrada de alta y baja tensión.
7. El conectador de entrada de la corriente de red.
8. Las conexiones para el mando a distancia.
9. Las tomas para decodificador FM estéreo.

Es preciso matizar que estos conectadores no están presentes en todos los receptores. Los más usuales son únicamente la toma de antena y tierra, y a lo sumo la

entrada de fono. El resto aparece en los de muy alta calidad. La entrada de alta y baja tensión esta presente solo los primitivos receptores a baterías.

13.3. LOS ELIMINADORES.

La alimentación de los receptores de radiodifusión sonora se llevó a cabo en un principio a través de pilas y baterías encargadas de suministrar la corriente continua necesaria para su funcionamiento.

Estos sistemas de alimentación se continuaron empleando, tras la llegada de los receptores que se podían conectar directamente a la red eléctrica de alumbrado, tanto en los receptores portátiles como en aquellos fijos instalados en zonas rurales sin red de suministro de energía eléctrica.

Como ya se analizó en el capítulo correspondiente, las baterías y las pilas presentaban dos graves problemas para el usuario de los receptores:

1. Sus elevados precios (es preciso tener en cuenta que una pila de alta tensión está formada por unas 20 pilas de 1,5 voltios como mínimo).
2. La dificultad añadida del mantenimiento de las baterías húmedas.

Con el fin de reemplazar tales sistemas de alimentación, en zonas geográficas en las que se implantó el suministro de corriente eléctrica alterna a través de redes de alumbrado, se diseñaron dispositivos periféricos que permitieron su sustitución por un pequeño aparato encargado de rectificar la corriente de la red, adaptándola a las necesidades de los receptores, de manera similar a lo que ocurre en nuestros días con los denominados *alimentadores* de los aparatos que funcionan a pilas.

Estos eliminadores tenían una doble función:

1. Permitir el funcionamiento de los receptores de pilas empleando directamente la energía suministrada por la red eléctrica de alumbrado, más económica que las correspondientes baterías y pilas.

2. Recargar las baterías de los receptores portátiles.

En principio los *eliminadores* supusieron la supresión total o parcial de las baterías y de las pilas de alimentación utilizadas en los radiorreceptores. Su empleo se difundió poco a poco, lo que permitió un importante ahorro a los usuarios, ya que de esta manera se eliminaban los costes derivados del mantenimiento de las demás fuentes de alimentación.

Los eliminadores son básicamente sistemas de rectificación de onda completa, con válvulas diodo y condensadores de elevada capacidad, que permiten obtener la energía precisa para la alimentación de los receptores directamente de la red eléctrica alterna. En los receptores actuales se emplean dispositivos similares denominados *alimentadores* cuyo fin es doble: por una parte, permitir la conexión directa a la red alterna de alumbrado. Transforman dicha corriente alterna en corriente continua de bajo voltaje. Por otra parte, en los receptores adaptados a tal fin, recargar las baterías si se utilizan en lugar de pilas convencionales.

Fig. 159. Publicidad de eliminadores Philips.

Su empleo se extendió de forma progresiva. En una primera etapa se conectaron en paralelo con la batería de alimentación, formando de esta manera un dispositivo *en flotación* que permitía obtener tensiones continuas con muy escaso rizado debido a la acción de la batería, que actuaba a su vez como filtro.

Como consecuencia de que el máximo consumo de corriente de los receptores es debido a los circuitos de filamento, en una segunda etapa comenzó a utilizarse además del sistema en flotación anterior, un segundo dispositivo que permitía obtener la alta tensión o *tensión anódica*, de manera independiente, mediante un segundo rectificador.

13.3.1. Funcionamiento de los eliminadores.

Un eliminador en esencia consta de un transformador cuyo primario va unido directamente a la red alterna de alumbrado adaptada a su tensión correspondiente a través de un conmutador. En el secundario aparecen las correspondientes tensiones alternas para la alimentación de los filamentos (entre 1,2 y 6,3 voltios según los receptores) y la alta tensión (60 a 150 voltios) que debidamente rectificada, se utiliza para alimentar las placas de las válvulas.

La rectificación de la corriente de alta tensión se lleva a cabo mediante rectificadores de selenio o incluso a través de válvulas termoiónicas tipo diodo o dobles diodos, de manera análoga a la descrita en las fuentes de alimentación de los receptores alimentados exclusivamente por corriente alterna.

La corriente rectificada por la válvula pasa por un sistema de condensadores electrolíticos cuya misión es eliminar el rizado.

Las firmas más importantes de fabricantes de receptores de radiodifusión sonora comercializaron sus propios eliminadores, destinados en principio al uso exclusivo en sus propios aparatos. Lo propio hicieron los restantes fabricantes de materiales para radio.

Los eliminadores fueron los precursores de las fuentes de alimentación que posteriormente formaron parte del propio diseño de los receptores, tanto fijos como portátiles.

13.4. LAS ANTENAS.

Antena es el conductor metálico que, conectado a un receptor, permite mejorar las condiciones de recepción de las ondas de radio.

Por su ubicación es posible hablar de *antenas exteriores* e *interiores*, según se instalen en el exterior del edificio o en la misma habitación en la que se encontraba el receptor.

- ✍ Como caso especial, pueden mencionarse las antenas interiores que se colocan en el interior del mueble del propio receptor, que se denominan *antenas incorporadas*.

Otra clasificación, especialmente útil en las antenas receptoras de emisiones en Modulación de Frecuencia, permite agruparlas en:

1. Antenas *dirigidas*. Son aquellas que captan con mayor intensidad las emisiones procedentes de una dirección determinada.
2. Antenas *no dirigidas* o *simétricas*. Permiten la recepción con la misma intensidad en todos los sentidos.

Las antenas que presentan la particularidad de que uno de sus extremos está unido a tierra son denominadas *Marconi* frente a las antenas que están totalmente aisladas de tierra o antenas *Hertz*.

Los antiguos receptores de AM precisan para recibir en condiciones óptimas un número elevado de estaciones, especialmente en la gama de ondas cortas, la instalación de antenas exteriores, pues las antenas denominadas *interiores*, o en su caso las primitivas antenas *de cuadro* no siempre eran las más adecuadas, especialmente en edificios con estructura metálica, y en receptores conectados a la red eléctrica por ser ésta portadora de un gran número de parásitos que en ocasiones hacían imposible la escucha.

El estudio de las antenas se inicia con el análisis de las antenas de recepción de emisiones en AM y posteriormente las de FM.

13.4.1. Antenas para la recepción de estaciones de AM.

Tanto los primeros receptores de válvulas como los de las últimas generaciones incorporaban un *puerto de antena* y otro *de tierra* (con la excepción de los receptores de alimentación indistinta que, por seguridad, solamente llevan toma de antena[465]).

Al *puerto de antena* se conectaba un cable, preferentemente blindado, que mediante aisladores instalados al efecto se hacía llegar hasta el punto mas elevado del edificio, donde se instalaba la antena exterior.

La antena consta de uno o varios hilos conductores, aislados de tierra en el caso de antenas *Marconi*, suspendidos en el aire, sujetos a uno o más postes u otros puntos de fijación elevados, y de hilos que descienden hasta el aparato receptor. Los conductores de antena pueden colocarse en dirección paralela, normal u oblicua respecto al suelo, y pueden presentar formas diversas.

[465] Ello es debido a que el chasis del receptor estaba conectado directamente a uno de los polos de la red eléctrica y puede producirse un cortocircuito al conectar la toma de tierra.

Para su estudio la antena se divide en dos partes:

1. La porción horizontal, vertical u oblicua que constituye la antena propiamente dicha.

2. Los conductores de bajada que enlazan la anterior con el aparato receptor.

- ✍ La bajada de antena debe estar situada de manera que no capte ni radie energía alguna. Se denomina igualmente línea de transmisión y sus conductores, alimentadores.

- ✍ La eficiencia de una antena exterior está en función de su altura relativa al suelo y demás obstáculos circundantes y de su aislamiento respecto a tierra.

- ✍ La señal recogida por la antena es función directa de la potencia de la estación, de la ausencia de obstáculos físicos entre ellos, e inversa de la resistencia de la antena, la longitud de onda del emisor (salvo en emisiones de onda corta) y de la distancia entre el emisor y el receptor.

Al ser la antena un sistema eléctrico, posee una capacidad, autoinducción y resistencia estimables:

- ✍ La autoinducción de la antena es consecuencia de la oposición que presenta el propio conductor que constituye la antena al paso de corrientes alternas. En el caso de antenas exteriores emplazadas en lugares despejados, sin cuerpos absorbentes próximos, su autoinducción estará uniformemente repartida por unidad de longitud de conductor.

- ✍ El efecto de la capacidad se debe a que los conductores de antena y tierra se comportan como las armaduras de un condensador en el

que la antena se comporta como *armadura colectora* y el conductor de tierra como *condensadora*.

- La resistencia de la antena receptora es consecuencia de un conjunto de factores agrupados en resistencia ohmica de los conductores, pérdidas por defecto de aislamiento, absorciones y radiaciones.

Las tres magnitudes mencionadas se encuentran repartidas a lo largo de toda la antena de manera no uniforme, y están en función de la frecuencia de la radiación captada

El objeto fundamental de una antena receptora es captar el menor ruido posible y la mayor cantidad de señales de radio útiles, o lo que es equivalente, conseguir una relación señal/ruido óptima.

La eficiencia en el funcionamiento del receptor está en estrecha relación con el tipo de antena utilizado, siendo en cualquier caso una antena aérea lo más recomendable, ya que las antenas interiores, al encontrarse inmersas en la zona de perturbación, solamente pueden dar resultados aceptables en zonas rurales.

13.4.2. Emplazamiento de las antenas.

Desde el punto de vista de su emplazamiento, se habla de antenas exteriores e interiores.

Una antena formada por uno o más hilos horizontales, bastante elevada del suelo, bien apartada de edificaciones, arbolado y líneas de alta tensión puede ser considerada como una verdadera antena exterior.

Un hilo en zig-zag a la altura del suelo o tendido entre ventanas de un patio, o un hilo cruzado en la calle son simples *antenas a la intemperie*, susceptibles de captar más ruidos parásitos que señales radioeléctricas.

13.4.3. Formas de antena.

El tipo de antena a utilizar está en función de las condiciones locales en las que se encuentra el receptor y de la banda de frecuencias a sintonizar de manera preferente.

En el caso de receptores mixtos AM/FM, éstos deben conectarse a dos antenas independientes, una para cada banda.

Su forma y disposición es muy variable, aunque cabe destacar las que se mencionan a continuación:

1. **Antena directa o vertical**. En su forma más sencilla, consiste en un hilo situado vertical u oblicuamente con relación al suelo, con el extremo superior suspendido de un punto, y con el inferior unido directamente al aparato receptor.

   - Producen un buen resultado en zonas exentas de parásitos eléctricos.
   - Para recepción de emisiones en onda normal, su longitud óptima es de 60 a 125 metros.

2. **Antena en L invertida**. Denominada así por su forma característica. Es la más usual. Recibe bien las señales de cualquier dirección, aunque tiene carácter marcadamente direccional en el sentido de su máxima longitud.

- Se obtiene un resultado aceptable en la recepción de ondas normales empleando antenas formadas por dos hilos paralelos de 35 m de longitud, separados entre sí 0,75 metros y situando el brazo horizontal a unos 20 metros del suelo.

3. **Antena en T**. Su nombre deriva de la semejanza a una T. La rama descendente sale del punto central de la porción horizontal.

- Es direccional en los dos sentidos de su longitud.

- En general está formada por dos hilos paralelos espaciados 0,75 metros, de 50 metros de longitud y 20 en su porción descendente.

4. **Antenas de caja, prismáticas o de jaula.** Formadas por tres o más conductores paralelos, con sus extremos respectivos unidos entre si, de manera que uno de éstos se une a la bajada de antena al receptor.

5. **Antenas prismáticas en T.** Consistentes en dos antenas de caja unidas en serie, de manera que el conductor de bajada arranca del punto central de unión.

6. **Antenas en abanico y en paraguas.** Formadas por grupos de hilos de direcciones convergentes en el punto de bajada dispuestos en forma de abanico o de paraguas invertido.

- Cabe pensar que el oyente medio de los primeros años de la radiodifusión no era exigente en extremo en relación con el tipo de antena que le instalaban en su receptor. Básicamente se pedía que el receptor sintonizase la o las estaciones locales en onda media y las más importantes estaciones de onda corta, especialmente aquellas con programaciones especiales destinadas a la audiencia española.

La forma de la antena iba condicionada fundamentalmente por el espacio exterior disponible, pues aparte de las distintas consideraciones teóricas relativas a eficiencia y directividad de las antenas se puede afirmar que el factor primordial que determina la calidad de la antena es su localización en un punto lo más despejado posible, lejos de industrias y, en su momento, del tendido eléctrico de los tranvías.

- Todo lo anterior, se ha podido comprobar con un receptor de la marca Jumper, montado a mano en los años 40, situado en una casa baja de la huerta de Murcia, en una zona despejada. Como antena se utilizó un simple muelle de tres metros sujeto a dos aisladores de porcelana, fijos a la pared de la habitación, y sin toma de tierra. Con esta disposición era posible escuchar, aparte de las estaciones locales de Murcia durante el día (en principio Radio Murcia exclusivamente y a partir de los años 50 Radio Juventud), las emisiones nocturnas de estaciones tan distantes como Radio Andorra, Radio París, Radio Luxemburgo, Radio Montecarlo, Radio Barcelona y Radio Nacional de España en Madrid y Barcelona - todas ellas en onda media- y un número no determinado de estaciones de onda corta, como la ya desaparecida Radio España Independiente y las emisiones dirigidas hacia España de la BBC de Londres y Radio Francia Internacional, todas ellas con un nivel de calidad equiparable a la de las estaciones locales.

- El mismo receptor, que hoy ha pasado a formar parte de la colección del autor[466], salvando las actuales diferencias relativas a la potencia de las estaciones y guardando su configuración original, funciona 60 años después conservando todas sus

[466] Su fotografía aparece en el capítulo dedicado a la Arquitectura de los receptores.

características, incluida la sintonización de las estaciones citadas que transmiten en la actualidad.

A efectos prácticos es posible determinar la longitud de onda correspondiente a la frecuencia de resonancia de una antena:

- Para una antena Marconi vertical de hilo vertical, varía de 4 a 4,1 veces su longitud, contada desde el receptor al extremo más alejado del hilo de antena.
- Para una antena del mismo tipo horizontal, a 1 metro sobre el suelo, es 5 veces su longitud.
- En antenas oblicuas respecto al suelo, 4,2 veces su longitud.
- Para antenas en T, con una parte horizontal mucho menor que la vertical, de 4,3 a 5 veces.
- Para antenas en paraguas, de 6 a 10 veces la longitud desde el receptor al extremo alejado.
- En antenas en L invertida, de 5 a 7 veces la longitud desde el receptor al extremo más distante.
- En antenas complejas formadas por varios hilos paralelos, puede aproximarse a.

Las consideraciones anteriores se aplican exclusivamente a los receptores situados en zonas con pésimas condiciones de recepción, con el fin de permitir sintonizar al menos una estación determinada, pues en zonas de recepción aceptable, como ya se ha mencionado, tales precisiones son de escasa eficacia.

La forma más usual de la antena es la de un hilo de cobre de longitud variable, sujeto por sus extremos a dos aisladores, al que se conectaba el cable

procedente del receptor, bien en uno de sus extremos o en el punto medio. Otros dispositivos más complejos consisten en varios conductores paralelos colocados en forma de *parrilla* o de *hamaca*.

Puesto que las antenas deben instalarse en el exterior de los edificios, con el fin de proteger el receptor de posibles descargas provocadas por las tormentas, se instalaban *descargadores*[467] en los extremos de la antena.

La eficacia de una antena depende en gran parte de su aislamiento. Los fabricantes recomendaban la colocación de al menos dos aisladores entre la antena y el receptor.

El hilo o cable de antena puede ser esmaltado, estañado, de hierro recubierto de cobre, cinta de cobre, o mallas. En general es recomendable el empleo de hilos de 1,5 a 2 mm de diámetro, esmaltados de cobre, con el fin de evitar su corrosión, pues al circular las corrientes de alta frecuencia por la superficie del conductor, los procesos de oxidación determinan un importante incremento en la resistencia de los conductores, con la subsiguiente pérdida de efectividad de las antenas.

El hilo de bajada debe formar parte del mismo hilo de antena, circunstancia que únicamente puede darse en las antenas en L y en V, evitando de esta manera empalmes y soldaduras. Cuando el cable de bajada debe atravesar un muro es preciso aislarlo en la zona de contacto.

La antena exterior no tiene porqué ser demasiado alta. Así, las antenas instaladas en el suelo, deben colocarse a una altura de 12 metros, y en tejados bastaba

[467] Dispositivos eléctricos que derivaban a tierra las posibles descargas eléctricas producidas durante las tormentas.

con 6 metros. Es recomendable el empleo de dispositivos tensores instalados en los correspondientes mástiles.

En la documentación consultada correspondiente a los años 1920 a 1960 se ha podido constatar que el tipo de antena de recepción más extendido es la antena en L, siempre y cuando las circunstancias de espacio, emplazamiento y altura no recomendasen otro tipo más eficaz[468]

- Una antena de este tipo debe tener una longitud de 30 metros de longitud total, incluida la bajada. Esta antena es la recomendada por la Administración inglesa en 1934, y los receptores comerciales iban adaptados para su conexión.

- La eficacia de una antena de estas características, de 20 m de longitud y 10 de bajada, debía ser tal que recibiese con la misma eficacia ondas de 20 a 2.000 metros, adaptando previamente en el interior del receptor las bobinas de antena adecuadas, mediante el conmutador de ondas.

Las distintas antenas exteriores deben orientarse adecuadamente, debido a que, salvo las verticales, todas ellas tienen un efecto direccional más o menos marcado, aunque en general este efecto es prácticamente despreciable. Por lo general, la instalación está condicionada por las condiciones particulares de cada usuario, y solamente en el caso de aquellos que dispusiesen de espacio libre en todas direcciones, se puede orientar hacia una estación determinada, aunque más que a la orientación es preferible evitar elementos susceptibles de perturbar la recepción.

[468] En esos casos se recurría al empleo de antenas bifilares, empleando dos hilos de la máxima longitud posible y una separación mínima de 1 metro, o antenas en V, con ángulos de 30 a 60 grados, con el vértice dirigido hacia la estación. No es condición indispensable que los hilos sean de la misma longitud.

Como caso anecdótico, merece destacarse el empleo de las denominadas por Blasco Dieste[469] a*ntenas de fortuna*. Se trataba de dispositivos que se aprovechaban como antenas sin estar instalados para tal fin.

De su eficacia no es posible efectuar generalizaciones, pues depende exclusivamente de las condiciones en las que llegaban las ondas al lugar de recepción.

- Los conductores de la red eléctrica también se emplearon a tal fin. Cabe destacar que muchos receptores modestos que funcionaban sin emplear antena ni tierra en realidad aprovechaban dicha red a través del propio enchufe de alimentación. En cualquier caso, para su empleo es imprescindible instalar un condensador de 1 kpF entre el terminal de antena del receptor y la red eléctrica y probar cual de los dos polos produce una recepción más aceptable[470]. En principio es indiferente que la corriente de la red sea alterna o continua. Estos receptores se distinguen fácilmente, ya que se ha podido comprobar que al conectarlos a la red, su sensibilidad varia al cambiar la polaridad del enchufe de la red, de manera que una misma estación local puede dejar de escucharse al cambiar dicha polaridad.

[469] BLASCO, J.: *"Antenas de recepción"*. Electrón. nº 12. 1 Septiembre 1934.

[470] Algunos receptores Telefunken llevan un conmutador de antena en su parte posterior que permiten el empleo de uno de los polos de la red eléctrica como antena intercalando un condensador como el indicado. En la actualidad los receptores de este tipo que se han puesto en marcha para su estudio presentan una recepción aceptable solamente para la banda de onda corta, pues aparecen parásitos en las recepción de emisiones en onda media.

13.4.4. Funcionamiento de las antenas.

Una antena receptora se comporta como parte de un circuito resonante en relación a la frecuencia de la señal captada procedente de la estación, para que de este modo la corriente transferida entre los dos circuitos alcance su valor máximo. Por ello, la antena tiene su frecuencia de resonancia característica a la cual corresponde una longitud de onda denominada *fundamental* o *natural* a la cual la antena entra en resonancia directamente sin el empleo de inductancias ni condensadores adicionales. Igualmente aparecen en ellas efectos similares con los *armónicos* correspondientes a dicha frecuencia[471].

✍ La resonancia es un fenómeno complejo resultante de la acción de una frecuencia fundamental y de sus respectivos armónicos y en ocasiones puede comportarse como si la perturbación recibida por la antena se reflejase a lo largo de ella y al llegar a un extremo aislado volviese en dirección contraria e interactuase con la onda principal, apareciendo una onda estacionaria senoidal cuya amplitud es distinta en cada punto del circuito de antena, aunque alcanza el máximo valor en el mismo instante en todos ellos.

La forma de funcionamiento depende del tipo de antena. En el caso de una antena sencilla *Marconi* formada por un hilo conductor vertical con el extremo inferior unido a tierra y aislado por el otro extremo, cuando la antena se ve sometida a la acción de una perturbación eléctrica, ésta se transporta a través del hilo en forma de oscilación compleja con una frecuencia fundamental, con un vientre en el pie de la antena o punto unido a tierra, y un nodo de vibración en el extremo aislado, cuyo

[471] Un efecto no deseable en una antena es la aparición de ondas estacionarias. En un circuito oscilante cerrado, la intensidad de la corriente es la misma en todos sus puntos. Por el contrario en un circuito resonante abierto, como es el caso del circuito antena-tierra de un receptor, la intensidad varía en cada punto de éste.

voltaje e intensidad se encuentran en oposición de fase. La onda fundamental de esta antena es igual a cuatro veces su longitud física, condiciones en las cuales se puede afirmar que la antena oscila en ¼ de longitud de onda.

Las antenas *Marconi* simples conservan siempre el nodo de tensión en la tierra y el vientre en el extremo aislado. Simultáneamente se produce una serie de ondas armónicas con las que la antena entra simultáneamente en resonancia, cuyo valor se obtiene dividiendo y multiplicando la frecuencia fundamental por la serie de números impares.

En una antena de estas características se generan además los nodos y vientres de tensión e intensidad de las ondas armónicas, en puntos intermedios y en número tanto mayor que el orden de armónicos que se consideren, con lo que se establecerán las correspondientes ondas estacionarias.

Por el contrario, en una antena simple *Hertz* cuando la antena no posee ningún punto conectado a tierra, sino que sus extremos están aislados, la distribución de potenciales e intensidades difiere de la anterior. Considerando un hilo vertical en estas condiciones, con los extremos libres se puede comprobar que los nodos y vientres de potencial distan entre si ½ longitud de onda y no ¼ y lo propio sucede con la intensidad. En la frecuencia fundamental existe un vientre de intensidad que coincide con la parte media de la antena y dos nodos, coincidentes con las extremidades. El segundo armónico tendrá dos vientres y dos nodos.

Por ello, para cubrir todas las necesidades de sintonía de los receptores es preciso variar la autoinducción y la capacidad de la antena con el fin de que su empleo sea más versátil.

Con ese fin, se emplean condensadores y bobinas variables, bien en serie o en derivación con el circuito de antena, separados o combinados[472].

- Al colocar en serie una bobina, se incrementa la inductancia del sistema y en consecuencia la longitud de onda correspondiente a la frecuencia fundamental de resonancia.
- Un condensador colocado en serie produce el efecto contrario, pues la disminución de capacidad efectiva disminuye la longitud de onda de resonancia.

Debido a las condiciones en las que se efectuaba la recepción en su momento, últimos años de la década de los veinte y primeros treinta, especialmente en grandes núcleos urbanos, se hacía necesario instalar antenas en el exterior de los edificios si se deseaba recibir un número adecuado de estaciones en condiciones aceptables.

Ello supuso la proliferación de tales dispositivos, especialmente en los tejados y azoteas de edificios, colocados muy próximos entre si, lo cual daba lugar a fenómenos de *interacción*. Tales fenómenos se agrupan en tres grandes tipos:

1. **Radiación.**
2. **Rerradiación.**
3. **Acoplo entre antenas.**

Si se tiene en cuenta que en esos años la mayoría de los receptores funcionaban según el principio de la retroalimentación, las propias antenas de

[472] Se ha comprobado que muchos receptores analizados incorporaban un sistema de bobina/condensador variables que permite el ajuste de la antena a su valor óptimo de recepción.

recepción en principio actuaban igualmente como pequeñas estaciones que interferían en los receptores vecinos.

La radiación era una interferencia producida por los receptores como consecuencia de la generación de oscilaciones eléctricas de una frecuencia determinada por las propias características del circuito.

El efecto sobre los receptores circundantes era la producción de una nota intermitente o un silbido con longitudes de onda muy cercanas a la frecuencia radiada por el receptor oscilante. Esta radiación se efectuaba siempre en forma de onda continua no modulada[473]. En la época se denominó, de manera impropia, *rerradiación*

✍ La *rerradiación* no es una onda continua sin modular, como es el caso de la radiación, sino una onda perfectamente modulada en consonancia con las modulaciones de las señales recibidas, que existían tan sólo en cuando lo hacían las ondas incidentes.

El fenómeno es especialmente marcado en el caso de receptores con retroalimentación. En ellos ésta se producía por debajo del punto de oscilación, ocasionando perturbaciones en los aparatos cercanos, siguiendo dos procedimientos diferentes:

1. El primero de ellos consiste en que la energía rerradiada no lo es en la forma en que originariamente se transmitía desde la estación, sino que tiene algo adquirido y superpuesto por la receptora.

[473] La rerradiación es otro tipo de interferencia producida como resultado del proceso por el que una antena recogía energía de una onda incidente, y como su nombre indica, vuelve a radiar energía al espacio.

2. El segundo se producía como consecuencia de que la energía rerradiada, particularmente en el caso de grandes antenas adyacentes de receptores retroalimentados, alteraba las señales en las antenas próximas, produciendo señales internas y ficticias en los otros receptores, que desaparecían cuando la antena mayor estaba sintonizada con la estación[474].

El acoplo entre antenas era la interferencia que más perturbaba la recepción. Se producía cuando se situaban dos o más antenas próximas entre sí, a distancias tan cortas que cada una de ellas afectaba a la sintonía de la otra.

En las poblaciones congestionadas aparecían simultáneamente los tres tipos de interferencia, y la solución que se apuntó en principio fue por una parte controlar la radiación producida por los receptores retroalimentados, y por otra el empleo de antenas interiores de las denominadas *de cuadro* ya que éstas no ejercían acciones mutuas de interacción, uniendo todo lo anterior al diseño de receptores con mayor número de válvulas, con el fin de suprimir o al menos prescindir en la mayoría de los casos, de las antenas de gran tamaño.

Los problemas derivados del uso de antenas exteriores desaparecieron tras la implantación de los receptores sin retroalimentación, tales como los que se han denominado *receptores de tercera generación*, como son los receptores de *radiofrecuencia sintonizada* y los *superheterodinos*, ya que en éstos los fenómenos de radiación, pese a que existen son prácticamente nulos[475].

---

[474] En los años 30 los receptores con retroalimentación son los principales generadores de interferencias. Cuando una antena se encontraba en las proximidades de otra mucho mayor, se producía un incremento en la intensidad de las señales recibidas cuando la antena de mayor tamaño estaba sintonizada a la misma frecuencia.

[475] *"Los problemas de la radiación"*. Radio Ciencia Popular. nº 11. Julio 1924.

13.4.5. Las antenas interiores amplificadas.

A partir de los años cuarenta, una vez implantada definitivamente la radiodifusión sonora en España, las distintas estaciones locales en onda media transmitían con una potencia suficiente como para hacer innecesaria la instalación de antenas exteriores en los receptores. De este modo, en localidades próximas a los centros emisores bastaba con extender un cable flexible de unos 4 metros de longitud, conectado al puerto de antena del receptor, por el suelo de la habitación para recibir satisfactoriamente las emisiones locales.

Donde las condiciones de recepción eran menos favorables, se hacía necesario instalar antenas exteriores, o bien un dispositivo periférico, conocido vulgarmente como *captador electrónico*, que no es más que un sistema amplificador de antena, similar a los empleados actualmente en los receptores de televisión.

Básicamente consistían en una antena metálica rectangular colocada sobre un soporte que contiene el dispositivo amplificador, y los botones de control: el conmutador para estaciones de onda media o corta, un interruptor del amplificador y el control de ganancia.

Estos periféricos se alimentaban bien mediante una fuente propia, o de los circuitos de alta y baja tensión del propio receptor. La salida se conectaba al puerto de antena-tierra de éste.

En ocasiones, como muestra la figura siguiente, se podía utilizar como elemento decorativo, colocándolo sobre el receptor.

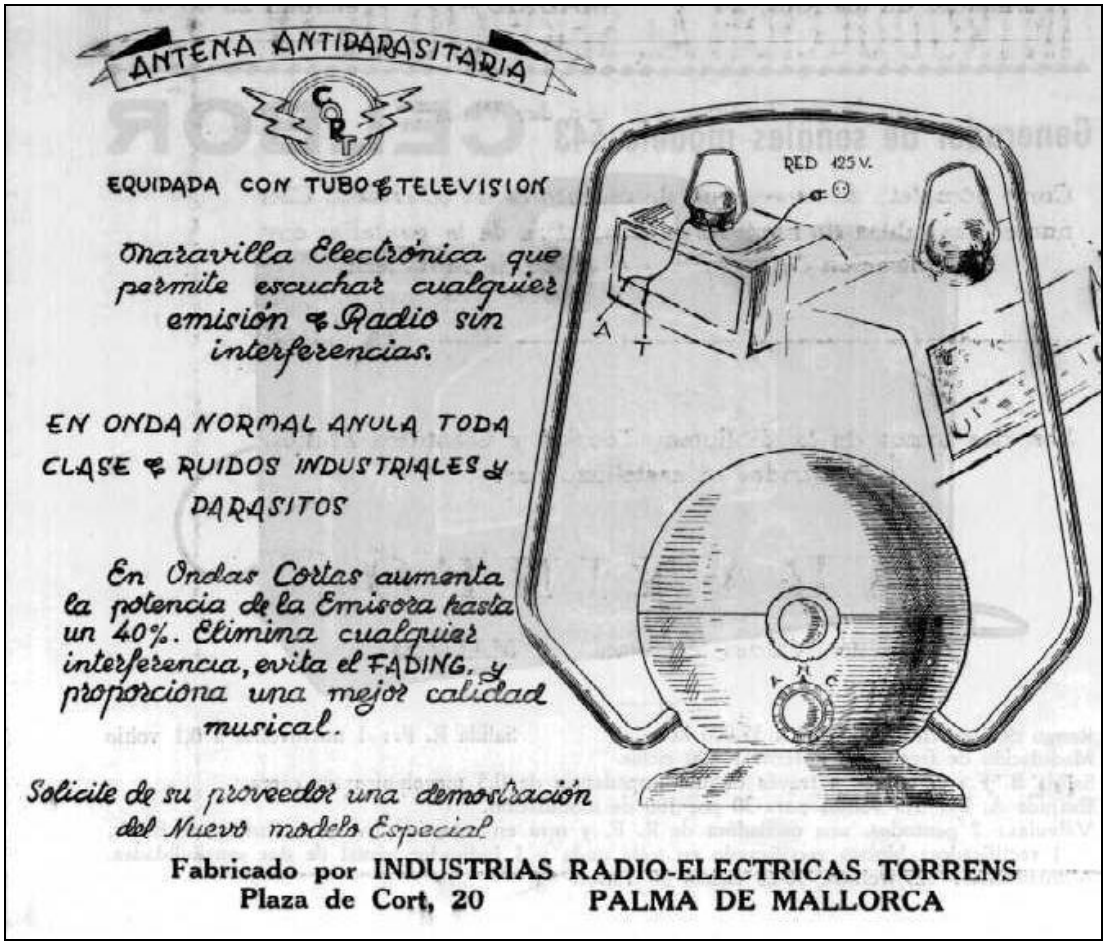


Fig. 160. Publicidad de una antena interior amplificada.

Fig. 161. Disposición de una antena amplificada sobre el receptor.

13.4.6. Antenas para la recepción de estaciones de FM.

Las emisiones en Frecuencia Modulada se efectúan en la banda de ondas métricas. Actualmente, de acuerdo con el Plan Nacional de Radiodifusión, la gama de frecuencias asignada a la radiodifusión sonora es de 86 a 108 MHz, y por tanto su ancho de banda es de 20,5 MHz.

En los años 40, cuando se iniciaron las emisiones en Modulación de Frecuencia, éstas se llevaban a cabo en la banda de 42 a 50 MHz.

Con el fin de asignar frecuencias a la televisión, en 1944 la Federal Communication Commission estableció definitivamente la banda de 87,5 a 108 MHz. Los receptores *de transición* entre una y otra incorporaron ambas bandas, como el Zenith 8-H-034 de 1946[476].

Durante los primeros años de implantación de las emisiones de FM en España, las estaciones se incluyen únicamente en el intervalo de 86 a 100 MHz, por lo que el ancho de banda en ese caso únicamente es de 14 MHz.

Las antenas destinadas a la recepción de emisiones en Modulación de Frecuencia tienen cuatro características fundamentales: ganancia, directividad, polarización e impedancia.

- La **ganancia** de la antena se establece en función de los factores siguientes:

  A) Sensibilidad del receptor. A menor sensibilidad, mayor debe ser la ganancia de la antena.

[476] JULIÀ, J.: *"Historia de la FM (II)".* Boletín A.C.A.R. nº 9. Enero 1996. p. 10.

B) Potencia o distancia del emisor al receptor: la ganancia debe ser tanto mayor cuanto menor sea la potencia del emisor y más distante se encuentre éste del receptor.

C) Condiciones de recepción. Si éstas no son aceptables, la ganancia debe ser mayor.

- Es posible diseñar antenas de reducida, media o de gran ganancia. En cualquier caso, siempre es preferible instalar una antena de gran ganancia, por permitir una óptima recepción y una relación máxima de señal sobre soplido.

- La **directividad** de la antena presentó en su momento problemas de difícil resolución, al menos en apariencia. Así, la más utilizada fue la antena Yagi, capaz de recibir con el máximo de ganancia estaciones situadas a $\pm$ 15º con respecto a su eje. Tan sólo las emisiones comprendidas en este ángulo de 30º eran bien recibidas, siempre y cuando lo permitían las condiciones de propagación.

Con el fin de recibir emisiones en todas direcciones se plantearon tres soluciones:

1. Emplear una antena giratoria, orientable en la dirección de la estación a sintonizar. Presentaba el inconveniente de su elevado precio.

2. Disponer de varias antenas, cada una de ellas orientada hacia las estaciones agrupadas en un ángulo de 30º. En la práctica bastaba con dos o tres antenas.

3. Construir una antena omnidireccional, indicada para la recepción de estaciones cercanas o muy potentes.

Las principales antenas empleadas para la recepción de emisiones en FM fueron horizontales o de *polarización horizontal*. También se instalaron antenas verticales o inclinadas para receptores fijos, similares a las utilizadas en autorradios[477].

Las antenas directivas o unidireccionales dan un rendimiento máximo debido a su carácter directivo. Pero como el receptor puede captar emisiones que le llegasen en cualquier dirección, es conveniente el uso de antenas omnidireccionales.

Las antenas omnidireccionales más sencillas están formadas por un elemento plegado en ***S*** o bien de forma circular[478]. Los extremos del cable deben unirse a cada uno de los dos semicírculos, y su impedancia es de 75? .

Se emplearon igualmente dipolos doblados en círculo con el fin de obtener la impedancia necesaria a la entrada de antena del receptor, o bien en forma de ***S.*** Su ganancia es el dos veces menor que la de una antena unidireccional, por lo cual es preciso montar dos antenas en paralelo, formando *pisos*.

Otro tipo de antena exterior es la de cuatro polos, formada por dos elementos rectilíneos dispuestos en cruz, cada uno de los cuales es un dipolo doblado. Pueden unirse varios elementos formando pisos de forma similar a la descrita.

Cuando el aparato receptor de FM a válvulas es de alta sensibilidad, es suficiente utilizar un trozo de hilo de unos 50 cm de longitud, cuyo extremo se introduce en uno de los dos contactos de antena del receptor, lo cual permite captar aceptablemente las estaciones locales cuando éstas tienen suficiente potencia.

---

[477] ALLUÉ, A.: *"Antenas para receptores de Frecuencia Modulada".* Revista Española de Electrónica. Enero 1964. nº 110.

[478] Son las utilizadas en la actualidad para receptores fijos en antenas comunitarias.

Otra antena incorporada en el mismo mueble se puede formar con hilo de 1,5 mm formando un dipolo de 770 x 50 mm, o con papel metalizado pegado en el interior del mueble, en forma de dos triángulos truncados por su vértice superior de 33 cm de altura y 14 de base. A la salida de esta antena, la impedancia es de 70 ? , convertible a 300 ? por medio de un bucle de hilo de 15 mm formando un rectángulo de 12 x 2 cm.

Es posible, además, emplear antenas interiores en forma de cuerno formadas por dos varillas de aluminio de 1,60 m de longitud y de 5 a 10 mm de diámetro, formando un ángulo de 50º. Su impedancia de salida es de 75 ? transformable a 300 ? con el dispositivo antes mencionado[479].

13.5. EL FILTRO ANTIPARASITARIO.

La red eléctrica introduce en el receptor diversos ruidos de procedencia diversa que suelen interferir en la audición de las estaciones de onda media poco potentes, especialmente si el receptor utiliza antena interior. Tales parásitos pueden ser de carácter transitorio o permanente.

Con el fin de paliar tal inconveniente, se han diseñado históricamente distintos circuitos que, aplicados en el dispositivo generador de parásitos, impiden en parte su transmisión a través de la red eléctrica a la que éste se conecta. No obstante, tal supresión no siempre es total, y el receptor puede captar dichas perturbaciones.

Otros dispositivos, conectados en serie con la clavija de red del receptor, derivan parcialmente a masa tales interferencias. Se trata de filtros formados por dos

[479] ALLUÉ, A.: *"La Modulación de Frecuencia"*. Revista Española de Electrónica. Nº 40. Marzo 1958. p. 56.

o mas bobinas puestas en serie con cada uno de los hilos de la red, con dos grupos de condensadores en serie, en paralelo con los polos de la red, y con el punto común de cada grupo unido a la toma de tierra del edificio y del receptor respectivamente.

Los filtros antiparasitarios se comercializan, incluso actualmente, embutidos en una estructura metálica, similar a la reactancia de un tubo fluorescente. Las conexiones se realizan mediante dos juegos de tornillos prisioneros .

En las radios de época se pueden localizar filtros diseñados por aficionados, cuya eficacia es más que dudosa, y que en general provocan averías derivadas de la interrupción de algunos de las bobinas que lo forman. El único modo eficaz de evitar los ruidos parásitos es conectar el chasis del receptor de corriente alterna a una toma de masa adecuada. No sirve a tal fin el hilo de tierra de las instalaciones eléctricas.

13.6. EL ELEVADOR-REDUCTOR.

Con la aparición en el mercado de los receptores que se pueden conectar directamente a la red de corriente alterna, surgieron tanto en España como en otros países, problemas derivados de las importantes fluctuaciones que se producían en la corriente eléctrica de alumbrado, que afectaban considerablemente al funcionamiento de los aparatos.

Tales variaciones eran susceptibles de producir averías como consecuencia de las sobretensiones en la corriente de red, consistentes en la inutilización del transformador de alimentación, el cortocircuito de condensadores de filtro y el fundido de los filamentos de las válvulas y de las lámparas de iluminación del dial.

Con el fin de evitarlo, muchos receptores incorporaban un fusible, aunque su eficacia era escasa debido a que las averías aparecían antes de que éste se fundiese.

Aparte de las mencionadas sobretensiones de la red, en zonas rurales especialmente, era usual que el voltaje de la red bajase considerablemente respecto a su valor normal o eficaz, en cuyo caso el receptor no funcionaba a pleno rendimiento e incluso permanecía mudo.

Ambos problemas se paliaron con el empleo conjunto de dos elementos periféricos al receptor: el *elevador-reductor* y la *válvula de seguridad*, aunque el primero de ellos fue el de mayor difusión.

El elevador-reductor, llamado vulgarmente *elevador* consiste en un autotransformador con una salida regulable mediante un conmutador rotativo o a través de una clavija, que se intercalaba entre el enchufe de red y la clavija de entrada del receptor. El conjunto incluye además un voltímetro que indica el valor de la tensión de salida hacia el receptor. Su escala va graduada de 0 a 200 voltios, con indicaciones para 50, 100 y 150 voltios y divisiones correspondientes a saltos de 10 voltios.

En la escala del voltímetro aparece una marca roja que indica el valor de tensión de salida más adecuado para el funcionamiento óptimo del receptor, que según los fabricantes es de 110 voltios, aproximadamente un 10% inferior al valor nominal de la tensión de alimentación, pues en estas condiciones el funcionamiento del receptor es satisfactorio y de este modo es posible alargar la vida de los condensadores electrolíticos de la fuente de alimentación.

Su tamaño está en función de la potencia eléctrica consumida por el receptor de radio, recomendándose un valor que estuviese aproximadamente un 30% por encima de la potencia del receptor:

1. Los modelos de cinco válvulas de alimentación indistinta de 35 vatios precisan un elevador-reductor de 80 vatios.

2. Los aparatos de corriente alterna, también de cinco válvulas, de 100 vatios.

3. Los de seis o más válvulas, de 175 vatios o superior. En este caso el elevador reductor es de tamaño considerable.

El conjunto va montado en el interior de una caja metálica con frontal y trasera de material aislante, o de baquelita, en cuyo frontal se coloca el voltímetro, y en su parte trasera, frontal o superior el enchufe hembra donde para la conexión del receptor. La clavija selectora o en su caso el conmutador se puede encontrar en el frontal, en los laterales o en la parte posterior de la caja.

Los elevadores-reductores de última generación, fabricados entre 1965 y 1970, poseen además un selector de entrada, que permite su conexión a redes de 90 a 100 voltios, de 100 a 150 y de 150 a 220 voltios, con lo que actuaban como elevadores o como reductores cuando se comenzó a implantar la tensión de alumbrado de 220 voltios, puesto que la mayoría de los receptores fabricados o distribuidos en España bien son monotensión (exclusivamente para 110 a 125 voltios) o a lo sumo permiten seleccionar su tensión de funcionamiento desde 90 a 150 voltios. La figura siguiente muestra dos elevadores de pared Alcer y Sevein en los que puede observarse el conmutador de entrada y salida de tensión. El receptor se conectaba en la clavija situada sobre el voltímetro.

Fig. 162. Elevadores reductores de pared Alcer y Sevein[480].

El elevador-reductor pronto se convirtió en elemento inseparable del receptor de radio, por lo que al igual que ocurrió en su momento con el diseño del mueble del receptor, los fabricantes rápidamente comenzaron a cuidar su aspecto externo. Éste adopto formas similares a un receptor de sobremesa miniatura en el que el voltímetro simulaba ser un dial y el botón del conmutador un mando del receptor (con frontal rectangular, redondeados, en forma de trapecio, de arco de medio punto y otras formas varias). Se fabricaron en distintos tamaños y colores acordes con el modelo del receptor, incluyendo además elementos decorativos en la caja.

[480] El primero de ellos es de la marca Alcer, para receptores de seis o más válvulas. El segundo, de la marca Sevein, es de menor potencia. Ambos llevan un dispositivo para cambiar la tensión de entrada de 125/150/220 voltios. El receptor se con4ecta en la clavija situada en el frontal, sobre el voltímetro. Colección del autor.

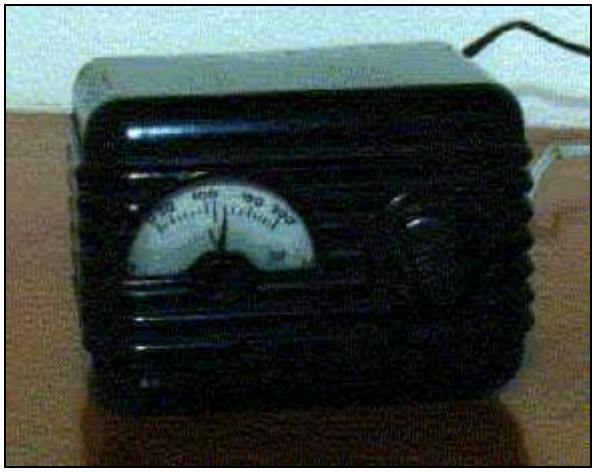


Fig. 163. Elevadores de baquelita y plástico para receptores de baja potencia[481].

Este periférico se colocaba siempre a la vista (con el fin de controlar visualmente la tensión de salida a través del voltímetro), bien sobre el mueble del receptor, junto a él o, en algunos casos, colgado en la pared.

En el mercado español se han localizado las marcas de elevadores-reductores que muestra la siguiente tabla:

[481] El segundo de ellos es de plástico y lleva el conmutador de la tensión de salida en la parte posterior. Los restantes lo llevan el en frontal. El receptor se conecta en la clavija de la tapa posterior. Todos ellos, por su cuidado diseño, solían colocarse sobre el mismo receptor, o a la vista en el lateral.

Tabla 50. Marcas de elevadores-reductores distribuidos en España.

Alcer	Balay	Garas	Salabe
Alsan	Cetra	Jada	Sevein
Aran	Dani	Herlo	Vipal
Avil	Deca	Saime	Visol

En la figura aparecen imágenes publicitarias algunas de las marcas mencionadas:

Fig. 164. Publicidad de elevadores-reductores Aran y Cetra

13.7. LA VÁLVULA DE SEGURIDAD.

Como complemento al *elevador* se empleaba una *válvula de seguridad*, consistente en un pequeño dispositivo con una clavija macho de entrada y una hembra de salida, entre las cuales va intercalado un electroimán con un núcleo móvil. En la clavija hembra se conectaba el receptor, y la clavija de entrada de la válvula se unía a la salida del *elevador*. Cuando la intensidad de la corriente que atravesaba la bobina del electroimán conectado en paralelo era excesiva, el núcleo móvil se desplazaba y hacía saltar un interruptor[482] que impedía el paso de la corriente hacia el receptor hasta que la tensión de nuevo alcanzase su valor adecuado.

13.8. EL MANDO A DISTANCIA EN LOS RECEPTORES DE SINTONÍA AUTOMÁTICA.

Los **dispositivos de sintonía automática** de los receptores de válvulas eran aquellos que permitían el giro controlado del eje rotativo del condensador variable de sintonía, mediante motores y poleas acoplados a él, hasta detenerlo en los puntos en los que se sintonizaba una estación.

Los receptores de radiodifusión a válvulas con sistemas de sintonía automática, permiten la conexión a través de un puerto posterior de un nuevo elemento periférico denominado desde 1939 *mando a distancia.*

Tal periférico se acopla únicamente en los aparatos de la gama superior de las mejores marcas. Originariamente fue una adaptación de los receptores comerciales

[482]La válvula de seguridad incluye un tornillo de ajuste de sensibilidad que permite afinar la tensión de bloqueo

empleados en los aviones que permite aparte de la sintonía automática, el control de volumen, el de tono, el encendido y la desconexión del aparato receptor.

No se han localizado en la bibliografía analizada referencias específicas al funcionamiento de este periférico, por lo que para su análisis se parte de observaciones directas realizadas en algunos aparatos a los que se ha tenido acceso.

Los mandos a distancia consisten en una pequeña caja que incluye los siguientes elementos comunes:

- Un interruptor de encendido/desconexión.
- Un potenciómetro rotativo para el control de volumen.
- Dos pulsadores que accionan el dial en cada una de las dos direcciones.

En otros mandos es posible encontrar además uno o dos potenciómetros giratorios para el control de tono o para los controles separados de los tonos graves y agudos.

El interruptor va, en algunos casos, en el mismo potenciómetro de volumen.

En ocasiones, además llevan un pulsador que permite la sintonía *silenciosa*, de manera que al ser accionados interrumpen el envío de la señal de baja frecuencia al amplificador hasta que la estación no se sintoniza perfectamente.

La unión al receptor se realiza mediante cables debidamente enfundados y acabados en un conectador macho que se conecta al correspondiente puerto colocado en la parte posterior del chasis.

Prescindiendo del funcionamiento de los dispositivos de control de volumen y de tono, que en nada difieren a los correspondientes controles del receptor, es preciso destacar que los mandos a distancia, a través de los pulsadores de sintonía actúan de manera que al pulsar uno cualquiera de ellos, el condensador variable de sintonía se pone en movimiento por medio de un motor eléctrico que se detiene cuando una escobilla interruptora convenientemente calada con respecto al condensador, pasa sobre su contacto en reposo.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que, de modo análogo a lo que actualmente ocurre con los receptores de televisión, los radiorreceptores deben ser presintonizados por el usuario a sus estaciones favoritas siguiendo las instrucciones de los distintos fabricantes.

Este periférico, de uso no demasiado extendido en España, aparece como artículo de lujo en los receptores montados en muebles de gran tamaño destinados en principio a su instalación en grandes salones de estar y en locales públicos, por permitir separar el aparato en sí de sus dispositivos de control.

El empleo del mando a distancia no gozó de gran aceptación popular en el momento de su aparición en el mercado, quizá debido a la escasez de estaciones potentes, o incluso a los mismos hábitos de la audiencia, en su mayoría fiel a la programación de una estación, generalmente local.

- El radioyente típico prefería localizar una estación suficientemente potente, cuya audición le fuese agradable antes que dedicarse a mover el dial de sintonía por las diferentes bandas de onda, cosa que no realiza más que para comprobar las excelencias de su receptor en cuanto a su selectividad y

> sensibilidad. Los mandos del receptor se accionaban lo menos posible, salvo a lo sumo el control de volumen[483].

Si se tiene en cuenta la gran aceptación por parte del público actual del mando a distancia, tanto en receptores de televisión, como en cualquier dispositivo de audio o vídeo, cabe pensar que en su momento quizá no se obtuvo el máximo rendimiento del mando a distancia en los radiorreceptores.

Sin embargo, el oyente de radio, incluso el actual, continua siendo fiel a un número limitado de estaciones, y no mueve continuamente el dial, ni siquiera cuando alguna de ellas emite mensajes publicitarios, por lo que no se producen fenómenos paralelos a los que ocurren en la audiencia televisiva, ni siquiera en receptores de bolsillo con dispositivos de presintonía.

Las imágenes de la época que han llegado hasta nuestros días a través del cine muestran como el receptor de radiodifusión bien presidía la estancia principal del hogar, o aparecía en la cocina, e incluso en el dormitorio, conectado a volumen medio, y el oyente únicamente se acercaba a él para subir el volumen para escuchar alguna información de interés, o para desconectarla. Rara vez, salvo en situaciones de tensión nacional o internacional, el oyente acciona el dial para cambiar de estación .

En los receptores de radiodifusión analizados, resulta curioso el hecho de que las distintas huellas del paso del tiempo indican que el tándem de sintonía ha pasado la mayor parte del tiempo en un punto fijo, coincidente con el punto de sintonía de una estación local, que el conmutador de ondas siempre ha estado fijo en el mismo punto y que el potenciómetro de volumen rara vez se accionaba más de 100º respecto a su punto de origen.

---

[483] El aparato de radio a válvulas, en su momento, es un gran desconocido para los no iniciados, y a la vez en ocasiones fuente de auténtico temor. Existe constancia de que determinados oyentes de la década de los 40 no se aproximaban a la radio mas que para conectarla a la red, sin tocar ninguno de sus mandos de control.

13.9. EL FONOCHASIS.

Las sucesivas modificaciones que se introdujeron en el diseño de los receptores de radio, llevaron a la fabricación de auténticas obras maestras en el campo de la acústica. Los aparatos receptores de la banda de AM que han llegado hasta nuestros días poseen un amplificador de baja frecuencia y, al menos, un altavoz capaces de reproducir con fidelidad las tonalidades graves, medias y, en menor escala, agudas[484].

La utilidad fundamental del *puerto paralelo de baja frecuencia* o *toma de phono* del receptor, era la conexión de un plato giradiscos[485] con el fin de utilizar la etapa amplificadora del receptor para la reproducción de grabaciones realizadas en discos de baquelita y posteriormente de vinilo, ampliando de esta manera la utilidad del propio receptor de radiodifusión; de esta forma, la audición de los primitivos discos de pizarra resultaba mucho más agradable a través del altavoz del receptor que la audición *mecánica* obtenida con los gramófonos.

El plato giradiscos podía incorporarse al mueble del receptor, formando un conjunto denominado *radiogramola* o bien ser un elemento periférico colocado en un soporte independiente, generalmente de madera o plástico.

Este plato, también conocido técnicamente como *fonochasis* y *tocadiscos*, consistía en su configuración básica en un plato accionado por un motor y un sistema de engranajes (en los giradiscos para discos de gramófono de 78 revoluciones por minuto) o de poleas (en los platos más modernos, que incluían además la posibilidad

[484] Los receptores mixtos AM/FM sí que reproducen con fidelidad las altas frecuencias.

[485] En muy pequeña escala, este puerto se empleó para conectar un micrófono que permitía al receptor actuar como un *interfono*.

de cambio discontinuo de 78 a 45, 33 $^{1}/_{3}$ y 16 $^{2}/_{3}$ revoluciones por minuto), y un brazo que incorporaba en su extremo la cápsula fonocaptora *pick up*.

Los primeros sistemas derivaban de los gramófonos accionados por motores eléctricos en los que se sustituyó la cápsula que contiene el diafragma por un electroimán[486] denominado *diafragma electromagnético*. Estaba formado por un núcleo magnético en forma de herradura en cuyos polos se colocaban dos bobinas y en la zona media un soporte en el cual se sujetaba la aguja de acero, idéntica a la utilizada en los gramófonos, mediante un tornillo prisionero.

Las vibraciones producidas por el disco de baquelita en la aguja generaban alteraciones en el campo magnético del conjunto que se recogían en los extremos de la bobina y se inyectaban en forma de corriente eléctrica en la toma*fono* del receptor para su amplificación y transformación en señales de audio.

Fig. 165. Publicidad de pick ups Nora. Año 1930.

El conjunto se colocaba separado del receptor, en un mueble independiente que incluso podía contener un armario para los discos. Posteriormente surgieron sistemas *compactos* como el denominado *gramófono de despacho* que se colocaban

[486] En España fueron muy difundidos hasta los años 50 los de la marca Nora.

bajo el receptor. Cuando no se empleaba, el conjunto que daba oculto tras una tapa corredera[487].

Como referencia del interés que despertó al incorporación de los reproductores fonográficos al receptor de radio, en un artículo anónimo aparecido el número correspondiente al mes de mayo de 1931 de la revista Radio Sport, se apuntaba el creciente interés despertado en los compradores por las recién aparecidas *radiogramolas* como consecuencia de sus peculiaridades estéticas y acústicas, como de otros aspectos relativos a la producción radiofónica del momento. El reproductor de discos acoplado al receptor de radio jugó un papel muy similar al del magnetoscopio de vídeo adaptado a los televisores actuales:

> *"El mueble de consola, en combinación con fonógrafo, viene ganando prestigio..... estos receptores van provistos de mayores tabiques y tiene más espacio para los altoparlantes, factores éstos que contribuyen a la mejor calidad del tono.*
>
> *El hecho de que los radio-fonógrafos vienen generalizándose más y más puede ser una tacha acerca de la calidad de los programas que se perifonean y una protesta contra la tendencia de algunos de los que pagan los programas de hacer una propaganda muy descarada de los artículos que tratan de vender. Pero se puede añadir que el magnífico funcionamiento del radio-fonógrafo moderno y la variedad y excelencia de los*

[487] Algunos de estos platos disponían de un doble brazo: el reproductor y el grabador, que permitía impresionar discos directamente durante la audición de programas de radio, actuando de este modo como sistema de registro. Incluso, con el fin de evitar interrupciones derivadas del cambio de disco durante la grabación, se instalaban platos dobles, que realizaban la conmutación automática de un disco a otro. Las grabaciones se efectuaban sobre discos flexibles denominados *cartas parlantes* o metálicos, recubiertos de una sustancia fácilmente rayable.

discos que ahora se ofrecen, es uno de los factores que más peso tiene en la generalización de esta clase de aparatos."

Cuatro años después, en el artículo titulado *La evolución de los receptores* publicado en 1935 el autor hacía hincapié en las ventajas de la reproducción electrónica de discos a través del aparato receptor:

" Hoy día los aparatos receptores tienen la ventaja de poder ser utilizados indistintamente para la recepción radiofónica o para las reproducciones amplificadas del gramófono por medio del "pick up", evitándose las estridencias de su sonido y convirtiéndolo en un instrumento musical capaz de satisfacer al más exigente en el campo de la música, contribuyendo a ello asimismo los altavoces, cuya estructura externa e interna también ha sufrido una notable modificación, pues la forma de trompa que en principio se adoptó, ha regenerado en la del cono actual, que es la preferida, y que son construidos a base de hierro y una membrana especial".[488]

Con la aparición de los discos microsurco, los giradiscos anteriores quedaron obsoletos, ante la necesidad impuesta por el propio diseño de los nuevos discos de utilizar brazos fonocaptores de peso limitado a un máximo de 4 gramos.

Los nuevos brazos fonocaptores empleaban cápsulas piezoeléctricas en cuyo diseño intervenían sustancias plásticas capaces de generar una corriente eléctrica como consecuencia de los cambios de presión ejercida por la aguja, que dejó de ser de acero para transformarse en un pequeño zafiro o diamante debidamente pegado a

[488] LOPEZ, N. *"La evolución de los receptores"*. Ondas. 31 de Mayo de 1935.

un soporte metálico colocado sobre un material elástico, que transmitía la vibración al sistema piezoeléctrico.

Todo esto conllevó el diseño de nuevos fonochasis que además, por ser los discos microsurco mucho menos frágiles que los anteriores de baquelita o pizarra, permitían la colocación de sistemas de cambio automático de discos, de manera que el usuario podía programar hasta doce discos, de 33 o 17 centímetros de diámetro para su audición sucesiva, sin preocuparse de efectuar más maniobra que la programación adecuada del plato, como es el caso del 10 A G 14 E de Minivatt que muestra la figura siguiente.

Fig. 166. Publicidad de fonochasis Saime y Minivatt.

Los distintos fabricantes realizaron sus diseños específicos, con o sin cambio automático, de una, tres o cuatro velocidades de giro, aptos para reproducir todo tipo

de discos, o discos de 17 centímetros de diámetro exclusivamente[489]. Una muestra de este tipo de platos es el mini chasis Micro 45 comercializado en España por Melodial, y los muebles preparados para su montaje correspondiente como radiogramolas.

Fig. 167. Fonochasis miniatura y muebles para radiogramola Melodial.

Nuevamente en esta ocasión que se puso de manifiesto la necesidad de compatibilizar los nuevos avances tecnológicos con la tecnología preexistente con el fin de permitir el empleo de los discos de pizarra o baquelita de 78 revoluciones pos minuto, y de los productos derivados de las nuevas tecnologías: los discos de vinilo. De hecho, a diferencia de la actual situación paralela derivada de la aparición de los discos compactos, gran cantidad de grabaciones realizadas en soporte de baquelita no

[489] Los fonochasis miniatura permiten reproducir únicamente discos de 45 revoluciones por minuto de 17 cm de diámetro. Generalmente no se montaban por separado, sino que se incorporaban a la caja de los receptores de pequeño tamaño, bien en su parte superior o en un compartimento lateral.

se volvieron a realizar en soporte vinilo debido probablemente a que los platos giradiscos permitían su audición en condiciones de calidad más que aceptables.

Fig. 168. Fonochasis automático RCA para discos microsurco de 17 cm[490].

En la mayoría de los casos, salvo en los *fonochasis miniatura*, la cápsula fonocaptora incorporaba un sistema de cambio de agujas que permitía utilizar la adecuada en cada caso, ya fuesen discos microsurco o de 78 revoluciones por minuto.

En España las principales marcas de fonochasis fueron Hektor, Melodial (distribuida por Radio Hispano Suiza S.A.), Minivatt, Philips, Telefunken, Garrard y Dual.

[490] Colección de Francisco José Montes Fernández.

13.10. LOS OSCILADORES FONOGRÁFICOS.

Los **osciladores fonográficos** eran unos aparatos de reducido tamaño que en su momento se emplearon para poder escuchar grabaciones discográficas a través de un receptor de radio situado a distancia del fonochasis, sin que entre ellos existiese un medio físico de unión.

Se trata de transmisores en miniatura que trabajan en la gama de ondas medias, generando una onda portadora de escasa potencia sintonizable en el receptor como si se tratase de una emisora comercial. La mencionada onda iba modulada con la señal producida por la cabeza reproductora o *pick up* del fonochasis, que se podía mezclar con una señal de micrófono.

Su característica principal era la baja potencia de emisión, con el fin de no producir interferencias en otros receptores próximos y por tanto incurrir en la ilegalidad al emitir sin autorización. Un factor decisivo a la hora de lograrlo era emplear como antena un simple cable con las dimensiones estrictas para permitir la escucha a través del propio receptor.

En la bibliografía analizada figuran hasta diez circuitos distintos, generalmente con una dos o tres válvulas; incluso hay montajes que permitían transformar un receptor de válvulas en un emisor de estas características, realizando una simple modificación en el circuito de salida de la etapa final de audio[491].

Los circuitos se caracterizaban por no utilizar transformador de alimentación, lo cual exige el empleo de válvulas con elevadas tensiones de filamento. Así en los osciladores de una única válvula, se empleaban la 117L7, la 117M7, 117N7 o la

[491] Consiste en sustituir el primario del transformador de salida por una simple bobina, de manera que el fonochasis o el micrófono se conectan a través de la toma de fono, aunque éste circuito no es calificable como *periférico* ya que en sí mismo es un receptor.

117P7. Todas ellas válvulas múltiples que incluyen en la misma ampolla un diodo como rectificador de la corriente de alimentación y un tetrodo como amplificador[492].

En cuanto al funcionamiento, los osciladores monovalvulares se diferenciaban entre sí por la forma y lugar en el que se producían las oscilaciones y la modulación, ya fuera dentro de la propia válvula o en el circuito exterior.

Presentaban un importante inconveniente derivado de la sencillez de su diseño, como era el desplazamiento de la frecuencia de emisión, que obligaba a reajustar el dial de sintonía en el receptor durante la emisión.

Con el fin de dar más versatilidad a estos osciladores, se diseñaron circuitos más complejos capaces de permitir el empleo de un micrófono además del fonochasis, con el fin de transmitir palabra y música. Igualmente surgieron modelos de dos válvulas a baterías, con una válvula como preamplificadora de la señal de micro o de fono y otra como osciladora.

Los osciladores más complejos utilizaron tres válvulas, una 12SK7 y dos 50L6: la primera de ellas actuaba como osciladora, y cada una de las dos restantes como amplificadora y moduladora respectivamente. Como rectificador se utilizo uno de selenio, ya que los filamentos de las tres válvulas mencionadas se conectaban en serie con el fin de poder trabajar con la tensión de red de 110 voltios.

Los osciladores fonográficos no se encontraban a la venta en el comercio, sino que eran montados por aficionados o por radiorreparadores, generalmente de manera experimental.

Su ajuste previo es un tanto laborioso: en primer lugar, se conectaban el receptor y el oscilador, dejándolos en marcha unos tres minutos con el fin de estabilizar las temperaturas de sus válvulas. A continuación, se accionaba la aguja del

[492] CUESTA, A.: Revista Española de electrónica. nº 42. Mayo 1958. p.48.

dial en el receptor y se colocaba en un punto en el cual no se sintonizase ninguna emisora. Hecho esto, se ponía en marcha el fonochasis y se colocaba la aguja del*pick up* sobre el disco, modificando la frecuencia portadora en el oscilador fonográfico hasta escuchar la música a través del altavoz del receptor.

Se ha podido constatar que la aplicación más extendida de estos periféricos se realizaba en salas de baile de pequeñas localidades en las que se conectaban dos o tres receptores de radio – aportados generalmente por los mismos vecinos asistentes - sintonizados en la frecuencia del oscilador fonográfico y distribuidos por la sala con el fin de sonorizarla adecuadamente sin tener que emplear amplificadores de sonido ni altavoces independientes, pues de esta manera, cada receptor se comportaba como tal.

El equipo oscilador se colocaba bien en una dependencia distinta o bien sobre el mismo escenario, de manera que un locutor podía presentar las grabaciones a través del micrófono o bien dirigirse al público asistente.

Estos osciladores fonográficos fueron los precursores de los actuales micrófonos inalámbricos, basados en el mismo principio, ya que constan de un micrófono acoplado a un emisor de Frecuencia Modulada, cuya señal se recoge en un receptor sintonizado a dicha frecuencia, con la diferencia de que dicha frecuencia está perfectamente calibrada en ambos, por lo que no es preciso efectuar ajustes adicionales.

13.11. LOS SINTONIZADORES DE FRECUENCIA MODULADA: FREMODINOS.

El puerto paralelo de baja frecuencia o *entrada de fono* permitía la conexión de distintos dispositivos a la etapa amplificadora de baja frecuencia del receptor, como era el caso ya mencionado de los platos giradiscos o *fonochasis*.

Cuando comenzaron a implantarse las estaciones de frecuencia modulada, dicho puerto también se utilizó, aunque en muy pequeña escala, para la conexión de un sintonizador específico de la banda de Frecuencia Modulada, especialmente tras la conversión de un gran número de estaciones locales de onda media en estaciones de Modulación de Frecuencia en el año 1963 tras el Decreto 2829/1963 de 24 de octubre.

El sintonizador de FM, popularmente conocido como *fremodino*, era una caja-mueble de madera o plástico que contenía un receptor, de válvulas o transistorizado, preparado para la recepción de emisiones en Modulación de Frecuencia. Incorporaba un dial para dicha banda que cubre en general desde los 87,5 a los 100, 104 ó 108 MHz, una clavija de conexión a la red, una toma de antena exterior y un conectador de salida de baja frecuencia para su conexión en el correspondiente puerto de fono del receptor de radiodifusión. Un receptor de éste tipo, muy popular en Italia era el Geloso G533 para la gama de 88 a 103 MHz, con dos válvulas, preparado para alimentación indistinta, fabricado en 1950.

Para escuchar las emisiones en FM bastaba con conectar el receptor y mediante el conmutador correspondiente, seleccionar la entrada de fono. A continuación se accionaba el interruptor del sintonizador y tras esperar un minuto para que se caldeasen adecuadamente los filamentos, se localizaba la estación en el dial del sintonizador.

La señal, como en el caso de un plato giradiscos, se escuchaba a través del altavoz del receptor de radiodifusión de modulación de amplitud, una vez amplificada en la etapa de baja frecuencia de éste.

Fig. 169. Publicidad del fremodino[493].

Los sintonizadores de FM empleados como accesorio complementario al receptor de AM tuvieron escasa repercusión, ya que pronto los receptores comenzaron a incorporar obligatoriamente la banda de Modulación de Frecuencia[494].

[493] Del Curso de Radio Maymó.

Su empleo se generalizó en España a partir de los años 70. El Fremodino podía considerarse como el precursor del sintonizador, formando parte de un mismo módulo de AM y FM estéreo empleado como fuente de sonido de los equipos de alta fidelidad.

13.12. EL FILTRO SELECTOR DE ANTENA.

Este periférico era de gran utilidad en su momento para los oyentes aficionados a escuchar estaciones de onda media distantes, en zonas en las que existían otras locales más o menos potentes, pero que disponían de un receptor de escasa selectividad.

En estos, casos se producían interferencias derivadas del solapamiento de éstas estaciones próximas con las más distantes o de menor potencia, llegando a hacer la audición muy desagradable.

- En efecto, algunos tipos de receptores, especialmente los de radiofrecuencia sintonizada, presentaban una importante limitación a la hora de eliminar las emisoras locales cuando se deseaba sintonizar otra emisora más débil o distante, ya que la emisora local aparecía en una amplia zona del dial, impidiendo sintonizar otras emisoras de frecuencias próximas.

Con el fin de paliar este defecto, se diseñaron dispositivos que se intercalaban entre la antena y el receptor denominados *filtros selectores de antena* o también

[494] Algo similar ocurrió tras la puesta en marcha en España de las emisiones de televisión en UHF. Ya que los receptores de televisión de la época únicamente trabajaban en la banda de VHF, se fabricaron sintonizadores complementarios de UHF que transformaban la señal sintonizada en otra de VHF que se inyectaba a la antena del receptor hasta que finalmente los nuevos aparatos de televisión incorporaron un sintonizador de UHF.

sintonizadores de antena cuya misión era evitar el paso de la frecuencia de las emisoras más potentes.

Básicamente se trataba de circuitos bobina-condensador en paralelo que actúan como filtro. Al estar montadas en serie a la entrada de antena del receptor era posible eliminar un margen determinado de frecuencias empleando distintos valores de inducción y capacidad.

El filtro selector de antena disponía de varias entradas, según la banda de frecuencias a sintonizar[495], a las que se unía la bajada de antena. Cada una de estas entradas se conectaba en una de las tomas medias de una bobina a cuyos extremos se unían las armaduras de un condensador variable.

Fig. 170. Preselector Nora.

El conjunto se encerraba en una caja, circular o cuadrada, en cuyo frontal aparecía el eje del condensador variable, con una escala graduada.

[495] El selector de antena Philips 4180 fabricado en 1929 dispone de seis entradas en total para la gama de ondas de 200 a 600 metros. Está montado en una caja cilíndrica de baquelita de 23 x 12,5 x 13,5 cm.

Fig. 171. Preselector Philips.

Para sintonizar un receptor empleando un filtro selector de antena, era preciso actuar en el orden siguiente:

1. Seleccionar en el receptor la gama de ondas en la que se encontraba la estación a sintonizar.
2. Conectar la bajada de antena al selector mediante la clavija correspondiente a la frecuencia más próxima a la frecuencia de la estación.
3. Sintonizar la estación con el receptor, utilizando los controles correspondientes de sintonía y en su caso, de realimentación.
4. Accionar el condensador variable del selector hasta obtener la máxima señal de la emisora sintonizada en el receptor.

De esta manera, se filtraban las estaciones captadas por la antena de frecuencia superior e inferior a la deseada en el selector, por lo que a la entrada de antena del receptor llegaban exclusivamente las frecuencias correspondientes a un intervalo pequeño en torno a la estación deseada, eliminándose las posibles interferencias.

13.13. EL ALTAVOZ DE CABECERA.

Este dispositivo periférico no fue demasiado difundido en España, aunque tuvo cierta importancia en Norteamérica.

Se trataba de un auricular de tamaño grande, que se conectaba a la salida de altavoz de algunos receptores, en el puerto de salida de audio, de manera que al hacerlo, se desactivaba el altavoz del aparato receptor, y la escucha se realizaba individualmente a través de este dispositivo.

El *altavoz de cabecera* iba envuelto en una funda lavable. Se colocaba bajo la almohada del usuario, de manera que le posibilitaba la audición nocturna, sin molestar a otras personas.

Un modelo de *altavoz de cabecera* fue el Hushatone BA-303 fabricado por Brush Development Co.

Fig. 172. Kit de altavoz almohada Hushatone BA 303.

13.14. TEMPORIZADOR DE PREVIO PAGO.

No se ha localizado referencia alguna a este periférico en la bibliografía analizada. La información que aquí se recoge corresponde al testimonio directo de un usuario de la época.

El periférico en cuestión lo instalaban los vendedores de aparatos de radio – parece ser que sólo los de la firma Philips – a aquellos compradores que adquirían su receptor a plazos, de manera que al utilizarlo estaban a su vez efectuando el pago de su propio receptor.

El artilugio era un reloj intercalado entre la clavija de entrada de red del receptor y la toma de corriente del sector. Este reloj funcionaba con monedas a modo de temporizador, de manera que el usuario debía introducirlas por la ranura al efecto para poder disfrutar de su receptor. El vendedor recogía periódicamente las monedas, cuyo valor abonaba en la cuenta de su cliente hasta que ésta se saldaba, momento en el que el temporizador era desconectado definitivamente y el receptor quedaba definitivamente en poder se su usuario[496]

13.15. EL REDUCTOR TÉRMICO.

Esta es una de las denominaciones localizadas para un periférico empleado exclusivamente en los receptores de alimentación indistinta. Se montaba en serie, entre la clavija de entrada de red del receptor y el enchufe de toma de corriente, con el fin de reducir el valor del voltaje de red hasta los 110-125 voltios precisos para el funcionamiento del receptor.

[496] Testimonio directo de Manuel Hernández Hernández, comprador por este procedimiento de una radiogramola Philips en 1956.

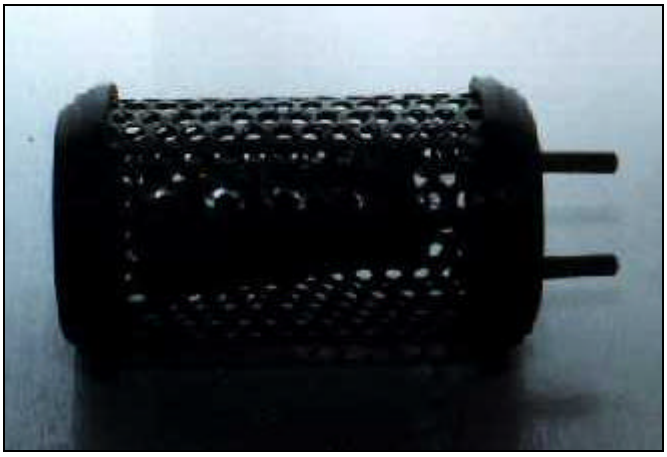


Fig. 173. Reductor 220/125 voltios.

Consistía en una resistencia bobinada, de elevada potencia de disipación, colocada en el interior de un cilindro de paredes metálicas perforadas para favorecer la disipación del calor generado. En una de sus bases aparecían las dos patillas de enchufe y en la opuesta, la toma hembra a la que se conecta el receptor.

Se han localizado dos versiones del dispositivo, uno para la reducción de 125 a 110 voltios, y otro de mayor tamaño para la reducción de 220 a 125. Ambos son válidos exclusivamente para los receptores de alimentación indistinta, especialmente los de pequeño tamaño, a los que se conectaban con el fin de evitar el uso de elevadores reductores.

CAPÍTULO 14. OTROS ESPECTOS DE LA RADIODIFUSIÓN SONORA.

Aparte de los receptores de radio propiamente dichos, es oportuno realizar una revisión de algunos aspectos relacionados con la radiodifusión sonora, tanto en el campo técnico como social, de los que se han seleccionado los siguientes:

1. Los cursos de radio a distancia.
2. Los kits de montaje.
3. El radiocassettte y el *walkman.*
4. El autorradio.
5. Las radiocentrales.
6. Instalación de receptores en ferrocarriles.
7. El coleccionismo de los receptores de época.

14.1. LOS CURSOS DE RADIO A DISTANCIA.

A partir de los últimos años de la década de los años cuarenta, comenzaron a proliferar los cursos a distancia, destinados a la obtención de títulos no oficiales de especialista en distintas materias, que cualificaban, a quienes los superaban satisfactoriamente, para desempeñar distintas tareas específicas en distintos campos. Evidentemente, los cursos de radio montador-reparador fueron muy populares, y se ampliaron posteriormente con la llegada de los transistores y de la televisión, e incluso han llegado hasta nuestros días. Dichos cursos surgen como consecuencia lógica del gran desarrollo de la radiodifusión en España durante los años cuarenta y cincuenta.

En las publicaciones periódicas de la época se ha localizado una gran cantidad de anuncios publicitarios de cursos de radio a distancia. En todos ellos figura una ficha que puede cumplimentarse para solicitar información por correo.

La escuela de radio por excelencia en España, dedicada en exclusiva a la formación por correspondencia de técnicos en radio y televisión ha sido la Escuela de Radio Maymo, aunque cabe destacar igualmente los cursos de ERATELE y CCC, al igual que el curso de Electrónica, Radio y Televisión de AFHA.

En todas estas escuelas, el sistema de trabajo era similar: el alumno al matricularse, comenzaba a recibir en su propio domicilio el material impreso necesario para su estudio y los materiales precisos para realizar sus montajes experimentales correspondientes. En general, las entregas se realizaban de manera sucesiva, en función de la forma de pago elegida; si el alumno realizaba el pago del curso de una vez, el material se entregaba íntegro al principio del curso.

Los alumnos debían estudiar los sucesivos temas, realizar los correspondientes ejercicios teóricos de control y los montajes sucesivos. Al acabar

cada bloque temático, debía remitir a la escuela el examen de nivel correspondiente, que le era devuelto corregido por sus profesores tutores. Durante el curso, el alumno disponía de un sistema para consultar posibles dudas que se le planteasen durante su estudio.

Para la obtención definitiva del título de Radio Técnico, era necesario superar una prueba teórica final – generalmente consistía en corregir las erratas del esquema del receptor superheterodino que el alumno montaba como práctica final- y remitir a la escuela el receptor ya montado para su calificación definitiva.

Por su interés histórico destacan tres de los cursos de radio mencionados: El Curso de Electronica, Radio y Televisión de AFHA, ERATELE y la Escuela de Radio Maymó.

14.1.1. La Escuela de Radio Maymó.

Fernando Maymó Gomis era natural de la localidad gerundense de Llangostera. Su experiencia en el campo de la Física y su formación como pedagogo le convirtieron en un pionero en el campo de la enseñanza a distancia. Se le suele considerar como el creador de un sistema de enseñanza, cuyo lema era "*Al Éxito Por La Práctica*".

Sus trabajos en este campo se iniciaron en Barcelona en el año 1931, donde comenzó a impartir sus primeras clases teorico-prácticas. Sus cursos rápidamente alcanzaron gran popularidad, lo cual llevó a Fernando Maymó a iniciar en el año 1941 el sistema de enseñanza a través del correo. Fundó así la primera Escuela de Radio por correspondencia en España, cuya sede central se encontraba en Barcelona.

Posteriormente se inauguraron las sedes de Valencia y Madrid. La empresa contaba con talleres propios, imprenta y laboratorios[497].

El alumno durante el curso realizaba montajes prácticos[498]. Consistían tanto de circuitos puramente radiofónicos (receptor experimental con diodo de germanio, con retroalimentación, un amplificador de baja frecuencia y un superheterodino de AM/FM a válvulas, de alimentación indistinta) como aparatos de medida y ajuste, tales como un tester y un generador de señales de radiofrecuencia. Las prácticas se realizaban con materiales suministrados por la Escuela.

El director de la Escuela se dirigía personalmente a los alumnos en un tono muy directo, mediante distintas recomendaciones que figuraban al principio o al término de las distintas lecciones teórico-prácticas del curso. Como muestra, al inicio de la lección práctica nº 2, D. Fernando realizaba una metáfora en la que comparaba el mundo de la *Ciencia Radioeléctrica* con una difícil travesía marítima sembrada de dificultades en la que él, encarnado en la figura del Capitán se ofrecía como guía:

> *"Al iniciar la travesía del Atlántico es imposible divisarla orilla opuesta, pero el Capitán del buque sabe que llegará a buen puerto gracias a los aparatos y cartas de orientación instalados a bordo. Usted también, siguiendo fielmente mis instrucciones llegará sencilla y plenamente a buen término sorteando los aparentes escollos de la Ciencia Radioeléctrica".*

[497] JULIÁ, J. *"Escuela de Radio (E.R.) Fernando Maymo Gomis"*. La radio de época. Enero 1994. Nº 1.

[498] Información suministrada por José Tomás Vera, alumno de la Escuela de Radio Maymó durante los años 50, con número de carnet 33.348 .

Al inicio de la lección práctica de final de curso, el Director se ofrecía a continuar la estrecha relación mantenida con el alumno, incluso una vez terminado el curso:

> *"Esta es la última Lección de mi Curso de Radio por Correspondencia. A través de mis Lecciones ha ido germinando entre usted como alumno y yo como profesor una honda amistad sin conocernos, que no dudo perdurará en lo sucesivo. Mi misión habrá terminado como profesor, mas no como su consejero, siga pues confiando en mi".*

El alumno recibía un carné acreditativo de la Escuela, y al finalizar sus estudios el Diploma de Técnico de Radio[499].

La Escuela funcionó hasta los primeros años setenta. Los contenidos apenas variaron respecto al programa original del año 1947.

El montaje fundamental era un receptor superheterodino de alimentación indistinta, con ocho válvulas: dos rectificadoras, dos de salida de audio montadas en *push pull*, una inversora de fase, la amplificadora de tensión, amplificadora de frecuencia intermedia y la osciladora-mezcladora. El receptor funcionaba solo en AM. Las válvulas fueron en un principio de la serie Rimlock, y posteriormente de la serie noval, con un adaptador para zócalos Rimlock.

Con el fin de adaptar el receptor a las necesidades impuestas por la aparición de las emisiones en modulación de frecuencia, el alumno podía adquirir

[499] Información suministrada por José Luis Villabona Hórreo, alumno de la Escuela de Radio Maymó durante los últimos años de la década de los sesenta.

opcionalmente un periférico, el adaptador para FM transistorizado o *fremodino*, que se conectaba al puerto de entrada de audio.

La Escuela de Radio Maymo comenzó a editar en 1958 una revista destinada exclusivamente a sus alumnos titulada Electrotecnia Popular, cuya portada correspondiente al nº 73 del mes de noviembre de 1966 se reproduce en la ilustración siguiente. Fernando Maymó se ocupaba de la dirección técnica. Se imprimía en los propios talleres de la Escuela:

Electrotecnia
POPULAR
LA REVISTA DEL RADIOTECNICO
Depósito Legal B. 9047 - 1958
AÑO IX NOVIEMBRE 1966 Nº. 73
DIRECTOR: Jaime Giró Ortega
DIRECCION TECNICA: Fernando Maymó
Editada por ESCUELA RADIO MAYMO
Impresa en GRAFICAS MAYMO, Muntaner 326
Dirección y Administración: Pelayo 3
BARCELONA (1) - Teléfono 2225240

Fig. 174. Portada de la revista Electrotecnia Popular. Noviembre 1963.

14.1.2. El Curso de Radio y Televisión AFHA.

El curso de Electrónica, Radio y Televisión, del Centro de Estudios AFHA de Barcelona, comenzó a funcionar en el año 1963. Se estructuraba en cinco bloques:

1. Radio (seis tomos)

2. Transistores (un tomo).

3. Alta fidelidad (un tomo).

4. Aparatos de medida (un tomo).

5. Televisión (tres tomos).

El primer bloque, dedicado a los receptores de válvulas, constaba de seis volúmenes, estructurados a su vez en cinco temas teóricos, con sus apartados prácticos correspondientes. Al final de cada tema el alumno debía completar un cuestionario dentro del denominado *Plan de Instrucción Programada* y al concluir cada uno de los volúmenes remitir al Centro el correspondiente *Examen de Grado*, en el que debía responder a cuestiones teóricas y resolver problemas prácticos. El examen se enviaba a la sede central de la escuela, en Barcelona, y se devolvía al alumno debidamente corregido por los profesores.

El alumno podía realizar consultas a los profesores del centro por vía telefónica o postal. No existían plazos para la entrega de los exámenes.

La prueba final de curso que el alumno debía superar forzosamente para obtener el diploma acreditativo de técnico en Radio (primera parte del curso) consistía en el envío del receptor a válvulas (superheterodino AM/FM) correspondiente a la práctica fin de curso, para que el profesorado valorase la calidad del montaje, y la localización de una serie de errores presentes en el esquema de dicho receptor que la escuela remitía al alumno para su corrección.

Como en el caso anterior, el alumno recibía un carnet acreditativo y un Diploma de Técnico en Radio.

Los montajes prácticos que se realizaban eran los siguientes:

1. Receptor elemental con diodo de germanio.
2. Fuente de alimentación.
3. Receptores a reacción (tres)
4. Amplificador de baja frecuencia.
5. Receptor superheterodino de AM
6. Receptor superheterodino AM/FM.

Los instrumentos de medida y ajuste (tester y generador de radiofrecuencia) los entregaba la escuela ya montados.

Los montajes se realizaban en un chasis moderno de 34 x 15,5 x 10 cm, con pletina de frecuencia intermedia desmontable, para cuatro válvulas de la serie noval, y un sintonizador de frecuencia modulada transistorizado. El receptor superheterodino llevaba un transformador especial diseñado por la Escuela para sus montajes, aunque el circuito básico correspondía a un receptor de alimentación indistinta, con la ventaja añadida de su conexión a 125 o 220 voltios.

El curso se centraba casi exclusivamente en los receptores de válvulas. El tomo dedicado a transistores no era más que una aplicación directa de los circuitos de válvulas, debidamente modificados.

Es preciso considerar que el curso continuaba como tal en vigor cuando ya comenzaban a escasear las válvulas en el comercio especializado, y comenzaba la renovación definitiva del parque de receptores de válvulas por los transistorizados.

14.1.3. La Escuela de Radio y Televisión ERATELE.

La tercera escuela de radio y televisión que impartía cursos a distancia fue ERATELE. Tenía su sede central en Barcelona, y una delegación en Madrid. Sus anuncios aparecieron en la prensa hasta el año 1980. El curso[500] constaba de cuatro tomos en los que figuraban cincuenta y seis lecciones teóricas y cuarenta y ocho prácticas, y se completaba con un libro dedicado a la reparación de receptores a válvulas, otro a los circuitos transistorizados, un manual de características y equivalencias de transistores (que incluía un formulario de electricidad, electrónica y ábacos de cálculo) y un esquemario de receptores a válvulas y a transistores.

El alumno recibía además, como material de trabajo unos alicates planos, un soldador de 60W para receptores a válvulas, otro de 40W para transistores, un destornillador y estaño.

El instrumental necesario era montado por el propio alumno durante el curso. Se trataba de un tester, un *pruebacircuitos* a sustitución, un inyector de señales de radiofrecuencia, y una fuente de alimentación para aparatos de válvulas.

Las prácticas que se realizaban eran las que siguen:

1. Como evitar riesgos eléctricos, uso y mantenimiento del soldador
2. Instalación eléctrica de la mesa de trabajo
3. Circuitos eléctricos elementales (I)
4. Circuitos eléctricos elementales (II)

[500] Información facilitada por Joaquín Guerrero González, alumno de la Escuela de Radio y Televisión Eratele.

5. Instalación de la antena, construcción del pruebacircuitos por sustitución (I).

6. Pruebacircuitos por sustitución(II).

7. Pruebacircuitos por sustitución (III).

8. Pruebacircuitos por sustitución (IV).

9. Alimentador de válvulas: montaje mecánico.

10. Analizador universal o tester: estudio previo al montaje.

11. Analizador universal: practicas con el miliamperimetro del tester.

12. Analizador universal: inicio del montaje, y realización de medidas de tensiones continuas, experimentales.

13. Analizador universal: realización de medidas de tensiones alternas experimentales.

14. Analizador universal: Medida de resistencias.

15. Analizador universal: Estudio del circuito del óhmetro.

16. Analizador universal: pruebas de funcionamiento del tester, y fin del montaje.

17. El transformador de alimentación: Estudio del transformador del montaje de la lección 9, y montaje de las laminas en forma de E y forma de I.

18. Alimentador de válvulas: terminación de su montaje, y prueba del mismo.

19. Receptor a reacción de dos etapas (I)

20. Receptor a reacción de dos etapas (II)

21. Receptor a reacción de dos etapas: terminación del montaje, y prueba del mismo.

22. Receptor a reacción de tres etapas, con preamplificador de alta frecuencia.

23. Receptor a reacción, usando la sección heptodo de la válvula ECH 81

24. Receptor a reacción, usando las dos secciones de la válvula ECH 81.

25. Análisis de funcionamiento de un paso amplificador.

26. Amplificador de baja frecuencia de tres pasos.

27. Amplificador de baja frecuencia con dos entradas mezclables.

28. Circuitos multivibradores.

29. Amplificador de baja frecuencia con dos pasos.

30. Transmisor experimental.

31. Construcción de un receptor para probar el transmisor experimental.

32. Preparación del circuito, para la realización del 4º examen practico.

33. Generador busca averías (inyector de señales) (I)

34. Generador busca averías (II)

35. Receptor superheterodino AM-FM: generalidades.

36. Receptor superheterodino AM-FM: circuitos de audio (I).

37. Receptor superheterodino AM-FM: circuitos de audio (II).

38. Receptor superheterodino AM-FM: circuitos de audio (III).

39. Receptor superheterodino AM-FM: circuitos de FI.

40. Receptor superheterodino AM-F: circuito detector de AM, y RAS.

41. Receptor superheterodino AM-FM: circuito convertidor de AM.

42. Construcción de un circuito convertidor experimental.

43. Receptor superheterodino AM-FM: el grupo de RF.

44. Receptor superheterodino AM-FM: Preparación de los circuitos impresos para el montaje definitivo.

45. Receptor superheterodino AM-FM: conexiones eléctricas.

46. Receptor superheterodino AM-FM: preparación del grupo de FM.

47. Receptor superheterodino AM-F: preparación del mando de sintonía.

48. Receptor superheterodino AM-FM - control instrumental y funcional.

La evaluación del alumno se realizaba mediante exámenes de control, entregados periódicamente con los distintos envíos sucesivos de material. Cada examen constaba de una parte teórica y otra práctica. El examen debía enviarse a la Central Eratele de Barcelona, desde donde se devolvía corregido.

Existía un sistema de consultas telefónicas o por correo, que eran atendidas por los profesores de la Escuela.

Muestra de la importancia que supuso en su momento la realización de este tipo de cursos de radio por correspondencia es la opinión personal de Joaquín Guerrero González, alumno de la Escuela de Radio y Televisión Eratele, que concluyó sus estudios en 1981:

"Ya en aquella época, me pareció un curso quizás demasiado anticuado, pues daba mucha importancia a las válvulas, no por otra cosa, sino porque en ese año, todos los aparatos electrónicos que yo conocía, eran de transistores y circuitos integrados.

Las ilustraciones, incluso de los aparatos transistorizados, correspondían a equipos de los años 60 y 50.

Pero, de todas formas, para alguien que empezaba, servía para iniciarse; los conceptos de funcionamiento de los receptores, estaban explicados, fundamentándose en la tecnología de las válvulas, pero, teniendo las ideas claras, eran fácilmente extrapolables a la tecnología del transistor.

El curso, que inicié allá por el año 1981, es quizá lo que me hizo entrar en el mundo de la electrónica a nivel aficionado, y en el ramo profesional, ya que me permitió conseguir el trabajo que tengo ahora".

Al concluir el curso, la escuela entregaba un diploma acreditativo del curso realizado.

14.2. LOS KITS DE MONTAJE.

Los kits de montaje hicieron su aparición en el mercado español a partir de los primeros años de la década de los cuarenta.

Los kits son conjuntos de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos que permiten el montaje de receptores de radiodifusión sonoro; como complemento incluyen el esquema del receptor e incluso el mueble.

Cabe destacar que en el kit en general, no van incluidas las instrucciones de montaje - que por tanto quedaban al libre albedrío y destreza del montador - ni la forma de distribuir los diferentes elementos sobre el chasis metálico.

En general, los propios distribuidores confeccionaban los kits seleccionando componentes de la calidad que estimaban más oportuna en función del precio final del producto, que dependía básicamente de los siguientes elementos:

1. Tipo de mueble, variable en función del material básico de construcción, ya fuese madera, plástico o baquelita.

2. Numero y tamaño de los altavoces.

3. Sistema de bobinas, entendiendo por tal los transformadores de frecuencia intermedia, bobina de antena y bobina de sintonía. Estos podían ser independientes, o - en el caso de las bobinas de sintonía y antena - comercializarse montadas directamente sobre el conmutador de ondas.

4. Presencia o no de sintonizador de Frecuencia Modulada.

5. Número y tipo de válvulas termoiónicas. De hecho se comercializaron circuitos idénticos, pero con válvulas de diferentes series. No obstante, a partir de la década de los cincuenta, se extendió el empleo de las válvulas Rimlock, como consecuencia de su excelente relación calidad/precio. En ocasiones se montaron receptores que mezclaban válvulas de distintas series, especialmente si utilizaban ojo mágico.

6. Tipo de conmutador de ondas. En general los receptores con conmutador de ondas rotativo eran más económicos que los que disponían de conmutador por teclado; en este último caso, además, las

bobinas se servían montadas directamente sobre el mismo bloque del conmutador.

Estos receptores en general iban destinados a su montaje por aquellos que poseían conocimientos de electrónica, que básicamente habían obtenido previamente a través de las distintas academias de enseñanza a distancia. Pese a todo se pusieron en el mercado receptores montados en kits, pese a ser esta una actividad ilegal, ya que los receptores estaban sujetos al pago de la Contribución de Usos y Consumos, y mostrar en la parte trasera del chasis la placa correspondiente al pago de dicha contribución, en la que figura el número de serie, número de fabricante, número de válvulas y tensión de funcionamiento.

Con el fin de legalizar su situación, dado que muchos montadores de receptores en kit vendían sus montajes bien directamente a sus clientes, o bien a los comercios del ramo, la Asociación Nacional de Constructores de Aparatos de Radio, A.N.C.A.R. vendía a los montadores unas placas que incluían en su precio las correspondientes tasas fiscales, que se colocaban sobre el chasis o en la tapa posterior[501].

Los propios constructores configuraban en muchas ocasiones sus kits de acuerdo con sus gustos personales, dando de esta forma su particular acabado a los montajes, llegando incluso a modificar los esquemas originales con el fin de mejorar las condiciones particulares de escucha de la zona en la que el receptor se iba a comercializar, incluyendo sistemas que permitían su funcionamiento en tensiones de 125 y 220 voltios, etapas de salida de baja frecuencia con dos válvulas de potencia, modificando los circuitos de sintonía en función de la estación a sintonizar (en cuyo caso solían emplear bobinas de sintonía con núcleo de ferrita con el fin de poder efectuar un doble ajuste en la gama alta y baja de ondas medias) y, en muy reducida escala, incluyendo un sintonizador de frecuencia modulada.

Como muestra de uno de los kits de montaje, se reproduce a continuación el listado de material de un aparato típico de la década de los años cincuenta reparado por el autor, comercializado por Federico Tresguerras de Madrid. Los distintos materiales se han ordenado por precio creciente:

Tabla 51. Materiales del kit de montaje de un superheterodino de cinco válvulas.

Nº	Descripción	Precio
1	Mueble L 24 P (con chasis)	269.15
1	Juego de válvulas Noval Rimlock (ECH 81, EF 41, EBC 41, EL 84 Y EZ 80)	175.45
1	Altavoz 6" c.a. Melodial	135.00
1	Transformador Noval 5 V	85.50
1	Juego bobinas R.H.A. Mod. 2B53 con esquema de montaje	78.15
1	Condensador Bianchi 8 + 16 ?F 500 V	44.20
1	Tándem R.H.A., NC2 o LC2	35.65
4	Botones de mando Fara 32	16.80
1	Potenciómetro 0,5 M? c/interruptor Melodial	15.75
1	Potenciómetro 0,5 M? s/interruptor Melodial	14.20
1	Conmutador Hot 2X4	11.60
5	Soportes válvula Noval-Rimlock	10.55
2	Condensadores 0,1 ?F 500V	6.50
2	Condensadores 0,05 ?F, 1.500V	6.10
1	Condensador Bianchi 25 ?F 35 V	4.95
1	Páder Vica 500 cm	4.95

[501] GIBERT, R. *"¿Qué es un Kit?"*. La ràdio d'època. Junio 1999, nº 24.

Nº	Descripción	Precio
	1,5 m hilo conexión funda de plástico	3.75
2	Condensadores mica 250 cm	3.40
	1 m cable de estaño preparado	3.25
1	Lámpara piloto 6,3 V	2.25
1	Clavija de entrada Fara	1.85
2	Resistencias 1 M? 1/4 W	1.70
1	Condensador mica 50 cm	1.60
2	Condensadores mica 150 cm	1.60
	1,5 m cuerda nylon para dial	1.50
4	Gomas de tándem con arandelas	1.40
	1 m cable rígido de retención	1.25
1	Condensador 0,005 ?F, 1.500 V	1.25
2	Condensadores Bianchi 0,01 ?F, 1.500 V	1.25
1	Resistencia 0,033 M? 1 W	1.20
1	Clavija cuatro patas para altavoz	1.15
1	Soporte cuatro patas para altavoz	1.15
1	Resistencia 150 ? bobinada 3 W	1.05
20	Tornillos de montaje 1/8 X 25 mm con tuerca	0.95
2	Fichas AT y FONO	0.90
	0,3 m cable blindado	0.85
1	Resistencia 0,0003 M? 1/4 W	0.85
1	Resistencia 0,025 M? 1/4 W	0.85
1	Resistencia 0,033 M? 1/4 W	0.85
1	Resistencia 0,05 M? 1/4 W	0.85
1	Resistencia 0,25 M? 1/4 W	0.85

Nº	Descripción	Precio
1	Resistencia 10 M? 1/4 W	0.85
1	Soporte de ranura piloto	0.85
	0,3 m cable altavoz, funda de plástico	0.80
4	Arandelas de presión para mandos	0.60
10	Terminales de masa 3 mm	0.45
2	Anclajes de 2 terminales	0.40
2	Anclajes de 1 terminal	0.30
1	Goma de entrada	0.25
	PRECIO TOTAL DEL KIT, PESETAS.	**969,00**

Como puede comprobarse, casi el 90% del precio total corresponde a los elementos principales del receptor, como son el mueble (el de ese aparato corresponde a un tamaño medio de 40,5 cm de largo, 25,5 cm de alto y 21,5 cm de ancho), el juego de válvulas, el equipamiento de bobinas, el tándem y el condensador de filtro. Claro está que este no es el precio final que pagaba el cliente, ya que a éste deben añadirse, aparte de la correspondiente Contribución de Usos y Consumos, la mano de obra correspondiente al montaje y finalmente - en su caso - el margen correspondiente al comerciante distribuidor. A la vista de algunas facturas de receptores similares a las que se ha tenido acceso, el precio final de este receptor superaba ampliamente las 2.000 pesetas en 1954.

El montaje mediante kits se extendió igualmente a los receptores transistorizados, y posteriormente, a los televisores y amplificadores de audio. En el caso particular de los receptores transistorizados, hasta la aparición de las placas de

circuito impreso, el montaje se realizaba de manera análoga a los receptores de válvulas; de hecho, hasta se emplearon los mismos muebles a tal fin[502].

La fiabilidad de los montajes en kit generalmente era inferior a los receptores distribuidos por marcas nacionales e internacionales. Pese a la opinión de algunos autores que apuntan a que podía incluso ser superior a los de marcas afamadas, es preciso considerar que la calidad de las soldaduras, la estructura del cableado, el ajuste de los circuitos, el acabado de los receptores en su conjunto, en muchas ocasiones dejaba demasiado que desear; testimonios directos apuntan que el ajuste de las etapas de frecuencia intermedia se realizaba "a oído" con la estación local, y la banda de onda corta no se ajustaba. Los controles de tono eran generalmente elementales y monomando. Pese a todo, el rendimiento y durabilidad de tales montajes era aceptable, aunque el precio siempre era sensiblemente inferior al de un aparato de similares características de marca reconocida. Así un montador podía construir su propio receptor, similar tanto en técnica como en estética al modelo Campanela de Telefunken, cuyo precio en el mercado era de 2.975 pta. por menos de 1.000 pesetas

Los kits de montaje para receptores transistorizados cambiaron sustancialmente con la aparición de las placas de circuito impreso; en ese caso, los elementos más críticos (botes de frecuencia intermedia y bobinas) ya van montados sobre la placa debidamente ajustados de fábrica, y, serigrafiada en ella, la colocación de los distintos elementos; el montador apenas se limita a colocar los componentes, soldarlos y cortar los rabillos sobrantes.

[502] Estos receptores de sobremesa transistorizados se destinaban generalmente a su empleo en segundas residencias en las que habitualmente no solía existir red eléctrica de alumbrado, y de ahí la denominación popular con que se les conocía: Camperos. Pese a todo, también las marcas más importantes, como Inter, Vanguard, Iberia, Telefunken y Lavis comercializaron receptores de tamaño medio-grande transistorizados, son conexión directa a la red y a pilas

Similar técnica se emplea, incluso actualmente, para el montaje de amplificadores de audio.

14.3. EL RADIOCASSETTE Y EL WALKMAN.

Las grabadoras de cassette aparecieron en el mercado europeo en 1963. Surgieron como consecuencia de las distintas investigaciones que se llevaron a cabo en el departamento de grabación magnética de Philips en Viena, enfocadas a la eliminación los problemas derivados del proceso de enhebrado de la cinta magnética en magnetófonos de cinta abierta[503].

Fue Philips quien realizó la primera campaña publicitaria en televisión, destinada a dar a conocer el nuevo sistema de registro en soporte cinta casete mediante el magnetófono modelo Minor 02 (EL 3301). La publicidad se centraba en las características de un revolucionario sistema cuya principal ventaja radicaba en la posibilidad de realizar grabaciones de hasta 90 minutos en una cinta magnética reversible encerrada en una caja que, según el texto original de la campaña en televisión a la que puso voz de fondo la conocida Mari Carmen Goñi, podía *ser grabada y borrada infinitas veces*. El aparato era portátil, funcionaba con pilas, podía llevarse en una funda tipo bandolera en la que se guardaba el micrófono, el soporte del micro y el cable de grabación directa para señales de línea.

Apenas dos años después, el receptor de radio se incorporó como fuente sonora a la grabadora de cassettes, permitiendo de esta forma, con un único amplificador, reproducir las grabaciones en cinta y escuchar el receptor de radio; el sistema, además, permitía la grabación directa de programas de radio, sin necesitar

[503] Philips cedió el cassette libre de derechos de patentes a los diferentes fabricantes mundiales de magnetófonos, con el fin de fomentar la adopción de un sistema estandarizado, pero se reservó los derechos de patentes sobre las cintas de cassette.

micrófono adicional. Al nuevo dispositivo se le denominó *radiocassette* y mantiene tal denominación actualmente.

El radiocassette ha seguido su propia evolución técnica y estética:

En un principio se respetaron las líneas de las grabadoras y se añadieron diales tremendamente simples, tales como una simple rueda en la cual se indicaban las frecuencias de OM, y a partir de 1972 también de FM.

La sección correspondiente a la radio comenzó a adquirir sus líneas propias, independizándose de la sección grabadora-reproductora. Aparecieron los sintonizadores con tres y cuatro bandas, y los diales de gran tamaño en los que, además, se indican los nombres de las principales estaciones, como en su momento ocurrió en los receptores de radio a válvulas. Incluso los diales llevaban iluminación posterior o lateral (permanente cuando el aparato se conectaban a la red). La conmutación de ondas se lleva a cabo mediante pulsadores o conmutadores. Los indicadores de sintonía se acoplaban igualmente en forma de *vúmetros* en principio y posteriormente con diodos leds.

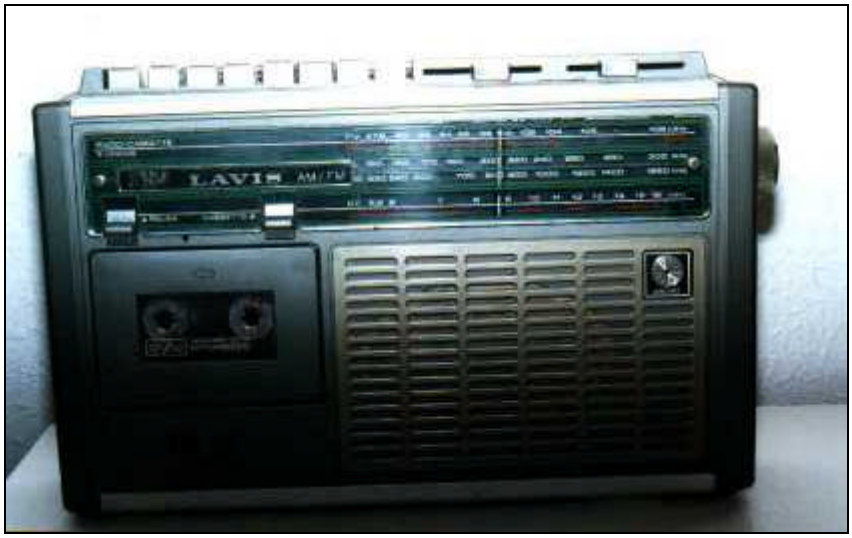


Fig. 175. Radiocassette Lavis[504].

A partir de 1975, con la puesta en funcionamiento de las estaciones de radiodifusión en FM estéreo, se comercializaron los primeros radiocassettes estéreo, diseñados para la escucha de musicassettes y programas de radio en modulación de frecuencia y estereofonía. Incluían dos sistemas de altavoces, control de volumen y tono independientes para cada canal. Llevaban un diodo led que se activaba al recibir programas en estéreo. El conjunto adquiría las formas más variadas: altavoces separables, platinas de cassette dobles, entradas de phono y línea para dispositivos periféricos.

Con la sustitución definitiva de los discos de vinilo por los discos compactos, los radiocassettes comienzan a incorporar, además, dispositivos lectores de DC en un mismo conjunto. Los modelos se perfeccionan con la sustitución de los diales analógicos por pantallas digitales, y posteriormente con el sistema RDS.

[504] Lleva indicador de sintonía LED en la misma aguja del dial. Cuatro bandas: OC, OM, OL y FM. De la colección del autor.

Actualmente se fabrican en todos los tamaños, en un solo bloque o en varios si los altavoces son separables, formando las denominadas *minicadenas*.

Por otra parte, con las sucesivas mejoras en el diseño de los circuitos, surgió el radiocassette personal o *walkman*. Se trata bien de lectores de cassettes que generalmente incluyen un sintonizador de radio para la escucha individual a través de auriculares de alta fidelidad, o bien de receptores de radio miniaturizados. Suelen llevar una pinza para sujetarse al cinturón con el fin de poder ser escuchados individualmente en cualquier momento y lugar. Funcionan con dos pilas o baterías, o con alimentadores independientes. El reproductor puede ser reversible. Algunos permiten grabar programas de radio y realizar grabaciones exteriores a través de micrófono. Los diales pueden ser analógicos o digitales, con o sin sistema RDS. El sintonizador lleva dos bandas (OM/FM) o exclusivamente FM.

Este sistema ha tenido una tremenda difusión entre todos los públicos, ya que permite escuchar tanto la radio como las grabaciones en cassette y/o disco compacto en cualquier momento y lugar.

Actualmente los *walkman* con sintonizador de radio incorporan los nuevos sistemas de reproducción o grabación/reproducción digitales, como el disco compacto y el minidisc (MD).

En el caso de los *walkman* que solamente llevan radio, su tamaño se ha reducido hasta límites insospechables hace pocos años; pueden ser de dimensiones similares a una tarjeta de crédito, e incluso se fabrican receptores con dispositivos de sintonía automática por pulsador con un tamaño de 2,5 x 3,5 x 0,5 cm.

14.4. LA RADIO EN EL AUTOMÓVIL: EL AUTORRADIO

La radiodifusión sonora nació como sistema de comunicación en el cual el receptor se encontraba fijo, como consecuencia principalmente de la necesidad de emplear una antena exterior para conseguir unas condiciones de escucha aceptables. Pronto la extraordinaria difusión de la radio llevó al diseño de receptores portátiles que permitiesen a los oyentes escuchar sus emisiones favoritas desde cualquier lugar, incluso durante los viajes. Por esta razón, se iniciaron las consiguientes investigaciones encaminadas a modificar los circuitos de recepción existentes, con el fin de poder incorporarlos a los medios de transporte, tanto públicos, como, principalmente, privados. De esta forma surgió el autorradio.

No se ha localizado una definición del concepto autorradio que parezca satisfactoria. En general, los distintos autores hablan de *receptores que pueden montarse en el salpicadero de los automóviles*, definición excesivamente general e inexacta, ya que han existido autorradios que se montaban sobre el espejo retrovisor del automóvil, al igual que otros cuyos controles se instalan junto al volante independientes del cuerpo del receptor, así como otros receptores de diseño modular, formados por elementos independientes colocados en distintos lugares del vehículo.

Igualmente, hay receptores portátiles susceptibles de ser escuchados en el interior de los automóviles, sin necesidad de antena pero con alimentación autónoma, e incluso receptores portátiles que pueden conectarse a la antena del automóvil y no por ello deben calificarse de *autorradios*. Han aparecido en el mercado incluso receptores que pueden instalarse en motocicletas y en general en cualquier vehículo a motor.

Por **autorradio** se entiende aquél receptor de radiodifusión sonora cuyos circuitos y elementos de montaje y fijación, están diseñados para ser instalados exclusivamente en vehículos de tracción a motor, debidamente aislados, con toma de antena exterior y alimentados directamente de la batería de éste.

El empleo de los primeros receptores en vehículos data de 1920. Sin embargo las primeras experiencias se realizaron ya en 1914, popularizándose su empleo a partir de 1929 en Estados Unidos. Las fuentes consultadas demuestran que las ventas de autorradios en Estados Unidos durante el año 1931 se triplicaron en apenas dos años, probablemente como consecuencia de la resolución de los distintos problemas que surgieron en los primeros aparatos instalados en vehículos.

Del análisis realizado, se deduce que la instalación de receptores de válvulas en automóviles tuvo que superar especialmente cinco obstáculos de carácter técnico:

1. Las derivadas de las vibraciones de los primitivos vehículos a motor.
2. El espacio limitado para la instalación de la antena.
3. La consecución de la corriente de alta tensión necesaria para el funcionamiento de las válvulas
4. La dificultad de llevar a cabo una audición en condiciones acústicas aceptables como consecuencia del elevado nivel de ruido en el habitáculo del vehículo.
5. Las interferencias producidas por el encendido del motor.
6. La ubicación de la antena.

Las soluciones a los distintos problemas llegaron paulatinamente:

1. El descubrimiento de válvulas cada vez más sensibles hizo posible el montaje de receptores con un reducido número de éstas, entendiendo por tal siete u ocho válvulas, en los primeros años 30. Ello permitió disminuir el número de etapas de amplificación de alta y baja frecuencia, y diseñar receptores de pequeño tamaño.

2. El empleo de válvulas de calefacción indirecta con tensiones de filamento de 6 voltios permitió realizar la alimentación del receptor directamente de la batería del automóvil[505].

3. El tamaño de aquellos receptores, que era forzosamente menor que el de los receptores de sobremesa, y su ubicación obligaron a buscar lugares en los que estuviesen exentos de golpes y las vibraciones se redujesen al mínimo. Por ello, se instalaron en el panel que contiene los indicadores del automóvil, debidamente aislados de los tubos por los que circulaban fluidos a elevadas temperaturas, que podrían afectarle en su funcionamiento.

4. Tras resolver los inconvenientes derivados de las condiciones mecánicas de instalación, se hizo necesaria la colocación de las válvulas en soportes antivibración y de dispositivos de ajuste adecuados a tales condiciones.

5. Los altavoces debían tener un pequeño tamaño con el fin de que se evitase la reproducción de notas graves en malas condiciones, como consecuencia de la inadecuada separación entre las masas de aire móviles anterior y posterior.

6. El excesivo nivel acústico del interior, obligó el uso de amplificadores de baja frecuencia de gran potencia.

[505] MUGUERZA J.: *"Radio - receptor para automóviles"*. Radio Universal . Marzo 1934

7. La alimentación del receptor se realizó adaptando los generadores de baja tensión del vehículo a los circuitos de alimentación de filamentos de las válvulas. Para lograr la alta tensión, precisa para las placas sin recurrir al empleo de baterías secas de alta tensión, se emplearon dispositivos encargados de transformar adecuadamente la baja tensión en alta tensión rectificada. Con tal fin se utilizaron principalmente dos dispositivos de alimentación:

   - El primero de ellos utilizaba un convertidor formado por un motor de 6 voltios unido a un generador de corriente continua de 200 a 250 voltios. El conjunto iba encerrado en una caja metálica colocada bajo el piso del automóvil.

   - El segundo consistía en un zumbador con una bobina de Ruhmkorff, en cuyo secundario se producía la alta tensión rectificada por una válvula y finalmente filtrada a través de un sistema de condensadores electrolíticos.

Fig. 176. Publicidad de vibradores para autorradio.

8. Los problemas inherentes a la instalación de la antena, cuya longitud normal debería ser de unos 10 metros, hacían difícil su instalación en

automóviles. La normativa vigente dictaba que en un automóvil la antena no debía superar los 50 centímetros, lo cual suponía una importante reducción en la tensión de entrada al receptor que debía compensarse con una amplificación de las señales de radiodifusión adecuada. Para mejorar la eficacia de las antenas los fabricantes dispusieron una bobina en serie que, al estar confeccionada con un hilo especial, aumentaba considerablemente su ganancia. Igualmente, la instalación de guardabarros metálicos aislados del resto del chasis, que actuaban como antena, de mallas colocadas sobre el techo del vehículo o masas metálicas aisladas colocadas en la parte inferior de automóviles descapotables paliaron, en parte, el problema.

9. Las importantes perturbaciones ocasionadas por el encendido del motor de explosión en los circuitos de alta y baja tensión, se redujeron parcialmente con un blindaje adecuado de las conexiones entre la antena y el receptor, e incluso del chasis de éste. Pese a todo, no fue posible eliminar en su totalidad las perturbaciones exteriores producidas por el paso a través de túneles, líneas de alimentación de tranvías, construcciones metálicas o por los cambios de dirección. Al respecto, Fernández Arín apuntaba las siguientes soluciones:

- Colocar la antena bien sobre el techo del vehículo o junto a la puerta.
- Inyectar la señal de antena al receptor a través de un cable blindado, unido a distintos filtros antiparasitarios.
- Colocar el receptor en una caja metálica, mínimamente perforada para permitir la ventilación de las válvulas y evitar las interferencias generadas por el motor.

- Montar los botones de mando y el dial sobre el mismo cuadro de mandos del vehículo[506].

10. Puesto que el receptor para automóvil debía tener una sensibilidad muy alta, como consecuencia de las grandes distancias a recorrer con el vehículo, los circuitos amplificadores de radiofrecuencia se perfeccionaron, aumentando de esta manera la ganancia frente a señales débiles. Igualmente tenía que estar equipado con un buen dispositivo antifading, con el fin de evitar el desvanecimiento durante los viajes. Una vez resuelto el problema anterior, se planteó el opuesto, el de lograr que un aparato tan sensible captase las mínimas perturbaciones posibles[507].

Todas estas modificaciones permitieron que, ya desde los primeros años 30, fuese posible encontrar receptores para automóviles que permitían audiciones en condiciones similares a los receptores de sobremesa[508].

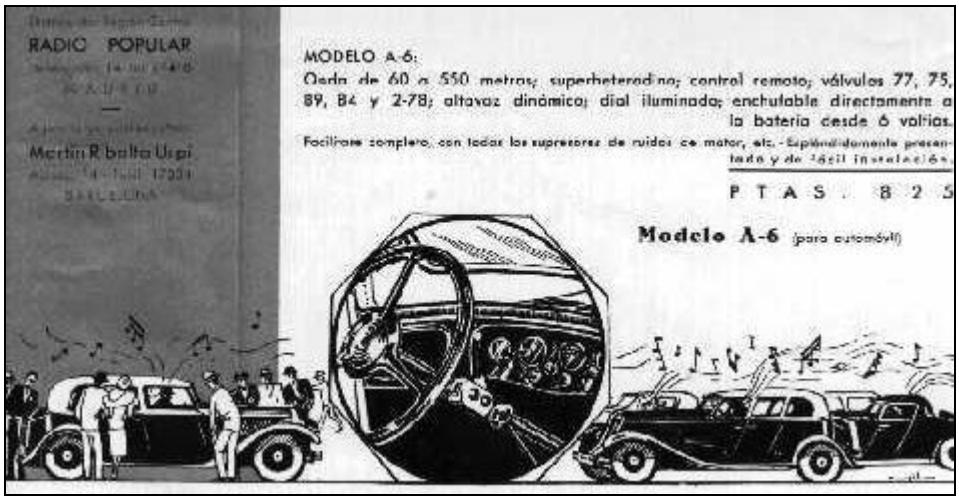


Fig. 177. Publicidad de autorradios Kennedy del año 1934.

[506] FERNÁNDEZ ARÍN, J.: *"La música en los viajes"*. Radio y luz.

[507] EVANGELISTA, V.: *"Los aparatos de radio en los automóviles"*. Electrón. Mayo 1935.

[508] Ondas. *"La radio en el automóvil"*. Mayo 1934.

En 1934 Philips lanzó en España la nueva línea de autorradios que venía a sustituir al 521U, formada por los tipos 241B y 243B, de siete válvulas[509]. En relación con la supresión de parásitos el fabricante indicaba las dificultades que ello supuso.

En un principio, intentaron copiar el modelo americano, que eliminaba las interferencias mediante la colocación de resistencias en las bujías y en el distribuidor del motor con el fin de reducir la chispa de las bujías a un nivel tal que no generase interferencias. Ello suponía una importante disminución del rendimiento del motor, mayor gasto de combustible, generación de carbonilla en el interior del motor y otros problemas derivados de la inutilización de las resistencias .

El sistema Philips se basó en un blindaje combinado con filtros especiales, sin alterar la instalación eléctrica del motor. El receptor Philips y el altavoz se encontraban blindados, al igual que todos sus cables de conexión. Cada conductor a su vez iba dotado de un filtro especial patentado por la misma marca encargado de cortar todas las posibles frecuencias parásitas.

El dispositivo de blindaje se completaba con un condensador de 2 microfaradios montado sobre la dínamo, otro similar sobre el primario de la bobina, así como una red de cobre sobre el suelo del coche y entre el salpicadero y los asientos delanteros, red que se coloca bajo la alfombra de caucho del suelo. Este

[509] El tipo 241B incluye dos válvulas EF2 como pentodos de alta frecuencia, un octodo EK1, un doble diodo EB1, un pentodo de alta frecuencia EF1, un pentodo final EL1 y una rectificadora EZ1. Las correspondientes al 243B son las válvulas CF2, CK1, CB1, CF1, CL1 y FZ1. El tipo 241B funcionaba con batería de 6 voltios, y el 243B de 12 voltios. Sus consumos respectivos son de 5,2 y de 2,7 amperios. Ambos incorporaban un dispositivo de sintonía a distancia, adaptada al árbol del volante, con forma de instrumental redondo y con aguja indicadora de las longitudes de onda. La sintonía se accionaba por cable de acero.

blindaje, que Philips suministraba con cada aparato, era suficientemente eficaz para todos los vehículos de la época[510].

A propósito de la instalación de receptores de radiodifusión en automóviles, Díaz Fernández pronunció una conferencia ante los micrófonos de Unión Radio Madrid durante el mes de junio de 1934 en la que hizo referencia al interés despertado por este tema, hasta el punto de que los principales fabricantes de automóviles llegaron a hacer del autorradio el eje de su publicidad, insistiendo en que al convertirse el automóvil en una prolongación del hogar, debería incluir un receptor de radiodifusión, elemento que ya entonces se consideraba imprescindible en cualquier hogar:

> *"La radio proporciona música, noticias, contacto con la vida urbana que se ha dejado atrás, pero de la cual se siente inmediatamente una gran nostalgia.... Por eso se comprende que la radio, estrella del hogar, corazón sonoro de los rascacielos, acompañe al hombre en su coche cuando escapa de la ciudad.... Nuestros primeros automovilistas no podrían sospechar que hubiese de darse alguna vez esta alianza, como no creerían en ella los primeros radioyentes que recibían las primeras emisiones a través de pesados auriculares. Pero lo prodigioso de la técnica es que siempre guarda algún secreto".*[511]

Los primeros autorradios fabricados por Philips incorporaron válvulas octodo, en circuitos denominados "Super octodo", que permitían la recepción de ondas medias y largas, y fueron adoptados en principio por las fábricas de

[510] El circuito super octodo se ha lanzado también como receptor para auto. Radio y luz. Marzo 1934.

[511] DÍAZ FERNÁNDEZ, J.: *"La radio en el auto"*. Ondas. Junio 1934 p. 37

automóviles Ford en Holanda. Existían modelos para 6 voltios (241B) y para 12 voltios (243B), dotados de una sensibilidad de 1 microvoltio por metro, regulable hasta 6 microvoltios, así como de circuitos compensadores de desvanecimiento imprescindibles para las condiciones en las que ha de trabajar un receptor en un vehículo.

Los altavoces modelo 4283 se colocaron separados del receptor en una caja metálica redonda y su capacidad de reproducción es similar a la de los receptores de sobremesa.

La sintonización se realiza a distancia, adaptada al árbol del volante y tiene forma redonda, con aguja indicadora de las longitudes de onda. Un botón accionaba por cable la sintonía y otro la intensidad sonora.

Las válvulas empleadas por cada uno de los dos tipos se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 52. Válvulas utilizadas en los primeros autorradios Philips.

Tipo 241 B	Función	Tipo 243 B
2 – EF2	Pentodo de A.F.	2 – CF2
1 – EK1	Octodo	1 – CK1
1 – EB1	Dúo - diodo	1 – CB1
1 – EF1	Pentodo de A.F.	1 – CF
1 – EL1	Pentodo final de 5 vatios	1 – CL1
1 - EX1	Rectificadora	1 – FZ1

La transformación de corriente continua en alterna se efectuaba mediante un vibrador tipo 4097 o 4096, para 6 o 12 voltios respectivamente, alojado en un tubo de gas inerte que impedía la oxidación de los contactos.

El consumo de corriente es de 5,2 o de 2,7 Amperios para los modelos 241 B y 243 B respectivamente, valores *bajos* para receptores de siete válvulas si se consideran en relación a otros modelos similares susceptibles de consumir hasta 7 Amperios.

Otros fabricantes de autorradios con distribución en España localizados en la bibliografía especializada de la década de los 30 a 40 son Artés, Körting, Blaupunkt, Sparton y Telefunken. En la década de los 50 Skreibson y Marconi.

Fig. 178. Autorradios Skreibson del año 1963.

Los receptores de válvulas para automóviles fabricados a partir de la década de los años 40 unificaron rápidamente su apariencia externa. En general, aparecían distribuidos en dos o tres bloques:

1. El altavoz.

2. El amplificador de baja frecuencia y la conmutatriz (que en general se acoplaba en una misma caja junto con el altavoz).

3. El módulo de control, con un dial y dos botones de mando, uno a cada lado, para volumen y sintonía. Algunos incluían pulsadores de sintonía fija bajo el dial, y botones dobles para control de volumen/tono y sintonía/cambio de onda.

Ya en 1943 en un artículo publicado en la revista Radioelectricidad se reflexionaba en torno al futuro del autorradio afirmando que su incorporación a los automóviles se haría rápidamente extensiva incluso a los vehículos nuevos ya desde el punto de venta.

El autor preveía la instalación de repetidores a lo largo de las principales carreteras y la transmisión de mensajes de tráfico, e incluso se anticipó al actual sistema de transmisión RDS y EON de sintonía automática de estaciones según la zona de cobertura. En definitiva, estaba perfilando un sistema que se ha puesto en marcha en España casi 60 años después: la transmisión de informaciones periódicas sobre el estado de las carreteras a través de RNE 5 Todo Noticias en FM RDS y RNE 1 FM RDS EON. Por el gran interés del texto original se transcribe textualmente:

“ ..... en el futuro, ningún automóvil podrá considerarse perfecto si carece de un aparato sencillo e ingenioso a la vez para la comunicación por medio de la radio. El tráfico automovilístico se desarrollará rápidamente después que la guerra mundial haya terminado. Las perspectivas de la comunicación con los automóviles en ruta hacen prever nuevos métodos, interesantes no sólo desde el punto de vista del particular, sino con relación a la seguridad y orden del tráfico en las rutas más importantes. Podrán instalarse en determinados puntos de la carreteras principales pequeños emisores de manera que en el momento en que un auto penetre en su zona de cobertura, su receptor se sintonizaría automáticamente con el mismo. Al pasar por la zona cubierta por un segundo emisor, el receptor se ajustaría automáticamente a la sintonía del mismo y así sucesivamente.

Por este procedimiento podrían hacerse indicaciones a los conductores sobre el estado de determinados tramos de carretera, lo cual le permitirá adoptar las precauciones oportunas e incluso modificar itinerarios”[512].

La instalación de un receptor de radio en al automóvil ha influido tradicionalmente en el estado de ánimo del conductor. Prueba de ello es un artículo aparecido en 1945, en el que el autor, con evidente sentido del humor, refleja la influencia que ejerce la programación en el estilo de conducción, cuyo texto íntegro se reproduce a continuación. Puede comprobarse cómo se identifica la radiodifusión

[512] B.M. *"La radio en el auto y en la carretera"*. Radioelectricidad. Febrero 1943.

con la transmisión de programas musicales, y el rechazo que suscitaba entre los oyentes la difusión de guías comerciales[513]:

> *- Te invito a dar una vuelta con mi coche. Tiene radio.*
>
> *No me hice de rogar. Subí y a los pocos minutos salimos a las afueras. Anochecía y las carreteras estaban solitarias.*
>
> *Noté, con la consiguiente alarma, que la música influía en el ánimo de mi amigo y en su manera de conducir. Si el minúsculo altavoz emitía un vals lento, mi amigo ponía la primera marcha y avanzaba por la carretera en zigzag, girando el volante voluptuosamente y con estilo. Si se trataba de una jota, aceleraba la marcha y describía círculos concéntricos en los virajes. Un pasodoble que brotó de improviso le obligó a poner la directa y lanzarse vertiginosamente entre nubes de polvo.*
>
> *Yo sólo me permitía respirar cuando, entre baile y baile, la voz del locutor exclamaba: "Los mejores calcetines son los Rinocentauro"," Usad colonia Salomé" o "Dejad de fumar". Entonces mi amigo hacía sonar la bocina, como si el locutor fuera un peatón que se interpusiera en nuestro camino y se impacientaba un poco.*
>
> *Una rumba cubana fue la causa de que nos metiéramos dos veces en una cuneta. A causa de un blues, perdimos un guardabarros a la entrada de un puente. Pero lo verdaderamente trágico sucedió cuando la orquesta de la estación interpretó "Lambeth Walk".*

[513] Castanys, V. *"El automóvil con radio"*. Radio Nacional.29 abril 1945. Nº 338.

Directa, acelerador, bocina... Primero vi unos viñedos, luego aparecieron unos árboles como fantasmas, después sentí un estrépito y la sensación de que me arrancaban del asiento.

A los diez minutos nos descolgaban de un pino y una ambulancia nos transportaba a un hospital.

Desde aquél día, cuando oigo pasar un automóvil con radio, me estremezco.

Como dato anecdótico reciente que puede dar idea del interés suscitado por las transmisiones de informaciones relativas al estado del tráfico a través de la radio, especialmente de la mencionada RNE 5 Todo Noticias, cabe destacar los incrementos en los índices de audiencia de la mencionada red de estaciones durante los últimos días de 1996 y primeros de 1997 como consecuencia del fuerte temporal de frío y nieve que sufrió nuestro país. Las informaciones sobre el estado de las carreteras proporcionadas por la Dirección General de Tráfico, en los días de mayor afluencia de vehículos en las carreteras, se llegaron a transmitir cada quince minutos[514].

Algunas marcas de autorradios localizadas en la publicidad de las distintas publicaciones periódicas analizadas son las que muestra la tabla siguiente:

[514] La periodicidad de tales informaciones en la programación habitual de RNE 5 TN es de 30 minutos, en los minutos 24 y 54 de cada hora.

Tabla 53. Autorradios de distribución nacional.

Artés	Autovox	Becker	Belson	Blaupuntk	De Wald
Gründig	Herfor	Lacora	Magestic	Marconi	Orion
Philco	Philips	Sanyo	Skreibson	Sony	Sparton

14.4.1. Los autorradios transistorizados.

Los transistores sustituyeron definitivamente a las válvulas de los autorradios a partir de la década de los años 70.

Los nuevos receptores transistorizados presentaron importantes ventajas frente a sus predecesores, de las que destacan las siguientes:

1. La desaparición de los sistemas antivibración destinados a proteger los filamentos de las válvulas del autorradio, innecesarios con el empleo de los circuitos transistorizados.

2. La reducción del tamaño del receptor, que pudo montarse en un único cuerpo al eliminar la necesidad del generador de corriente alterna, y del número de averías.

3. La escucha inmediata de la estación sintonizada tras accionar el interruptor, sin necesidad de espera para el caldeo de los filamentos.

4. El aumento de la potencia sonora y la posibilidad de instalación de varios altavoces en el vehículo.

5. La sintonía estable en Modulación de Frecuencia[515].

El diseño de los primeros circuitos para autorradios no difería básicamente del resto de los receptores transistorizados. Cabe destacar fundamentalmente el empleo de sistemas de sintonía de permeabilidad variable en lugar de los condensadores variables, por presentar mayor estabilidad frente a las vibraciones que éstos, aunque subsiste la necesidad de emplear sistemas antiparasitarios que evitasen las interferencias producidas por el sistema eléctrico del automóvil.

Al igual que ocurrió en España con los receptores de radio a válvulas y transistorizados, algunos fabricantes de autorradios, como Skreibson, facilitaron sus receptores en forma de kit para su montaje por aficionados y técnicos de la época. El fabricante suministraba receptores para 6 o 12 V, semimontados, con el bloque de frecuencia intermedia ajustado, con el fin de obtener el máximo rendimiento del receptor, cables antiparasitarios, además de un amplio surtido de soportes para la sujeción a los distintos vehículos (de dos o cuatro ruedas).

La posterior aplicación de los circuitos impresos e integrados permitió, tras la popularización de los reproductores de cassettes a partir de 1970, la inclusión de una pletina en la misma caja que el receptor. Al conjunto se le denominó *radiocassette car*[516] aunque en España se empleó preferentemente el término *radiocassette*, y desplazó rápidamente al simple receptor del mercado. Lo propio ocurrió en la década de los años 90 con la incorporación al autorradio de lectores de discos compactos.

Con el fin de evitar el robo del receptor del interior del vehículo se han diseñado cronológicamente cuatro sistemas de seguridad fundamentales:

---

[515] La sintonía en FM en automóviles ha sido tradicionalmente crítica, ya que éste sistema de transmisión tiene un alcance limitado y se diseñó en principio exclusivamente para la escucha a través de receptores fijos. La incorporación del Radio Data System palia en parte dichas carencias.

1. **Receptores extraíbles**. Son sistemas que permiten el montaje del receptor en soportes colocados en el vehículo, con conectadores de entrada y salida para las diversas tomas (antena, positivo de batería, masa, y altavoces), en cuyo interior se coloca el receptor de manera que sus respectivos conectadores encajen en los del soporte fijo[517]. En ocasiones el receptor se colocaba en una caja soporte de material plástico, que llevaba en su parte trasera el sistema de conexiones al que se unían los distintos terminales del aparato[518].

2. **Receptores con carátula extraíble**. En este caso, todo el cuerpo del receptor queda fijo en su soporte, pero la parte exterior sobre la que van situados los mandos puede quitarse total o parcialmente, con lo que el receptor queda inutilizado.

3. **Receptores codificados**. Son aquellos que para su funcionamiento precisan la introducción de una clave secreta. Se montan completos en el vehículo o bien pueden llevar carátula extraíble.

4. **Receptores integrados en el vehículo**. En ellos tanto sus componentes como los distintos dispositivos de control se encuentran

[516] La incorporación del cassette permitió a los automovilistas la audición de sus grabaciones en cualquier momento, especialmente en las zonas en las que la cobertura de las estaciones de radio es deficiente.

[517] Un receptor curioso, calificable como extraíble, apareció en el mercado europeo en 1968: el Voxon modelo Tanga; se trataba de un minúsculo receptor para automóviles que se conectaba en una base especial en la que se encontraban las tomas de antena, alimentación y altavoz, y que se podía guardar en el bolsillo en una pequeña funda que además servía como llavero. El fabricante puso a la venta igualmente un soporte de sobremesa, que incluía altavoz, fuente de alimentación y antena, que permitía su empleo como receptor fijo en casa. Existían tres modelos diferentes, para la gama de ondas medias (color rojo), largas (amarillo) y frecuencia modulada (verde). Su tamaño era tan sumamente reducido que cabía en la palma de la mano. Solamente incluía un mando interruptor y control de volumen, y otro para la sintonía.

[518] Esto hizo muy popular la figura del automovilista con el receptor bajo el brazo. Se diseñaron incluso bolsas específicas para llevarlo en bandolera.

repartidos por el vehículo, entre el volante, el frontal y el maletero. Igual que los anteriores pueden llevar, además, carátula extraíble.

Los autorradios más modernos permiten la inclusión de las nuevas tecnologías en el campo de la recepción, de la reproducción musical y de la telefonía móvil[519]:

1. Incluyen la sintonía con dial digital, en AM, especialmente las bandas de onda media y larga, y FM estéreo con sistema RDS y EON.

2. Llevan lectores de discos compactos, sencillos o múltiples[520].

3. Permiten la conexión del teléfono móvil, con sistema manos libres.

4. Incluyen sistemas de adaptación automática de volumen[521].

5. Sus amplificadores de baja frecuencia tienen potencia suficiente para accionar dos sistemas de altavoces de gran potencia: uno frontal y otro posterior.

6. Poseen sistemas de memoria para las distintas estaciones de radio, sintonía y presintonía regional automática[522].

---

[519] En 1998 la empresa alemana Blaupuntk, perteneciente al grupo alemán Bosch celebró su 75 aniversario. En la década de los años 20 la empresa se denominaba Ideal y se dedicaba exclusivamente a la fabricación de auriculares, que los técnicos de la compañía inspeccionaban detenidamente antes de identificarla con un punto azul (Baluer Puntk en alemán), símbolo de calidad de la marca.

El primer autorradio de la marca se fabricó en 1932, y hasta el momento la empresa ha montado más de 95 millones de autorradios. En la actualidad la empresa se dedica especialmente a la comunicación móvil, la integración de la técnica del autorradio y la telefonía móvil y en los sistemas de navegación vía satélite.

[520] En este caso, suele colocarse el lector en el maletero del vehículo.

[521] Permiten modificar el volumen sonoro a la velocidad del automóvil, de manera que la sensación sonora percibida sea constante.

La inclusión de los receptores de radio en los vehículos móviles en la actualidad es total. La radio se ha convertido en compañera inseparable del conductor, tanto en travesías urbanas como en largas distancias. Sin embargo aún quedan importantes obstáculos que salvar en el campo de la recepción por las limitaciones impuestas pos los actuales sistemas de transmisión.

Las cadenas de radio más importantes se encuentran en vías de difusión del sistema RDS, ya mencionado, con el fin de permitir la sintonía continua de sus emisoras en los automóviles a lo largo de todo el territorio nacional. El mismo sistema permite además la transmisión de informaciones de tráfico específicas para los conductores en ruta.

En la actualidad no obstante, han desaparecido de la programación de las distintas cadenas de emisoras, programaciones específicas para los automovilistas[523], especialmente durante la noche, que fueron muy populares durante los años 70 y 80.

En estos momentos, la mayoría de los programas de radio se transmiten en la banda de Modulación de Frecuencia. Incluso las principales cadenas de radiodifusión pública y privada, duplican la señal transmitida en onda media a través de emisores de Frecuencia Modulada. No obstante hay que destacar que la modulación de frecuencia continua sin ser el sistema más adecuado para la recepción móvil.

Pese a las indudables mejoras introducidas por el RDS, aún es escaso el número de receptores móviles que lo incluyen, y menor aún la difusión del sistema en las distintas redes de emisoras. Actualmente su aplicación se extiende casi exclusivamente a algunas de las principales autovías del país. Resulta prácticamente

[522] En el caso de desplazamientos a zonas donde no se ha implantado la recepción RDS, o si se desconoce la frecuencia de las estaciones de OM y OL permite grabar transitoriamente las estaciones que se reciben con más potencia en cada lugar.

[523] Tales como *CS y buen viaje* de Radio España de Madrid y *Caravana de amigos* de la red de emisoras de RNE (actual Radio 1).

imposible realizar un trayecto de más de 200 km sintonizando una misma red de emisoras en Modulación de Frecuencia.

La próxima puesta en marcha del DAB[524] genera nuevas expectativas al respecto, aunque el nuevo sistema de transmisión exigirá la instalación de antenas parabólicas individuales que obligarán nuevamente a la instalación de receptores fijos, como si de una vuelta a los inicios de la radiodifusión se tratase.

Por esta razón, todo parece indicar que, pese a las indudables ventajas que represente su uso (referidas al espectro prácticamente ilimitado y la consiguiente desaparición de las restricciones a la hora de instalar nuevas estaciones, así como la calidad sonora de los programas transmitidos con este sistema) hasta que no se eliminen las restricciones que inicialmente exigirá su empleo, éste sistema no será útil a la hora de subsanar las actuales limitaciones impuestas a la radiorrecepción móvil.

Por esta razón, hoy por hoy, las Ondas Medias y Largas son las más adecuadas a la recepción móvil y a larga distancia, especialmente durante la noche, a pesar de las importantes limitaciones en el ancho del espectro radioeléctrico en estas bandas, la escasa calidad de reproducción musical y las restricciones impuestas al número de estaciones. Pese al relativamente escaso número de estaciones de onda media instaladas en el territorio peninsular, éste más que suficiente para realizar cualquier desplazamiento nocturno sintonizando al menos una estación española en el autorradio.

En los programas que requieren la participación directa de los oyentes a través de las distintas vías de comunicación (fax, teléfono e Internet) es usual escuchar quejas de los automovilistas referidas a las limitaciones de los actuales sistemas de transmisión y recepción.

[524] Digital Audio Broadcasting.

Los nuevos sistemas de transmisión y recepción deben salvar los siguientes obstáculos que presenta la recepción móvil:

1. Las interferencias y ruidos en la banda de Frecuencia Modulada[525] debidas a trayectos múltiples de la señal.

2. Pérdida de señal de Modulación de Frecuencia, y desvanecimiento de la señal de Onda Media en túneles y puertos de montaña.

3. Dificultad de mantener la sintonía de una misma cadena durante un desplazamiento diurno largo, pese a que dicha cadena tenga instalado el sistema RDS[526]. En general debe recurrirse a la banda de onda media.

4. Imposibilidad de escuchar cadenas nacionales fuera del territorio nacional. La onda corta no resulta una alternativa aceptable por dos razones principales: en general los autorradios no incluyen dicha banda, y ésta se reserva exclusivamente a la radiodifusión exterior a través de Radio Exterior de España[527].

---

[525] Son especialmente patentes en Madrid, en las proximidades de los centros emisores de radio y televisión. Así, una gran mayoría de automovilistas madrileños conoce la práctica imposibilidad de sintonizar estaciones de FM en las proximidades de Torrespaña o las interferencias generadas por otros emisores potentes de FM instalados en el centro de la ciudad

[526] En una prueba realizada durante el mes de Julio de 1998 con un autorradio con sistema RDS, en el trayecto Madrid-Zaragoza no se consiguió mantener la sintonía de RNE 1 en FM a lo largo de todo el trayecto. Sin embargo la recepción en AM se realizó en condiciones más que aceptables durante el día, y permite cómodamente el paso de RNE 1 en Madrid a RNE 1 en Zaragoza, dándose el caso de que ambas pueden sintonizarse simultáneamente en algunos tramos del trayecto. En otros desplazamientos, como en el trayecto Murcia-Albacete-Madrid, pese a la existencia de tres estaciones de RNE 1 en dicho trayecto dotadas de RDS, es imposible la sintonía de RNE 1 en FM sin solución de continuidad en todo el trayecto. En AM no obstante el centro emisor de RNE 1 en Murcia (855 kHz) puede sintonizarse en condiciones aceptables antes de cambiar la sintonía a la estación de Madrid (585 kHz) durante el día.

[527] Radio Exterior de España.

5. Inexistencia de sintonizadores móviles para emisiones por vía satélite que permitan la recepción de programas de radio transmitidos actualmente de éste modo[528].

Hasta el momento en que se comercialicen los receptores de este tipo, tales dificultades resultan un importante handicap para la radiorrecepción móvil en general. Si se analiza el comportamiento de las estaciones de onda larga en Francia, por ejemplo, ésta gama de ondas, debidamente conformada en España, subsanaría casi en su totalidad el problema de la recepción móvil, siquiera de la red de emisoras de Radio Nacional de España, que tiene reservadas frecuencias en esta gama en el vigente Plan de Radiodifusión. La banda de modulación de frecuencia continua siendo útil sólo en determinadas circunstancias (proximidad al poste emisor, red RDS instalada, ausencia de obstáculos físicos...) para la recepción móvil, que hoy por hoy no es posible en gran parte de España. Las emisiones en onda larga, aun siendo carentes de la alta fidelidad típica de la modulación de frecuencia, presentan un ancho de banda adecuado para la escucha en condiciones más que aceptables de las programaciones convencionales de la radio española actual.

[528] El número de oyentes en el extranjero de las distintas cadenas de radio españolas difundidas por vía satélite se está incrementando de manera considerable en la actualidad, a pesar de las limitaciones que impone este sistema: receptores fijos, necesidad de antena parabólica y en su caso, decodificadores.

14.5. LAS RADIOCENTRALES: ORÍGENES.

La transmisión de noticias, representaciones teatrales, conciertos y similares por circuitos metálicos y su extensión a un número variable de auditores es un procedimiento de difusión empleado desde casi los principios de la telefonía.

Los sistemas utilizados variaron en el espacio y en el tiempo, desde las primitivas radiocentrales de los años 20, hasta los actuales sistemas de hilo musical o *filodifusión* implantados a partir de los últimos años 50. A tal respecto cabe destacar cronológicamente como más interesantes las siguientes:

- En Bellinzoa (Suiza) el año 1878 se transmitió una ópera desde el teatro donde tiene lugar la representación.
- En 1891 se instaló en Budapest el primer sistema de esta clase de una relativa importancia, mediante el cual pueden recibir noticias 200 abonados.
- Desde 1885 y hasta el comienzo de las obras del Teatro Real de Madrid, se difundieron las representaciones de ópera por los circuitos de la Red Telefónica Oficial. Un cable unía los micrófonos instalados convenientemente en el escenario con el Palacio Real y con la Central Telefónica Oficial, la Familia Real puede escuchar directamente las representaciones y la Central conectar hasta 20 aparatos telefónicos de las autoridades que solicitaban este servicio.

Cuando a partir de 1920 se desarrolló la Radiodifusión con carácter comercial pareció que ésta no sólo desbordaría la difusión telefónica, sino que prácticamente la pondría fuera de uso. Ello es consecuencia de los recursos limitados del procedimiento telefónico cuyo desarrollo, supeditado al de las redes, resulta lento, costoso e insuficiente.

Por otra parte, la calidad mediocre en muchos casos, de la radiodifusión, incorporó a ésta como procedimiento auxiliar el procedimiento de audición indirecta resultante de llevar el programa en su último trayecto por circuitos metálicos hasta el domicilio del oyente, evitando las perturbaciones atmosféricas.

Se ha localizado una gran cantidad de inconvenientes propios de la primitiva radiodifusión, clasificables en dos grandes grupos:

- Los debidos a interferencias, tales como los parásitos atmosféricos, industriales, los armónicos y la mala calidad de la emisión.
- Los provocados por causas técnicas: el desvanecimiento, escasa separación entre estaciones debido a la saturación del espectro radioeléctrico, las condiciones locales, así como los propios de los aparatos receptores de baja calidad.

En las situaciones en las que la escucha de la radio era inevitablemente deficiente, era preciso recurrir al procedimiento indirecto de escucha, denominado *teledifusión* o *telecomunicación*, cuya misión era la difusión de emisiones radiofónicas por circuitos metálicos.

En la telecomunicación el programa que interesaba difundir se tomaba de un receptor radiotelefónico especial de buena calidad, instalado en un lugar favorable para la recepción directa, y otras veces de un repetidor intercalado en los circuitos especiales para las transmisiones radiofónicas. Este punto de partida, fuese el que fuese, constituía el centro de distribución, del cual surgían los distintos circuitos portadores de la emisión hasta el domicilio de los abonados, donde se recibía bien por el propio aparato telefónico o con un altavoz, con o sin amplificador. El abonado podía elegir de esta manera entre un más o menos amplio número de programas. El conjunto constituía una *red de teledifusión*.

La teledifusión aplicada a un receptor radiotelefónico conectado a una red especial se denomina **Radiocentral**[529].

La Unión Internacional de Telecomunicaciones unificó ambas bajo la denominación de Cabledifusión. No se conoce la existencia de ninguna disposición oficial sobre el nombre definitivo, por lo que se adopta la denominación de *radiocentrales* por ser la más comúnmente utilizada.

El sistema se comenzó a implantar en los primeros años 20, de manera distinta según los países, en especial en países europeos como Suiza en los que la orografía impedía la transmisión de ondas hertzianas en las bandas de onda media y larga.

Consistió en organizar una o varias centrales de recepción encargadas de recibir las señales procedentes de las principales estaciones europeas que posteriormente se ponían al servicio de los abonados al teléfono. Los abonados reclamaban en su momento a la central el programa o estación de su elección y ésta les llegaba a través del hilo telefónico.

La emisión puede ser escuchada bien individualmente a través del auricular telefónico, o bien de manera colectiva, previo paso por un amplificador de baja frecuencia.

Las primeras radiocentrales se instalaron en Europa en 1924[530].

---

[529] Aplicada a la red telefónica, Teleprogramas.

[530] GELLA, G.: *"Teledifusión"*. Radioelectricidad. Noviembre 1940.

Los procedimientos de teledifusión son distintos según los países en los que se aplicó el sistema. Como más representativos destacan los empleados en el Reino Unido, Suiza, el proyecto español, Alemania, y Holanda.

14.5.1. Reino Unido.

En el Reino Unido el proyecto preliminar suponía la instalación de las centrales receptoras en diversos lugares del territorio británico, precisamente en aquellos óptimos para la recepción de cada una de las estaciones que posteriormente serían enviadas por línea. Los programas internacionales así captados y los programas nacionales de las estaciones se enviaban a una central telefónica, para ser retransmitidas posteriormente a los abonados que lo solicitaban.

El sistema suponía la existencia de una doble línea de abonado, con el fin de permitir el paso por una de ellas del programa de radiodifusión y por la otra de las llamadas entrantes o salientes, no quedando en ningún momento incomunicado el abonado.

El abonado no debería pagar mas que una tasa de licencia de diez chelines, pero a cambio no precisaba receptor de radiodifusión, evitándose de este modo la difícil manipulación de los receptores al uso, así como los gastos de reparación y mantenimiento.

La recepción de estaciones en estas condiciones se realizaría en condiciones óptimas, al evitarse los ruidos parásitos y en gran medida el desvanecimientos de las emisiones extranjeras, ya que las estaciones receptoras tendrían sus antenas receptoras colocadas en lugares despejados en los que la propagación debería ser óptima.

El proyecto inglés, en un principio, sería de aplicación en grandes ciudades, pues su extensión a centros rurales supondría gastos muy considerables a la hora de establecer líneas telefónicas adecuadas. En un principio se pensó que podría afectar gravemente a la industria privada y al comercio de receptores.

El modelo inglés se sometió al estudio por parte de una comisión especial del Post Office. No obstante, algunas empresas privadas aplicaron anteriormente de manera local sistemas de distribución análogos.

Los fabricantes de receptores presentaron una fuerte oposición al proyecto, observando que "*de igual manera que una excursión en automóvil no puede compararse para su propietario con una excursión en autobús de turismo, el sistema limita el placer del radioyente a la escucha de una o dos estaciones*".

Los argumentos económicos en contra del proyecto fueron igualmente poderosos, debido a los posible daños que podría ocasionar al comercio de receptores, que inmediatamente tendrían repercusión sobre la economía británica.

Finalmente, se adujeron en contra del proyecto argumentos de orden técnico derivados de las posibles interferencias que provocarían las líneas de transmisión radiofónica sobre las líneas puramente telefónicas.

14.5.2. Suiza.

En Suiza, la Administración de los Teléfonos decidió admitir, sobre la base de determinadas condiciones, la agrupación de abonados para la difusión de programas de las estaciones nacionales. Solamente es posible la conexión a la red de distribución de aparatos y dispositivos autorizados por la Administración de Telégrafos y Teléfonos. Tales dispositivos de retransmisión son fabricados y puestos a la venta por la industria privada, quedando su mantenimiento a cargo del abonado. A su vez, la instalación y mantenimiento de las líneas de distribución corrían a cargo

de la Administración de Telégrafos y Teléfonos, siendo el abonado quien debe hacerse cargo de los costes correspondientes.

En aquél momento, la Administración permite la conexión de hasta seis derivaciones para otros tantos abonados, pero al ser la línea única, la transmisión de programas de radio quedaba interrumpida cuando el abonado principal recibía o efectuaba una llamada. Como compensación los restantes abonados pagaban una tasa menor.

Se instalaron enganches colectivos para edificios y manzanas completas independientes de la línea telefónica, con el fin de evitar el enganche directo a la línea telefónica. Para ello era preciso que al menos diez vecinos solicitasen este servicio.

La Dirección General de Telégrafos autorizó la explotación del servicio a dos compañías privadas, una en la Suiza Alemana y la otra en la Suiza Francesa.

Con el fin de evitar la oposición de los fabricantes de radio, puesta de manifiesto a través de la prensa, la Administración de Telégrafos y Teléfonos publicó un comunicado en el que manifestó la compatibilidad entre los dos sistemas de transmisión basándose en las dificultades presentadas tanto por la orografía del país, que impedía una adecuada propagación de las ondas de radio, como en la gran cantidad de parásitos de toda índole generados en los grandes núcleos urbanos, por lo que el sistema de transmisión por cable suplía dichas deficiencias:

> *"La difusión telefónica no puede desterrar a la radio; trata sencillamente de completarla. Es un hecho bien conocido que la recepción de emisiones radiofónicas no siempre es impecable por estar desfavorablemente influida o considerablemente entorpecida por las condiciones atmosféricas y geográficas, tranvías, caminos de hierro y aparatos y máquinas de todas clases. En estos casos la radio por teléfono evita los inconvenientes de las perturbaciones atmosféricas y las alteraciones producidas por las instalaciones eléctricas. Sus ventajas son tan evidentes, que no se debe privar de ellas a la población".*

Si se considera que Suiza realizaba cada año compras de aparatos receptores en el extranjero por valor de cuatro millones de francos suizos en los primeros años 30, puede deducirse que las centrales de radio o la radio por teléfono paliaron en principio tal situación, pues para la recepción se precisaban aparatos mas sencillos que serían fabricados directamente en Suiza sin tener que recurrir a la importación[531].

En Mayo de 1943 existían en Suiza 100.704 abonados a radiocentrales[532].

14.5.3. España.

En España se autorizó y reglamentó el uso del servicio de radiocentrales mediante una orden del Ministerio de Comunicaciones en Febrero de 1935 según la cual la Dirección General de Telecomunicaciones otorgaría la concesión correspondiente a personas físicas o entidades españolas que solicitasen la

[531] Ondas. Julio 1932 p. 25 y 30.

[532] Radioelectricidad. Octubre 1943.

instalación de una estación receptora central constituida por un potente receptor central que distribuiría las emisiones por cable.

Las autorizaciones debían acordarse para un edificio o conjunto de edificios siempre y cuando su montaje no supusiera la ocupación o utilización de espacios públicos sin previa autorización de los ayuntamientos respectivos y de los propietarios de los inmuebles.

El sistema implicaba la inexistencia de privilegios y de monopolios, por lo que se podrían otorgar varias concesiones al mismo fin y en los mismos lugares.

Como canal de transmisión la disposición no permitía el empleo de circuitos de conducción de energía eléctrica, de la red de la Compañía Telefónica ni de las líneas telegráficas.

Los concesionarios deberían transmitir al menos dos emisiones distintas, una de las cuales sería extranjera, en condiciones óptimas, y además deberían ocuparse del mantenimiento de la red. Por ello, si a requerimiento de un abonado o por resultado de visita de inspección se comprobaba la existencia de defectos en la instalación que afectasen a la calidad del servicio, el concesionario tenía la obligación de efectuar las modificaciones necesarias.

Quedaba prohibido unir a una red de distribución de la radiodifusión a domicilio un micrófono, un fonógrafo reproductor eléctrico y cualquier aparato susceptible de transmitir a la red señales, sonidos o palabras.

Del mismo, modo se prohibía conectar a la misma red otro radiorreceptor distinto de la radiocentral, y la unión de dos radiocentrales entre si.

La tributación al estado para las redes de radiodifusión a domicilio quedaba establecida de la forma siguiente:

1. Una licencia de aparato radiorreceptor para uso público de 50 pesetas anuales y una licencia de 5 pesetas anuales por cada domicilio servido.

2. En el caso de un establecimiento de acceso público, su propietario (no el concesionario de la radiocentral) debía pagar una licencia de establecimiento público que se señalada en otras disposiciones anteriores.

Cuando un abonado a radiocentral optaba por darse de baja y adquirir para su uso un aparato radiorreceptor, no tendría necesidad de pagar una nueva licencia durante el tiempo que hubiese satisfecho al concesionario la cuota correspondiente, pero debía proveerse de la licencia del Estado directamente al mes siguiente al que tuviese satisfecho.

Pese a la existencia de la mencionada reglamentación relativa a su instalación, no se ha localizado en España ningún ensayo de radiocentrales hasta 1950.

14.5.4. Otros países europeos.

En Alemania se puso en marcha un proyecto similar, destinado exclusivamente a la distribución de programas alemanes. Tal proyecto se reglamentó por decreto del 23 de junio de 1928. Las redes completaron el servicio de radiodifusión en las zonas en las que no se consideraba suficientemente servido el interés público y que son de gran densidad de población.

En Holanda las radiocentrales se instalaron como consecuencia de las interferencias observadas en la recepción de la estación de Hilversum.

En enero de 1935 existían en Alemania 112 centrales con 20.343 abonados. En Austria, dos con 1.200 abonados. Siete en Bélgica con 1.854 abonados y 7 centrales en Dinamarca[533].

Las radiocentrales, lejos de ser anuladas por la radiodifusión, se desarrollaron a sus expensas, pues adoptaron de ella modalidades que le permitieron cumplir mejor sus objetivos, y precisamente en los países donde la radiodifusión alcanzó la mayor difusión y eficacia fue donde se adoptaron los sistemas de teledifusión, aunque con un ritmo mucho mas lento.

14.5.5. La filodifusión.

Algunos autores utilizaron el término *filodifusión* para hacer referencia a la transmisión de señales acústicas desde una estación a distintas instalaciones receptoras por medio de una red de hilos que une la estación con las receptoras.

A diferencia de la radiodifusión, la filodifusión transmite las ondas de radio pero a través de cable, no a través del espacio como ocurre en el caso de la radiodifusión.

Las frecuencias asignadas a este sistema de transmisión en los países donde se instaló originariamente fueron las que se indican a continuación:

- Primer canal, 178 kHz.
- Segundo canal, 211 kHz.
- Tercer canal, 244 kHz.

[533] SORIA, A.: *"Cómo está organizado el servicio de radiodifusión en algunos países"*.

- Cuarto canal, 277 kHz.
- Quinto canal, 310 kHz.
- Sexto canal, 343 kHz.

Para el transporte de estas ondas de radio, la teledifusión o filodifusión utilizó la red telefónica urbana. En esta transmisión no existía peligro de interferencias, pues las *frecuencias de conversación* empleadas en telefonía ocupan una gama de frecuencias que van de los 200 a los 3000 Hz aproximadamente, mientras las frecuencias de radio son unas cien veces mayores.

En las centrales telefónicas se colocaron filtros que permitieron el empleo simultáneo del teléfono sin perturbaciones entre uno y otro servicio.

Las frecuencias asignadas al sistema de filodifusión correspondían a la banda de ondas largas, y para su recepción es preciso emplear radiorreceptores adaptados a dicha banda que se conectaba al filtro de abonado existente a la llegada de la línea telefónica, o bien un receptor normal de onda media conectado a un adaptador - detector provisto de seis teclas, una para cada canal, cuya salida se conectaba a la entrada de fono del receptor o a un amplificador de baja frecuencia.

En 1959 se proyectó diseñar receptores específicos para la filodifusión con el fin de disponer de un sistema de escucha totalmente independiente de la recepción radiofónica normal.

Los sistemas de recepción mencionados proporcionaban una calidad sonora muy superior a la obtenida con emisiones corrientes.

Electrón. 15 Enero 1935.

Los canales de filodifusión se encuentran separados 33 kHz, por lo que la selectividad exigida a los receptores de filodifusión es mucho menor que la de la que se exigía a los receptores corrientes de radiodifusión, que tienen una diferencia entre canales de 9 kHz.

De esta manera, con un receptor especialmente diseñado para la recepción de filodifusión, la calidad sonora de la recepción es equiparable a la de las emisiones en Frecuencia Modulada. Ello unido al sistema de sintonización a través de pulsadores y la ausencia absoluta de parásitos, hacía que este sistema fuera el ideal para los amantes de la alta fidelidad.

El sistema de filodifusión cobró auge en Suiza, donde en 1959 contaban con 300.000 abonados, más de un millón en Gran Bretaña y 300.000 en Holanda. Ese mismo año se comenzó a implantar en Italia, donde la RAI inició su explotación en Roma, Milán, Nápoles y Turín.

En Italia, a partir de la década de los cincuenta, la RAI distribuía en los grandes núcleos urbanos, a través de la red telefónica sus tres programas nacionales, además de otros tres canales destinados a la difusión de música ligera, sinfónica y en estereofonía. Para ello se emplearon las ondas largas ya mencionadas, de frecuencias 178, 211, 244, 277, 310 y 343 kHz, con una respuesta de frecuencia sonora de 60 a 12.000 Hz. Para su recepción el usuario de línea telefónica debía contratar el servicio que le permitía sintonizar dichas emisiones en receptores especiales, tanto a válvulas como, posteriormente, transistorizados, con o sin altavoz incorporado. La selección se realizaba mediante pulsadores o a través de un conmutador rotatorio. Los

receptores con altavoz incorporado eran de apariencia muy semejante a un receptor de sobremesa, aunque no incorporaban dial[534].

En general, los tres primeros canales se utilizaron para las señales normales de radiodifusión. El tercer y cuarto canal se reservaron a la música clásica. El quinto a la música actual y el sexto quedaba en reserva para transmisiones artísticas y especiales[535].

En España el sistema se denomina *Hilo musical.*

[534] Algunos receptores de este tipos fueron el Allocchio Bacchini FD 610 del año 1961, a válvulas, con controles separados de tono y volumen y selección por pulsador, el Phonola Fd 3B, también a válvulas y con conmutador rotatorio, del año 1960, El sintonizador Siemens RDF 4068 de tres válvulas y selección por teclado, del año 1958, el Phonola FD 3333 transistorizado con altavoz incorporado, el Philips 19 RB 222 transistorizado, el Watt Radio modelo Remo y el sintonizador Geloso G 15/400 son selector por pulsador.

[535] *"La filodifusión".* Revista Española de Electrónica. nº 52. Marzo 1959. p. 54.

14.6. INSTALACIÓN DE RECEPTORES DE RADIODIFUSIÓN EN LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES.

Siguiendo el modelo propuesto por el resto de países europeos, en España durante los primeros años de la década de los 30 se planteó la posibilidad de incluir la radiodifusión en algunas líneas de ferrocarril.

Al respecto, Centeno apuntaba en 1932 la idea de instalar la radio en los ferrocarriles españoles, concretamente en las principales líneas de largo recorrido.

El proyecto inicial suponía el alquiler de auriculares a los viajeros de los distintos departamentos, conectados a uno o varios receptores de radiodifusión sintonizados a estaciones distintas.

Si se tiene en cuenta que, al no existir en aquél momento estaciones de programación continuada a lo largo del día, se pensó instalar en el tren, junto con los receptores, un sistema de reproducción fonográfica de discos, e incluso un locutor con el fin de cubrir las horas durante las cuales no se realizan transmisiones de radio, o éstas no pueden ser captadas por los receptores móviles. Citando textualmente al autor :

"Dos líneas son, fundamentalmente las que deben iniciar la marcha: Irún-Madrid y Madrid-Sevilla. Y bien claro está el motivo de esta elección: Irún-Madrid es la entrada de Europa en España, y quizá la ruta más importante; Madrid-Sevilla, como continuación de aquella y por la importancia turística de Andalucía, la que le sigue en importancia.

¡Qué pocos viajeros del expreso, se ese viaje terriblemente pesado de las catorce o quince horas, renunciarían al disfrute de este procedimiento para aplacar el tedio!. Todos hemos hecho viajes de esa naturaleza y conocemos el sopor que les acompaña. Sabemos la hora terrible en que se agota la conversación y se acaban las ganas de leer y aburre el paisaje. Ese momento de las caras largas, del levantarse y sentarse, ese momento insoportable que no tiene más solución que la radio".

"El Patronato Nacional de Turismo que ahora está en trance de reorganización podría patrocinar un interesante servicio. Desde la misma cámara en que se encuentre la instalación, un speaker podría referir al viajero, ante un micrófono, las características e importancia de la zona que el tren va recorriendo.... Para el extranjero y aún más para el español, ese relato que llega a su oído suavemente por los auriculares, resultaría una distracción impagable"[536].

En cualquier caso, puede afirmarse que dadas las peculiaridades orográficas de la Península Ibérica, no sería posible la recepción de estaciones de onda media con una calidad aceptable a lo largo de trayecto de largo recorrido, considerando la baja potencia de los emisores instalados entonces, e incluso en la actualidad.

Un emisor de gran potencia, como puede ser el instalado en Madrid por Radio Nacional de España para la transmisión de su programación convencional a través de RNE 1 cubre con una calidad aceptable un radio aproximado de 175 kilómetros durante el día y sin obstáculos geográficos. El resto de las estaciones españolas, todas ellas con potencias inferiores a 1.000 kilovatios, cubren distancias aún menores durante las horas diurnas.

Tal situación evidentemente es distinta durante las horas nocturnas, aunque no parece que éstas fuesen las más adecuadas para la escucha de la radio por los viajeros del ferrocarril por razones obvias.

Cabría pensar en la posibilidad de recepción de emisiones en onda corta procedentes del exterior, aunque no parece muy razonable que quienes viajasen en un ferrocarril español mostraran gran interés en general por la escucha de emisiones en idiomas foráneos, salvo las emisiones eminentemente musicales.

Hoy en día podría llevarse a cabo la instalación de tales receptores si se tiene en cuenta que existe un emisor ionosférico que transmite en la banda de onda media (1.359 kHz), y exclusivamente en horas nocturnas, la programación de RNE 1 mediante un sistema mixto que aúna las ventajas de las transmisiones en OM y OC permitiendo una cobertura casi total de la Península, al menos en espacios abiertos.

En la bibliografía analizada no aparecen datos que apunten a que tales proyectos se llevasen a cabo en España, ni siquiera en la actualidad.

---

[536] CENTENO, F.: *"La instalación de la radio en los trenes españoles"*. Ondas. Agosto 1932 p. 25

14.7. LOS RECEPTORES DE ÉPOCA HOY.

El receptor de radio a válvulas, hoy en día, continua siendo un elemento vivo. Resulta cuanto menos sorprendente el hecho de que artilugios fabricados artesanalmente, en los que se combinan la electrónica y la mecánica, continúen funcionando en la actualidad.

Los coleccionistas, especialmente los norteamericanos, hacen referencia al carácter *activo* de sus colecciones, en el sentido de que suelen conectar con frecuencia sus aparatos, preferentemente en estaciones de onda media dedicadas específicamente a los *oldies*, con el fin de continuar escuchando, con la tecnología a la antigua usanza, los mismos registros sonoros que escucharon en otras épocas, con el clásico *sonido AM* al que ya se ha hecho mención, y que da un carácter muy personal a las reproducciones de grabaciones de éste carácter.

Ya se ha hecho mención expresa a algunos aparatos, cuyo funcionamiento se ha seguido día a día durante más de cuarenta años, a razón de ocho horas diarias, sin haber sido reparados ni una sola vez, como es el caso del Tungsram modelo Gloria. Es propiedad de Manuel Pellicer, quien en una entrevista publicada en la prensa local murciana, hace referencia directa al hecho. El receptor aparece en la fotografía y, como puede observarse, está conectado en ese momento a través de su elevador-reductor, situado junto a él en una repisa. El protagonista de la entrevista hace relación directa a las características de su trabajo y al empleo de su receptor de radio como fondo sonoro a su labor cotidiana:

> *... trabajamos más de doce horas diarias...Curiosamente todas esas jornadas, desde la mañana a la noche, me las paso oyendo la radio; me gusta escuchar las noticias para estar al día.*

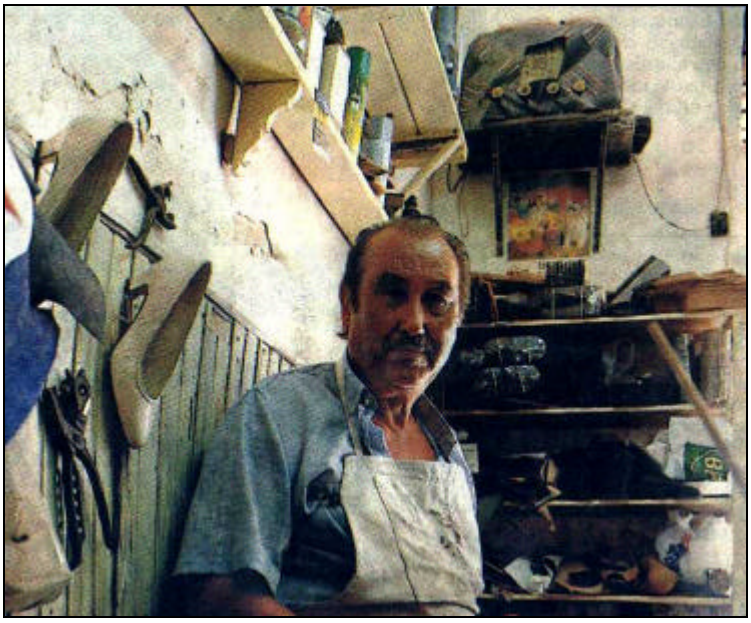


Fig. 179. D. Manuel Pellicer en su lugar de trabajo[537].

Fig. 180. Receptor Tungsram Gloria[538].

[537] Diario 16 Murcia. 1/8/94. Contraportada.

Si se tiene en cuenta que cualquier dispositivo electrónico semejante, como pueden ser los televisores en color, queda obsoletos en poco más de diez años, los receptores de radio, tanto a válvulas como a transistores, en general tienen un grado de fiabilidad muy superior al de otros aparatos a los que se les pudiese equiparar.

La posesión de un buen receptor de radio España ha sido considerada tradicionalmente como un motivo de distinción social. Las clases sociales altas adquirían receptores de gran valor, que en ocasiones estaban muy por encima de las necesidades exigidas por las condiciones locales de escucha. Así, en los primeros años sesenta, comenzaron a importarse receptores de frecuencia modulada, que se adquirían en localidades donde ésta tardó en implantarse[539]. Estos receptores incluían la posibilidad de conexión de dispositivos que, en la mayoría de los casos, nunca se utilizaron, tales como decodificadores para FM estéreo, mandos a distancia, pletinas, fonochasis y altavoces auxiliares. Posteriormente ocurrió algo similar con la aparición de los receptores portátiles transistorizados, a unos precios realmente elevados a los que solo unos pocos podían hacer frente[540].

El sonido de un receptor a válvulas tiene un carácter especial que los distingue de los aparatos transistorizados, derivado principalmente tanto de las peculiaridades de las válvulas termoiónicas como del material empleado en la construcción del mueble. Hoy en día existen auténticos *maniáticos* del sonido a válvulas, que lo consideran insuperable por los mejores dispositivos transistorizados; los programas musicales transmitidos en Onda Media aún cuentan con un público

[538] Propiedad de Manuel Pellicer. Está situado en su taller de zapatería de la calle Mateos de Murcia.

[539] Anteriormente ocurrió algo semejante con las radios de consola - montadas en muebles de madera noble- las radiogramolas, y posteriormente con los conjuntos que integraban radio, fonochasis, pletina de cinta e incluso televisión.

[540] La extrapolación puede llegar hasta nuestros dias con las cadenas HIFI domésticas y para el automóvil.

importante[541], que los escuchan en receptores de válvulas. Las radios de válvulas continúan de actualidad, y prueba de ello son las siguientes evidencias:

1. La aparición de distintos establecimientos dedicados a la reparación, restauración e incluso fabricación de receptores de válvulas[542], utilizando siempre materiales originales de diversas procedencia, especialmente en Barcelona[543] y Madrid[544].

2. La gran cantidad de webs españolas e internacionales dedicadas al mundo del coleccionismo e historia de la radio[545] en las que, además, pueden encontrarse enlaces con otras webs internacionales, fotografías de receptores, esquemas, mercado de compraventa y correo electrónico.

---

[541] Prueba de ello es que los distintos sellos discográficos envían a las estaciones, discos de promoción específicos para la Onda Media. A su vez, la estación RTL (Luxemburgo 1.440 kHz) tiene un programa musical diario nocturno transmitido para Europa que puede sintonizarse por la noche hasta las 22.00 T.U.C. RNE 1 continua transmitiendo programas específicamente musicales con una amplia audiencia en Onda Media, pese a la transmisión simultánea por FM, tales como Clásicos Populares, La Calle 42, Arenas Movedizas y La Tierra de las mil músicas. Por el contrario, la transmisión de programas musicales a través de las gamas de onda media y larga es práctica muy habitual en Francia, Inglaterra, Alemania y Argelia.

[542] Se fabrican réplicas de los modelos originales, especialmente receptores *de capilla* y de los denominados *americanos*, a partir de los esquemas originales. La ebanistería está especialmente cuidada, aunque los diales no los han conseguido reproducir de manera fidedigna. Ello supone una importante limitación, ya que el dial era uno de los elementos que caracterizaban a las distintas marcas de receptores. En las réplicas, el material base empleado en el dial es una mezcla de resinas idéntica a la original, pero las graduaciones son muy rudimentarias.

[543] Víctor, en Plaza de las Glorias 103 y Soler, en el nº 67 de la misma plaza.

[544] Antique de la Radio, en C/ Latoneros, y el taller de Reparaciones de Radio junto al Arco de Cuchilleros.

[545] Es especialmente recomendable la página de Jose Luis Villabona http://www.ourworld.compuserve.com/homepages/jlvillabona

3. La proliferación de asociaciones de coleccionistas de radios de época, tanto nacionales como internacionales.

4. La aparición de publicaciones periódicas dedicadas al mundo del coleccionismo de receptores[546].

5. La publicación de volúmenes en los que los distintos coleccionistas muestran los aparatos de su colección.

6. La creación de Museos de la Radio, tanto en Europa como en América y Australia.

7. El montaje de exposiciones de receptores con motivo de distintas efemérides relativas al mundo de la radiodifusión.

8. La existencia de industrias relativas al mundo de los receptores de época, como la fabricación de válvulas termoiónicas en Rusia[547], y en la Europa del Este y las empresas italianas dedicadas a la fabricación de materiales para radio, tanto componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos, como decorativos (telas acústicas y botones de mando).

9. El interés de las principales cadenas de radio españolas por reconstruir aspectos olvidados de la historia de la radio, en los que obligatoriamente deberán aparecer los receptores.

[546] En España La Ràdio d'època, publicada por la ACAR (Associació Cultural Amics de la Ràdio Associació Cultural Amics de la Ràdio A.C.A.R. Av. Jaume Morató s/n 08440 CARDEDEU (Barcelona). Tel 93 879 42 86.). En Italia Antique Radio Magazine, de la Fundación Guillermo Marconi.

[547] Puede consultarse la página web http://www.sveltana.com

En España, al contrario que en otros muchos países, aún no se ha creado como tal ningún Museo de la Radio. Si que se han realizado gran cantidad de exposiciones conmemorativas de eventos relacionados con la radiodifusión Cabe destacar desde aquí la labor realizada por la ACAR en pro de la difusión de temas relativos al mundo del coleccionismo de receptores de época y del mundo de la radio de época en general.

CAPÍTULO 15. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS DE LA RADIODIFUSIÓN SONORA EN ESPAÑA.

A la hora de elaborar el presente estudio, se prevé una inmediata revolución en el campo de la radiodifusión sonora en España, tras la entrada en funcionamiento de las primeras estaciones terrenales[548] de radiodifusión sonora digital, actualmente en fase experimental.

15.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RADIODIFUSIÓN TERRENAL EN ESPAÑA.

La radiodifusión en modulación de amplitud y en modulación de frecuencia se encuentran reguladas actualmente por la Ley 31/1987 de ordenación de las telecomunicaciones, en sus artículos 25, 26 y disposición adicional 6ª.

El artículo 26 de la Ley 31/1987 establece la competencia estatal para la gestión de las estaciones de Onda Media[549], distingue las distintas competencias para la gestión de las estaciones de Frecuencia Modulada[550]:

1. Administración estatal: gestión directa de Radio Nacional de España y aprobación de proyectos técnicos e inspección de instalaciones.

[548] Por tales se entienden aquellas redes de radiodifusión que no precisan de enlaces por vía satélite en ninguno de sus puntos.

[549] El Plan Técnico Nacional de Onda Media se estableció posteriormente en el R.D. 765/1993.

[550] Los R.D. 169/1989 y 1388/1997 establecen el Plan Técnico Nacional en FM.

2. Administraciones autonómicas. Encargadas de determinar las necesidades relativas a las estaciones públicas y privadas, y de otorgar las distintas concesiones mediante concurso.

3. Administraciones locales[551].

La Disposición Adicional 6ª de la Ley 31/1987 se centra en tres aspectos concretos:

- Los requisitos necesarios para la obtención de una concesión[552].
- La duración de las concesiones: 10 años renovables. Las concesiones pueden ser transferidas.
- Obligatoriedad de difusión de comunicados o avisos oficiales.

A la vista de ello, se establece el panorama actual[553] de la manera siguiente:

1. Estaciones de Onda Corta y Onda Larga, cuya gestión directa corre a cargo del Estado. En la actualidad, tan sólo se utiliza la gama de ondas cortas para la radiodifusión exterior a través de Radio Exterior de España. No existen estaciones de onda larga instaladas en España.

2. Las estaciones de Onda Media, de gestión mixta estatal-privada. Hay un total de 237 estaciones instaladas, de las cuales 120 corresponden a Radio Nacional de España (programas de Radio 1 y Radio 5 Todo

[551] Reguladas por el R.D. 1273/1992.

[552] Nacionalidad española. Participación extranjera inferior al 25% del capital. Concesión de una estación de Onda Media y dos de Frecuencia Modulada como máximo en el ámbito de cobertura (la segunda concesión en FM estará en función de que se asegure la pluralidad de la oferta radiofónica). Prohibición de las modificaciones en el accionariado sin autorización administrativa, y de loa participación de más de una misma sociedad concesionaria en el mismo ámbito de cobertura.

[553] Datos Junio/2000

Noticias) y 117 estaciones privadas. No se prevé aumento en el número de estaciones en un futuro próximo.

3. Estaciones de Frecuencia Modulada, 2478 estaciones en total, con distintos tipos de gestión:

- Estatal. Corresponden a la red de emisoras de RNE Radio 1, Radio Clásica, Radio 3, Radio 4 y Radio 5 Todo Noticias. 332 estaciones.
- Autonómica. Estaciones de las diferentes comunidades autónomas. 96 estaciones
- Municipal. 966 estaciones.
- Indirecta. Son las 1084 estaciones privadas restantes.

Las estaciones de frecuencia modulada han tenido un importantísimo desarrollo en España, y han permitido desde los primeros años de la década de los setenta la generalización de las emisiones en estereofonía, y posteriormente, en los últimos años ochenta, las transmisiones de datos RDS con el fin de intentar paliar las limitaciones impuestas por el propio sistema a la hora de permitir la recepción móvil de una misma cadena de estaciones.

15.2. LA RADIODIFUSIÓN SONORA DIGITAL.

Los limitaciones impuestas por los sistemas de radiodifusión analógicos tradicionales, especialmente las relativas al desvanecimiento, interferencias en recepción móvil y anchura de la banda del espectro radioeléctrico empleada por las

estaciones, pueden ser resueltas en un futuro próximo por el sistema de radiodifusión digital terrenal[554].

La radiodifusión digital por vía satélite subsana en parte tales limitaciones, pero no es útil para la recepción móvil. Parece ser que finalmente, la entrada en funcionamiento de las distintas redes de estaciones terrenales permitirá además la recepción de una misma cadena de estaciones sin cambiar el dial en todo el territorio nacional.

España es uno de los primeros países del mundo en el que se ha puesto en marcha el sistema de radiodifusión sonora digital. Durante el mes de Julio de 2000 se iniciaron en España las emisiones experimentales de radiodifusión terrenal digital, concretamente en Madrid y Barcelona.

15.2.1. Régimen jurídico.

El régimen jurídico de la radio digital terrenal está contenido en la Disposición Adicional 44ª de la Ley 66/1997 de medidas fiscales[555], el R.D. 1287/1999 que establece el Plan técnico nacional de radio digital terrenal, y la Orden de 23 de Julio de 1999 que contiene el Reglamento técnico y de prestación de servicio de la radio digital terrenal[556].

El nuevo sistema presenta, frente a los actuales sistemas de transmisión *tradicionales* en AM y FM, presentan las siguientes mejoras:

---

[554] Digital Audio Broadcasting o DAB.

[555] Relativa a las redes uni y multifecuencia, gestión directa (RNE y Comunidades Autónomas) e indirecta.

[556] Bandas de 195-216 MHZ para redes multifrecuencia, de 216-223 para redes de frecuencia única, de 1452-1492 para redes de ámbito local y unifrecuencia.

1. Sustancial mejora de la calidad de sonido, equiparable al disco compacto.

2. Inexistencia de interferencias. Cuando en un mismo punto coincidan las señales de dos o más postes emisores, sus acciones se sumarán de manera constructiva, mejorando la señal recibida. Por el contrario, cuando el receptor no sintoniza una señal con la debida intensidad, permanece mudo.

3. El sistema permite la transmisión simultánea de datos.

4. Se establecen dos tipos de redes:

   - Redes de frecuencia única, destinadas a la transmisión de programas nacionales y autonómicos. Corresponde a la banda de frecuencias 216 a 223 MHz. Permiten cada una de ellas la inclusión de hasta seis programas.

   - Redes multifrecuencia, que permiten las desconexiones territoriales. Banda de frecuencias de 195 a 216 MHz, con seis programas cada una.

El Plan técnico nacional establece la instalación de cinco redes distintas, cada una de ellas con seis programas. Tres tendrán cobertura nacional (una sin posiblidad de desconexión territorial) y dos autonómica (una de ellas unifrecuencia, sin posibilidad de desconexión territorial):

Tabla 54. Características de las redes DAB.

Red	Cobertura	Programas	Desconexiones
FU-E	Nacional	6 (4 RNE y 2 concesiones[557])	No
MF-I	Nacional	6 (2 RNE y 4 concesiones)	Provinciales
MF-II	Nacional	6 concesiones	Provinciales
FU-CCAA	Autonómica	6 (3 CCAA y 3 concesiones)	No
MF-CCAA	Autonómica	6 (3 CCAA y 3 concesiones)	Provinciales

En la actualidad se han adjudicado los siguientes programas:

5. Seis a Radio Nacional de España (4 nacionales de frecuencia única y dos multifrecuencia)

6. Diez nacionales con desconexiones provinciales

- Onda Digital S.A.
- COPE.
- SER y Antena 3 de Radio.
- Sauzal 66.
- Onda Cero Radio.
- Unión Ibérica Radio.

[557] Pendiente la resolución del concurso, el 30.11.00

- Unedisa telecomunicaciones
- Recoletos Cartera Inversiones.
- Sociedad de Radio Digital terrenal.
- Prensa Española de Radio por Ondas.

A la vista de lo anterior cabe pensar en la próxima implantación de más de mil nuevos programas de radio, distribuidos en doce cadenas nacionales, doce programas autonómicos en cada una de las comunidades, y otros seis en cada localidad española.

Para la implantación del nuevo sistema se fijan tres plazos:

1. 30.06.2001 para dar cobertura al 50% de la población.
2. 30.06.2006 para el 80%.
3. 30.06.2026 para el 95%.

Un aspecto digno de mención es la sustancial diferencia existente entre la mencionada normativa y la relativa a al implantación de la televisión digital: frente a la coexistencia de las estaciones analógicas durante un periodo de tiempo no limitado, se establece que el final de las emisiones de televisión analógica en España se producirá el primero de enero de 2012.

15.3. ASPECTOS TÉCNICOS DEL DAB

Los sistemas de transmisión y recepción empleados actualmente en la radiodifusión sonora, tanto en AM como en FM, son sistemas analógicos. Frente a ellos se está produciendo en la actualidad el desarrollo de nuevos sistemas de

difusión en los que intervienen circuitos exclusivamente digitales[558], tanto en la emisión como en la recepción.

Hasta la década de los 70, el soporte comercial capaz de reproducir las grabaciones originales con la mejor calidad de sonido era el disco de vinilo, con todas las desventajas derivadas de su desgaste progresivo. Las estaciones de frecuencia modulada, tras sucesivas mejoras técnicas permiten la transmisión de un rango de frecuencias que mejoran la calidad del disco de vinilo desde los primeros años de la década de los 80, pudiendo alcanzar una frecuencia máxima de 15 kHz.

El disco compacto (CD) inició su comercialización en los últimos años setenta. El nuevo soporte mejora el rango de frecuencias del disco de vinilo, alcanzando los 20 kHz, sin tener las desventajas del soporte vinilo, ya que la lectura se efectúa por láser. Posteriormente, aunque con mucho menos impacto, se han introducido en el mercado, la casete audionumérica (DAT) y la numérica (DCC), aunque su importancia hoy es insignificante, en relación con el CD. Como consecuencia de lo anterior, la fabricación de discos de vinilo ha desaparecido prácticamente. Ello originaba una cierta contradicción, al ser la calidad del CD mejor que la de las estaciones de radiodifusión. Parecía pues obligado que se produjera una modificación técnica y que las estaciones se fueran adaptando a esta nueva tecnología.

La tecnología digital se está incorporando definitivamente a los sistemas de transmisión y recepción. En un principio se digitalizan tan solo los estudios de baja frecuencia, los sistemas de radioenlace, algunas etapas de los emisores y de los receptores. Sin embargo, la señal, en última instancia continua siendo analógica. Se avanza a pasos agigantados hacia la consecución de sistemas de emisión y recepción

[558] Es preciso destacar que en los emisores de AM y FM más modernos empleados en la actualidad, se aplican también los circuitos digitales en etapas intermedias, aunque la señal resultante en todos los casos es analógica.

completamente digitales, con la susbiguiente desaparición de los actuales analógicos. La nueva radiodifusión digital (RD) es incompatible con los aparatos existentes, por lo que las industrias deberán fabricar nuevos modelos de receptores.

El precio de un receptor digital experimental, de calidad media se calcula que está hoy en torno a los 120 €.

15.3.1. El proceso digital del sonido.

El sonido es una forma de energía que se propaga mediante ondas. En la radiodifusión los sonidos son captados por un micrófono que transforma las ondas acústicas en ondas eléctricas, generando la llamada *señal de audio*, variable en el tiempo, y puede alcanzar infinidad de valores dentro de su margen dinámico. El tratamiento de esta señal puede realizarse de dos maneras:

1. Tal cual es obtenida, en forma analógica.
2. Convertida a forma digital, en la cual los valores de amplitud que ésta puede tomar están limitados, estando representado cada uno de ellos por un código de dígitos binarios (bits) unívocamente determinado para cada valor discreto alcanzado por la señal analógica de la que proviene.

La **digitalización** consiste en convertir la señal analógica, es decir, la señal continua variable, en una sucesión de datos binaria que garantice una reproducción perfecta de la fuente.

El procedimiento de conversión de una señal analógica consta de 3 fases:

1. **Muestreo**. En esta fase la señal continua variable es primero segmentada en troncos iguales: se muestrea. Para la fidelidad óptima la velocidad de muestreo[559] debe ser, al menos, el doble de la velocidad de la frecuencia de la onda medida. Así por ejemplo, para una frecuencia de 4.000 Hz de una señal telefónica, será necesario efectuar 8000 medidas por segundo, o sea, una frecuencia de muestreo de 8 kHz.

2. **Cuantificación**. A cada uno de los muestreos se le concede un valor numérico natural correspondiente a la intensidad media de la porción de señal que forma. Para la digitalización de la voz se emplea, por ejemplo, una gradación de 256º, lo que significa que la señal puede variar de 0 a 255. Se reemplaza así una curva por peldaños de escalera.

3. **Codificación**. Este valor numérico es inmediatamente convertido en numeración binaria, que consta de dos signos 0 y 1 siendo ideal para la electrónica pues corresponde a los dos estados fundamentales: paso de corriente y ausencia de corriente. La notación binaria consiste en escribir cada número en base 2, lo que es lo mismo que fijar la posición de cada cifra en un número designado por una potencia de 2, creciendo de derecha a izquierda. Del mismo modo, para conocer el valor en la numeración decimal de un número en numeración binaria se multiplica cada cifra del número por la potencia de 2 correspondiente a su rango.

Tabla 55. Conversión decimal/binario de 0 a 11.

0=0000	1=0001	2=0010	3=0011	4=0100	5=0101

[559] Número de muestras por segundo

6=0110	7=0111	8=1000	9=1001	10=1010	11=1011

Cada muestreo puede tener por ejemplo 256 valores posibles, resultado de elevar a la octava potencia el número 2 (2^8 = 256) en cuyo caso el número 256 sería igual a

1.20 +1.21 +1.22 +1.23 +1.24 +1.25 +1.26 +1.27 = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64 + 128 = 256

Las cifras 0 y 1 del código binario son las unidades menores que portan información y se las denomina bits. Cada muestreo está definido por 8 bits. De ello, se deduce que la voz necesita 8.000 muestreos por segundo, por lo que 8.000 muestreos por segundo x 8 bits son 64.000 bits por segundo.

Es preciso considerar que cuanto mayor es la banda de frecuencias, mayor es la cantidad de bits necesarios.

El oído humano puede captar los sonidos entre 16 Hz y los 20 kHz. Por ello la restitución perfecta de esta gama de frecuencias implica una velocidad de muestreo de 40 kHz, (la del disco compacto es de 44 kHz).

Para poder ser interpretado adecuadamente por el cerebro, el sonido debe alcanzar el oído en forma de ondas de presión sonora similares a las que lo generaron, y, por tanto, los equipos de reproducción sonora precisan de un transductor sonoro o electroacústico (altavoz) que convierta en energía acústica la energía eléctrica de la señal de audio que llega a su entrada.

Si la señal de audio fue procesada digitalmente, antes de ser reproducida por el altavoz deberá ser convertida a forma analógica. El procedimiento de conversión de una señal digital a analógica también consta de tres fases:

1. Regeneración
2. Conversión D/A
3. Filtrado

Nace así lo que se ha denominado en el lenguaje anglosajón DAB (Digital Audio Broadcasting)

15.3.2. Los sistemas actuales de radiodifusión.

Los diferentes sistemas de radiodifusión sonora utilizados actualmente, tanto en ondas kilométricas (largas), hectométricas (medias) y decamétricas (cortas) como métricas (VHF), son sistemas de modulación analógica. En los tres primeros el tipo de modulación es de amplitud, y en el último de frecuencia.

Los sistemas con modulación de amplitud (AM) ya sufren en origen un recorte en la anchura de banda de la señal a transmitir que impide por sí sólo una recepción de alta calidad. Este recorte es variable en función del servicio de radiodifusión de que se trate. Pero, además, este tipo de modulación es muy sensible a perturbaciones radioeléctricas que degradan la señal durante su propagación, por lo que la calidad final obtenida es realmente insuficiente para los estándares actuales.

Los sistemas con modulación de frecuencia (FM), de desarrollo posterior a los anteriores, representan una importante mejora de calidad con respecto a sus predecesores pero adolecen de importantes problemas en lo que se refiere a zonas de cobertura, interferencias por emisoras próximas y desvanecimientos por trayectos múltiples.

La radiodifusión ha utilizado, tradicionalmente, la señal analógica que sufre todas las degradaciones de cualquier onda electromagnética, la principal es el debilitamiento de la intensidad por la distancia, además de las consiguientes interferencias del medio ambiente herciano.

La señal de radiodifusión digital no sufre todas las degradaciones anteriormente vistas porque se fundamenta en otro concepto: la digitalización. Lo que se transmite no es la señal, sino una sucesión de datos numéricos, y por ello la reproducción puede ser completa y exacta[560].

El sistema numérico está siendo objeto de intenso estudio por parte de Estados Unidos, Japón, Canadá y en Europa mediante el programa Eureka 147, desde 1990, se han invertido más de seis mil millones de pesetas en la investigación de seis sistemas digitales.

15.3.3. Necesidad de la radiodifusión digital

La aparición de nuevas tecnologías para la captación, tratamiento, grabación y almacenamiento del sonido ha hecho mejorar de forma notable la calidad de su reproducción, no sólo para uso profesional sino también doméstico.

En efecto: la comercialización de estos últimos años de equipos domésticos de reproducción y grabación digital de audio, como el CD (disco compacto), MD (Mini Disc), DAT (Digital Audio Tape) y DCC (Digital Compact Cassette), así como la aparición de las primeras formas de radiodifusión de sonido digital a receptores fijos (DSR, MAC/Paquetes, NICAM,...) ha hecho que los oyentes se percaten del

[560] Si se establece un paralelismo con la comunicación escrita, en el sistema analógico el mensaje es la forma de la hoja; en el numérico es lo que está escrito. Si la hoja es arrugada en el analógico, el mensaje se deteriora, en el numérico el mensaje es siempre legible.

elevado grado de calidad que puede alcanzarse en la transmisión del sonido. De ahí la creciente demanda de la audiencia por una mayor calidad en las emisiones radiofónicas.

La radiodifusión actual en modulación de frecuencia, que hace pocos años constituía una referencia en lo que a reproducción del sonido se refiere, ya no puede satisfacer las elevadas cotas de calidad que la audiencia comienza a demandar, sobre todo en el caso de recepción a bordo de vehículos, entre otras razones porque este servicio de radiodifusión no se diseñó ni planificó para la recepción móvil.

15.3.4. Objetivos y ventajas de la radiodifusión digital

Con el fin de satisfacer las demandas de calidad mencionadas, los radiodifusores deben acudir a nuevas tecnologías que permitan formas de transmisión que cumplan, al menos, los siguientes objetivos:

1. Respecto a la señal moduladora (programa):

1.1. Alta calidad de sonido, comparable subjetivamente a la del disco compacto.

1.2. Elevada capacidad, tanto en lo que se refiere a número de programas como de información adicional de valor añadido (información de tráfico, datos, radiobúsqueda, imágenes fijas/gráficos,...)

1.3. Posibilidad de comandar magnetófonos por identificación de programa.

1.4. Servicios para personas con dificultades de audición.

1.5. Posibilidad de acceso condicional

1.6. Incorporación de datos para el control del programa (volumen, balance, respuesta en frecuencia, dinámica...)

1.7. Facilidad de conexión del receptor a sistemas de grabación y ordenadores.

2. **Respecto a los sistemas de modulación y transmisión**:

2.1. Recepción prácticamente perfecta tanto en aparatos de sobremesa como portátiles y móviles.

2.2. Elevada cobertura, tanto en ubicaciones como en tiempo.

2.3. Fuerte inmunidad al desvanecimiento debido a la propagación por trayectos múltiples.

2.4. Robustez ante el efecto Doppler en receptores móviles que se desplacen a gran velocidad.

2.5. Alta inmunidad a la interferencia originada por otros servicios.

2.6. Bajo coste del receptor.

2.7. Utilización de antenas de recepción simples y no directivas.

2.8. Alta eficacia en la utilización del espectro radioeléctrico.

3. Ventajas:

3.1. Una estación puede disponer de una frecuencia solo para un espacio geográfico ilimitado, lo que es imposible con cualquier emisor en cualquier otro tipo de frecuencias, porque los emisores en la misma frecuencia se interfieren los unos a los otros, con lo que la señal, en lugar de reforzarse, se degrada. Como se sabe, si un emisor da cobertura a una determinada zona, las vecinas deberán utilizar otras frecuencias, ésta es una de las razones que motivaba que las frecuencias se agotasen rápidamente, ya que es necesario consumir muchas frecuencias para dar servicio a zonas próximas.

3.2. La radiodifusión digital se acomoda a las interferencias, poco importa que algunas subportadoras sean interferidas; se puede conseguir que todos los emisores transmitan en la misma frecuencia y que la señal en lugar de resultar interferida resulte más completa pues tiene más fuentes de información para poderla completar de la forma más exacta posible.

3.3. Las ventajas son evidentes, por ejemplo, sobre el automovilista que no necesitará cambiar de estación según avanza por la carretera, o la estación nacional que no necesitará de un cierto número de frecuencias para poder ofrecer su programación a todo el país, etc.

La fiabilidad de la radiodifusión digital permite utilizar estaciones de una potencia 10 veces inferior a las utilizadas en la FM y ocupar mejor el espectro disminuyendo la anchura de las bandas no utilizadas que separan dos estaciones vecinas, todo esto permite mejorar las condiciones de escucha, extender la cobertura geográfica de las estaciones existentes, crear nuevas estaciones, etc.

Es posible utilizar una pequeña parte del canal digital para transmitir, no solamente sonido, sino datos de tipo teletexto. Se hará necesario equipar los aparatos de recepción de una pequeña pantalla donde aparecerá el nombre de la estación, las referencias del disco, un número de teléfono, etc.

15.3.5. Formas de utilización y bandas de frecuencias

Los nuevos sistemas de radiodifusión podrán ser utilizados de cuatro formas:

1. Terrestre
2. Vía Satélite
3. Mixta terrena/satélite
4. Por cable

La banda de frecuencias más apropiada para la radiodifusión digital por satélite que permita su captación directa en todo tipo de receptores está situada alrededor de los 1.500 MHz. El límite inferior está condicionado por el tamaño de la antena transmisora, y el valor superior por razones de orden técnico y económico (por ejemplo, a 3 GHz la potencia del satélite debería ser 30 veces superior que a 1 GHz).

Actualmente se ha atribuido la banda de 1.452 a 1.492 MHz para la radiodifusión digital por satélite a escala mundial, a excepción de los EEUU (2.310 a 2.360 MHz).

Para la radiodifusión digital terrestre no existen nuevas bandas de frecuencias por debajo de 1 GHz, por lo que habrán de utilizarse bandas ya asignadas a la radiodifusión. Una futura Conferencia Administrativa deberá atribuirle una porción

del espectro radioeléctrico en las bandas de ondas métricas (V.H.F.), previamente entre 87,5 y 108 MHz y 223-230 MHz.

15.3.6. La radiodifusión digital (DAB)

Por lo que se refiere al recorrido que efectúa la señal de audio, en los sistemas de radiodifusión sonora se pueden distinguir cuatro fases claramente diferenciadas:

1. **Producción**. Fase inicial en la que se crea y procesa convenientemente la señal de baja frecuencia a transmitir o programa, que tiene lugar en los estudios de la emisora. Hoy en día es técnicamente posible disponer de estudios totalmente digitalizados, y de hecho algunos radiodifusores ya trabajan de este modo, como la Cadena "40 Principales".

2. **Transporte del programa a los centros emisores**. Normalmente la señal de baja frecuencia a transmitir o enlazar las señales desde el estudio a los transmisores, vía cable o radio. En la actualidad es posible usar enlaces digitales para este fin, y de hecho la Cadena SER fue pionera en Europa al utilizar este tipo de enlaces permanentes vía satélite desde septiembre de 1988.

3. **Difusión**. Los programas radiofónicos llegan al centro emisor donde, a través de un proceso denominado modulación, se difunden por los transmisores que generan la correspondiente señal portadora de alta frecuencia. Las señales radioeléctricas se propagan según diversos mecanismos hasta alcanzar las antenas de los correspondientes receptores.

4. **Recepción**. Las señales de baja frecuencia son extraídas de sus correspondientes portadoras mediante el proceso de demodulación, y entregadas a un amplificador de baja frecuencia para su posterior escucha.

El reto actual de los radiodifusores es que el oyente obtenga de su receptor una calidad sonora comparable, al menos, a la del disco compacto. Para lograrlo, debe explotar a fondo la calidad durante la producción y el transporte de los programas, así como diseñar nuevos métodos de difusión y recepción que permitan mantener esa calidad hasta el final de la cadena. Y la única forma de lograr este objetivo es crear una cadena totalmente digital desde el estudio hasta el receptor, es decir, hacer una Radio Digital.

15.3.7. Primeras formas de radiodifusión digital

Aunque aún no existen a disposición del gran público servicios de radiodifusión digital de forma generalizada, sí pueden encontrarse aproximaciones válidas de lo que será la radio digital en los próximos años y que pueden considerarse como precursores de los mismos. Son los que se describen a continuación:

1. **D.S.R. (Digital Satellite Radio).** Este sistema se desarrolló en Alemania, donde funciona actualmente, con la idea de utilizar un canal de televisión vía satélite de potencia media en la banda de 12 GHz para la difusión de programas radiofónicos. De esta forma pueden emitirse 16 programas estereofónicos. Su mayor inconveniente es que precisa de una antena de recepción parabólica, y por lo tanto no es apto para la recepción móvil.

2. **MAC/Paquetes**. También es posible difundir sonido digital de alta calidad mediante los sistemas de la familia MAC/Paquetes, concebida por la U.E.R. para mejorar la calidad de audio y vídeo de las señales de televisión. Estos sistemas pueden suministrar de 2 a 4 programas estereofónicos digitales con codificación NICAM, junto al programa de televisión al que van asociados, y es precisamente ahí donde se encuentra su principal limitación, cuál es la necesidad de sintonizar

un programa determinado de televisión para poder escuchar el programa de radio deseado.

15.3.8. La propagación.

El sistema D.S.R. mencionado anteriormente es válido solamente para receptores fijos. Si se desea extender un servicio de este tipo a receptores móviles y portátiles, es preferible utilizar frecuencias de transmisión mucho más bajas, en la banda de ondas decimétricas (U.H.F.), e incluso métricas (V.H.F.) para la radiodifusión terrestre.

La propagación de las frecuencias comprendidas en estas bandas tiene dos grandes inconvenientes:

1. Los trayectos múltiples.
2. El ruido artificial.

Ambos pueden ser particularmente importantes en los núcleos urbanos. Los sistemas clásicos de modulación digital son especialmente sensibles a los trayectos múltiples, ya que crean una fuerte interferencia relacionada con las diferencias en los retardos de los trayectos. Además, para las anchuras de banda necesarias del canal digital, la propagación multitrayecto puede ser selectiva con la frecuencia y variable en el tiempo.

15.3.9. La codificación del canal

Una solución contra los desvanecimientos selectivos del canal consiste en emplear técnicas de difusión espectral, que permiten la separación temporal de las señales correspondientes a los diferentes trayectos de la transmisión, así como su posterior adición coherente a través de un filtro transversal adaptado a la respuesta impulsiva del canal.

Sin embargo, esta solución no es aceptable en radiodifusión por su bajo rendimiento espectral, normalmente inferior a 0,25 bits/Hz. Por ello, debe buscarse un sistema de codificación que permita:

1. Adecuarse perfectamente a un canal selectivo de Rayleigh con un comportamiento frente a los errores menor que el que pueda obtenerse con la misma modulación en un canal aditivo gaussiano sin codificación.

2. Proporcionar un rendimiento espectral de entre 0,5 y 2 bits/Hz útiles, en función de la codificación utilizada.

3. Reducir la potencia radiada y el espectro necesario para los servicios de radiodifusión por satélite.

Bajo estas premisas, se ha concebido un nuevo esquema de codificación denominado "Multiplexación por División en Frecuencias Ortogonales Codificada" (MDFOC), que se caracteriza por:

1. Transformación rápida de Fourier para los procesos de modulación y demodulación con el fin de obviar los problemas de selectividad, utilizando muchas portadoras simultáneas de banda estrecha (250 o más, con entrelazado multicanal).

2. Codificación convolucional junto con un algoritmo de decodificación de probabilidad máxima de Viterbi para proporcionar una alta ganancia de codificación.

3. Entrelazado bidimensional de frecuencia y tiempo para lograr esta ganancia bajo cualquier condición de recepción, ya sea fija o móvil.

4. Un código de bloque exterior concatenado con el código interior convolucional para lograr un canal de transmisión libre de errores.

La principal diferencia entre la técnica clásica de multiplexación en frecuencia y ésta es que los espectros de las diferentes portadoras se superponen mutuamente, lo que optimiza el rendimiento espectral. Como, por otra parte, la señal satisface la condición de ortogonalidad, es posible extraer individualmente las informaciones de cada una de las portadoras aplicando la transformada rápida de Fourier. Por ello, los procesos de modulación y demodulación pueden ser totalmente digitales.

La técnica de multiplexación elegida permite asimismo reducir la complejidad del receptor, ya que cada programa no ocupa más que una parte de la capacidad de la vía y, por tanto, el receptor debe tratar solamente una parte de la señal recibida. Los procesos de codificación y modulación se han previsto de manera que se puedan procesar partes de la señal múltiplex de forma independiente.

Si bien los procesos enumerados son complejos, las técnicas de integración de circuitos en gran escala (VLSI) permiten simplificar enormemente los receptores, lo que permitirá su fabricación a precios asequibles.

15.3.10. La codificación de la fuente

Los sistemas actuales mencionados anteriormente tienen la ventaja de ser relativamente simples, pero el inconveniente de demandar una gran capacidad de transmisión de entre 400 y 900 kbits por vía estereofónica (dependiendo de los sistemas de compresión y protección de errores elegidos). El objetivo de los nuevos sistemas es el de difundir un elevado número de programas de radio de alta calidad economizando espectro, y se propone reducir esa tasa a menos de 128 kbits por canal monofónico, manteniendo la mayor calidad subjetiva posible.

Con el fin de reducir la velocidad binaria sin causar degradaciones subjetivamente apreciables, se han desarrollado recientemente diversos algoritmos de codificación, entre los que se pueden destacar:

1. **Codificación por predicción**. Utiliza técnicas de predicción lineal a corto plazo mediante las cuales se transmite la diferencia entre el valor de la señal real y un valor estimado. Para la reducción de la velocidad binaria de las señales de audio digitales se utilizan técnicas de compresión predictiva casi instantánea. Las velocidades binarias que se obtienen están comprendidas entre 192 y 224 kbits.

2. **Codificación por transformada**. Se basa en efectuar la transformación de un bloque de muestras consecutivas al dominio espectral. Se cuantifican las componentes espectrales por orden de importancia teniendo en cuenta las propiedades de enmascaramiento frecuencial y de sensibilidad del oído. Una atribución dinámica de los bits necesarios para la codificación de cada componente permite velocidades binarias del orden de 128 kbits e inferiores.

3. **Codificación por sub-bandas**. La banda de audio se divide en varias sub-bandas mediante un conjunto de filtros. La señal de cada sub-banda se somete a muestreo y se codifica. Para obtener velocidades binarias del orden de 128 kbits e inferiores pueden utilizarse configuraciones de múltiples sub-bandas.

No obstante, la clave para obtener una drástica reducción de la velocidad binaria reside en la óptima adaptación de la codificación de la fuente al poder de resolución del oído humano. Desde hace muchos años se han estudiado las propiedades de percepción sonora del oído, y entre ellas los efectos de enmascaramiento, que han servido de base para el desarrollo de determinados sistemas de reducción del ruido.

Un sistema de codificación adecuado para la radiodifusión digital es el denominado MUSICAM, basado en el principio de codificación por sub-bandas, si bien divide la señal en muchas más sub-bandas que en un sistema de reducción de ruido. Al existir tantas sub-bandas, cada una de ellas aporta muy poca información y,

por tanto, puede ser representada por un pequeño número de bits, tan pequeño que puede ser nulo cuando el contenido de la información que representa no alcanza el umbral de percepción auditiva. Su principio de funcionamiento es el siguiente:

15.3.10.1. Codificador

El codificador utiliza una red de filtros polifásicos para dividir la señal de audio de banda ancha en 32 señales de sub-banda con una anchura de banda constante de 750 Hz a una frecuencia de muestreo de 48 kHz. Estas señales de sub-banda se dividen en tramas digitales de 8 ms de duración, compuestas por 12 muestras sucesivas de audio. En cada trama se determina un factor de escala correspondiente al nivel máximo alcanzado por cada una de las señales de sub-banda, y se cuantifican los valores de los factores de escala. La velocidad binaria correspondiente al nivel máximo alcanzado por cada una de las señales de sub-banda, y se cuantifican los valores de los factores de escala. La velocidad binaria correspondiente a estos se reduce en particular transmitiendo un sólo factor de escala para más de una sub-banda adyacente en la región de frecuencias más altas.

Junto con el filtrado de la señal de audio, se efectúa un análisis rápido de Fourier en la región de frecuencias de hasta 8 kHz. Sin embargo, solamente se codifican y transmiten las muestras de las sub-bandas. En el codificador se necesita el análisis solamente para el cálculo de la atribución dinámica de bits a las 32 sub-bandas. Utilizando esta transformada se consigue una resolución de alta frecuencia. En combinación con los factores de escala que permiten una elevada resolución temporal, se pueden estimar los umbrales de enmascaramiento del oído humano, tanto en tiempo como en frecuencia, con una precisión muy elevada.

Para cada una de las 32 sub-bandas se calcula el umbral de enmascaramiento mínimo que permite el nivel máximo de ruido de cuantificación imperceptible. La resolución necesaria para cuantificar las muestras de sub-banda en cada sub-banda se obtiene directamente de la diferencia entre el nivel máximo y el umbral mínimo de

enmascaramiento. No se requiere capacidad de transmisión para las sub-bandas que transportan partes no significativas de la señal, es decir, señales de sub-banda completamente enmascaradas.

Para transmitir la señal codificada, se codifican los factores de escala y las informaciones de asignación binaria, y se integran en la señal múltiplex como información auxiliar junto con las muestras de sub-banda. Esta información resulta necesaria en el decodificador para reconstruir la señal de audio.

15.3.10.2. Decodificador.

En primer lugar, se extrae de la señal múltiplex la información auxiliar, es decir, los factores de escala y la información de localización de los bits, así como 12 muestras sucesivas para cada señal de sub-banda. El proceso de decodificación consiste en la expansión del formato de los datos de las muestras de sub-banda hasta 16 bits lineales utilizando el factor de escala y los datos auxiliares que indican la asignación binaria para cada sub-banda y trama. Puede reconstruirse toda la señal de audio con una banda de paso de 24 kHz mediante una red de filtros, que es el dispositivo inverso de la red utilizada en el codificador.

15.3.11. Estrategias para la introducción de la radiodifusión digital.

La introducción de la radio digital está condicionada por una serie de requisitos, a saber:

1. La especificación definitiva del sistema
2. La disponibilidad efectiva de las bandas de frecuencia asignadas.
3. La existencia de equipos transmisores y receptores.
4. La disponibilidad de programación adecuada.

Aún suponiendo que estos factores progresen de forma paralela, no parece probable que pueda iniciarse la radio digital terrestre antes del año 2.001, ni por satélite antes del 2007. Sin embargo, con anterioridad a esas fechas ya se han realizado emisiones experimentales de ambos tipos.

15.3.11.1. Radiodifusión terrestre.

La estrategia de su introducción deberá tener en cuenta fundamentalmente las ventajas para el oyente:

1. Nuevos programas no disponibles actualmente en FM.
2. Elevada calidad de transmisión.
3. Mejora significativa de la calidad sonora y de recepción en aparatos portátiles y móviles.
4. Transferencia progresiva de los programas existentes en AM y FM a DAB.
5. Nuevos servicios de datos.

Los oyentes que adquieran los nuevos receptores deberán poder disfrutar a través de los mismos de mayor número de programas de los que escuchan en sus receptores actuales.

Deberá tenerse en cuenta que la duplicidad de las emisiones de los mismos programas a través de diferentes soportes incrementará los costes de transmisión de las estaciones radiodifusoras, sin que ello suponga necesariamente un incremento de su audiencia. Sin embargo, los costes de explotación no aumentarán de forma importante, ya que los estudios radiofónicos se están dotando desde hace algún tiempo de medios de producción digitales.

La introducción de la radiodifusión digital terrestre requerirá, en ciertos países, la previa reorganización de las asignaciones de frecuencia de las emisoras que actualmente operan en las bandas de VHF.

15.3.11.2. Radiodifusión vía satélite.

Los satélites en órbita geoestacionaria (GSO) requieren generalmente mayor potencia radiada que las estaciones terrestres, pero el oyente no precisará de antena directiva y la recepción será prácticamente independiente de la posición orbital. Con el fin de minimizar la potencia del satélite, las zonas de sombra podrán cubrirse con pequeños repetidores en la misma frecuencia. Las bandas asignadas al servicio de radiodifusión digital por satélite pueden ser usadas también por transmisores terrestres para servicios locales o regionales. Para ello es necesario que las transmisiones utilicen los mismos bloques MDFOC de manera que no se interfieran mutuamente. Al sistema basado en la utilización de servicios terrestres adicionales en la banda de satélite, pero en distinta frecuencia, se denomina *mixto*.

CAPÍTULO 16. EL RECEPTOR DE VÁLVULAS IDEAL.

Como cierre del presente estudio, se realiza una propuesta de un hipotético receptor de válvulas, que reuniría en un único aparato, lo mejor de entre todos los aparatos con los que el autor ha tenido contacto.

Para ello, se han elegido los siguientes aspectos:

1. Arquitectura externa e interna.
2. Sistema de recepción.
3. Tipo de dial.
4. Tipo, tamaño y número de altavoces.
5. Sistema de alimentación.
6. Tipo de amplificador de baja frecuencia.
7. Tipo y número de válvulas.
8. Sistemas de conmutación y controles de tono, volumen y sintonía.
9. Bandas de recepción.
10. Puertos.

Se trata, en definitiva, de la construcción hipotética de un receptor, que se denominará - por razones obvias - Frankie. Este receptor aunaría lo mejor de los mejores receptores conocidos por el autor.

16.1. ARQUITECTURA DEL RECEPTOR IDEAL.

Considerando las peculiaridades estéticas y la excelente consideración que han tenido los receptores denominados *de capilla* y las características acústicas de los receptores con frontal en planta de basílica absidial; esta sería la estructura elegida para el receptor ideal: la caja mueble del RCA 143, debidamente modificada para la inclusión de los distintos elementos a los que se hará mención.

La caja se construiría exclusivamente con maderas nobles, pulimentadas a muñequilla en tono cerezo, como el Telefunken Sarasate.

La tela acústica sería de color crema, con el diseño de estrellas empleado por Philips en el Receptodo.

Los botones de mando serían de baquelita, cilíndricos, con lateral rugoso y dos tornillos prisioneros. Serían de tres tamaños: el de mayor tamaño, para el control de sintonía, los más pequeños para los controles de tono y los intermedios para los dispositivos restantes. La estructura interna de los botones iría reforzada con bronce, y sobre ella se colocarían roscados los tornillos prisioneros. En su forma exterior, imitarían a los mandos del Vica 700.

El receptor se montaría sobre un chasis troquelado y niquelado, con el fin de protegerlo de la corrosión.

16.2. SISTEMA DE RECEPCIÓN.

Por sus peculiaridades relativas a sensibilidad y selectividad, se trataría de un receptor superheterodino, con las siguientes peculiaridades:

Etapa previa amplificadora de radiofrecuencia. Ello permitiría una elevada sensibilidad, regulable exteriormente, a la hora de recibir estaciones distantes, especialmente en las bandas de onda media y larga. En todas estas etapas se emplearían válvulas multielectrodo específicas montadas sobre zócalo octal.

Distintos anchos de banda conmutables en la etapa de frecuencia intermedia. De esta manera, se mejoría la calidad de reproducción musical de las estaciones locales de onda media.

Sintonizador de FM transistorizado independiente. Las peculiaridades de los circuitos integrados los hacen más adecuados que las válvulas para tal fin. Incluiría todos los adelantos en el campo de la recepción RDS, y una pantalla de cristal líquido, similar a la del Gründig Satellit 700, situada sobre el mismo dial convencional. La sintonía digital se realizaría empleando el mismo mando de sintonía, que se desembragaría al conmutar a la banda de FM, de manera similar a como ocurre en el Gründig 4079. Al girar el botón de mando, la aguja indicadora permanecería fija, y variaría únicamente la frecuencia en la escala digital.

Sintonizador para emisiones digitales, con el fin de compatibilizar los sistemas que aparecerán en un futuro inmediato, con los sistemas tradicionales analógicos. La sintonía se efectuaría de manera similar a la anterior en FM.

Para la recepción en OM, OL se utilizarían antenas interiores de ferrita, además de las exteriores. Para la FM y emisiones digitales, sería necesario (aunque lo ideal sería que no lo fuese) el empleo de antena exterior.

16.3. TIPO DE DIAL

Puesto que el Frankie sería un receptor de sobremesa, de gran tamaño, llevará un dial circular, de un diámetro en torno a los 25 cm. El cristal será transparente y

esférico, tipo vidrio de reloj, y enmarcado con un embellecedor de metal dorado. Se tendrá especial cuidado en evitar cualquier vibración del cristal como consecuencia de la reproducción de las frecuencias bajas, para lo cual se colocarán masillas especiales para su fijación al marco.

La aguja del dial sería de plástico color crema con un embellecedor dorado en su centro, idéntica a la del receptor Tungsram Perla, primer receptor que tuvo en sus manos el autor y con el cual se aficionó al mundo de la radio. Giraría sobre un limbo de cristal sobre el que irían grabados en distintos limbos semicirculares las frecuencias de recepción y los nombres de las principales estaciones radiodifusoras de cada una de las bandas de AM. Irá iluminado con luces posteriores de distinto color para cada banda (blanca, roja, verde y amarillo). Su velocidad de giro podría cambiarse tirando o empujando el botón.

Esta aguja dispondría de un sistema que permitiese, además, leer directamente la frecuencia en la pantalla digital, como en el receptor Gründig Satellit 500.

En la parte superior del cristal graduado, habrá una perforación circular para el indicador visual de sintonía u *ojo mágico*.

16.4. TIPO, TAMAÑO Y NÚMERO DE ALTAVOCES.

El receptor ideal llevaría tres altavoces:

Uno central de 8” para la reproducción exclusiva de los tonos graves o frecuencias bajas, del tipo electrodinámico, con el fin de emplear la bobina de excitación para mejorar el filtrado de la corriente rectificada.

Dos altavoces elípticos laterales de imán permanente, de 4 x 6”, para la reproducción de tonos medios y agudos.

Todos ellos irían colocados en el interior de fundas de tela antipolvo, características de los receptores Philips.

16.5. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

El receptor prototípico se alimentaría exclusivamente con corriente alterna de la red de suministro, a 220 voltios. La distintas tensiones alternas se obtendrían con un transformador con una toma de primario a 220 voltios, y salidas a 6,3 (doble, uno para el filamento de la rectificadora y otro para el resto de las válvulas), 280 voltios, simétrica con toma media, para alta tensión y dos tomas para la alimentación de los sintonizadores de FM y digital respectivamente.

Se le incorporaría un circuito estabilizador de tensión, para proteger al máximo los circuitos de posibles sobretensiones.

16.6. TIPO DE AMPLIFICADOR DE BAJA FRECUENCIA.

El amplificador de baja frecuencia tendría dos vías, para la reproducción estereofónica del sonido. Se emplearían para ello dos circuitos, con doble válvula de potencia para cada etapa, del tipo push pull, con el fin de obtener la máxima señal de salida sin distorsión. Para el cambio de fase la de señal se emplearían transformadores. En cada vía, se realizaría una preamplificación, empleando para ello cada una de las secciones de una válvula doble triodo.

16.7. SISTEMAS DE CONMUTACIÓN Y CONTROLES DE TONO, VOLUMEN Y SINTONÍA.

Para la conmutación de ondas se emplearía un sistema de teclado como el utilizado por el Telefunken Concertina, con los distintos grupos de bobina incorporados en la misma placa. Las bobinas de OM y OL llevarán un núcleo de ferrita ajustable. Además de las distintas gamas de recepción, se incluirá una tecla para el cambio de antena interior/exterior y apertura/cierre del puerto de phono.

El volumen se controlaría mediante un único potenciómetro, doble y de eje único. Con un segundo potenciómetro se efectuaría el control de balance.

El control de tono se realizaría mediante un sistema de ecualización gráfica de cuatro cortes, mediante cuatro potenciómetros dispuestos al efecto.

Además se incluirá conmutador giratorio para la anchura de banda de F.I. y un último potenciómetro con el fin de regular la sensibilidad del receptor de manera continua.

16.8. BANDAS DE RECEPCIÓN.

Como ya se anticipó, el Frankie sería un receptor analógico/digital, con OC/OM/OL/FM y preparado para la recepción de estaciones digitales.

16.9. PUERTOS.

El receptor ideal llevaría los siguientes puertos o tomas:

1. Antena.

2. Entrada de baja frecuencia.

3. Toma de corriente 220 voltios auxiliar.

4. Salida altavoces canal izquierdo y derecho, para la colocación de altavoces auxiliares.

5. Salida estéreo de grabación.

CAPÍTULO 17. CONCLUSIONES.

17.1. CONCLUSIONES HISTÓRICAS.

1. Se distinguen cinco generaciones de receptores de radiodifusión sonora, establecidas según los elementos activos de amplificación empleados, las válvulas termoiónicas, los transistores o los circuitos integrados, y los distintos circuitos de recepción empleados en cada uno de los casos.

2. Es posible establecer cuatro procesos cíclicos en la historia de los receptores:

   I) De la audición individual a través de auriculares, a la audición colectiva mediante altavoces, a la nueva tendencia actual a la escucha individual a través de altavoces en los denominados popularmente *walkman*.

   II) De la recepción fija en receptores de válvulas que exigían antena exterior, a la recepción móvil con autorradios y receptores transistorizados, a la recepción fija a través de antenas parabólicas en las actuales emisiones vía satélite, y, en su caso, a través de Internet.

   III) De los receptores de válvulas a la vista, a los receptores con válvulas ocultas, y nuevamente a los diseños más recientes amplificadores de alta fidelidad que muestran sus válvulas.

   IV) En el campo específico de los autorradios, de los primeros receptores modulares, con los mandos situados junto al volante, a los receptores en un único bloque, para dar paso nuevamente a los dispositivos

separados en varias unidades, con los mandos independientes nuevamente junto al volante.

3. La nueva radio digital aún se encuentra en fase experimental. Los nuevos receptores digitales serán incompatibles con los actuales analógicos y supondrán una revolución en el campo de la producción radiofónica y en los hábitos de audiencia. Se espera que el nuevo sistema subsane las actuales deficiencias de los sistemas de transmisión y recepción, y amplíe el campo de prestaciones de la radiodifusión sonora, tras un largo periodo de coexistencia de ambos sistemas.

17.2. CONCLUSIONES TÉCNICAS.

17.2.1. Generales.

1. En los inicios de la radiodifusión, el oyente debía poseer conocimientos técnicos suficientes para manejar los aparatos a válvulas, ya que precisaban un ajuste muy preciso de los distintos controles de sintonía, oscilación y/o reacción, incluso para poder escuchar una estación local, hecho que limitaba considerablemente el acceso del gran público al mundo de la radio. Por ello, con el fin de lograr la máxima expansión de la radiodifusión, los distintos fabricantes enfocaron sus investigaciones a reducir al máximo el número de controles necesarios para sintonizar un receptor. El llamado *mando único* se logró definitivamente a partir del año 1933 con el perfeccionamiento de los circuitos de radiofrecuencia sintonizada y principalmente el superheterodino.

2. Uno de los principales componentes en cuyo diseño podían participar los usuarios era la bobina, en los receptores con realimentación y especialmente en los receptores de galena. Para su confección disponían de diferentes soportes sobre los que se llevaba a cabo el

bobinado más adecuado a cada caso, ya fuese en *fondo de cesto, lateral de cesto, en nido de abeja* o *lineal*.

17.2.2. Respecto a los receptores de galena.

1. El receptor de galena ha sido históricamente el máximo exponente de que la radiodifusión ha estado al alcance de todos, pues el mismo oyente podía diseñar y construir su propio receptor por muy poco dinero. En poblaciones en las que existía una única estación local en onda media, esta podía sintonizarse sin el empleo de antena exterior. Pese a su reducida selectividad, si en la zona coexistían varias estaciones de onda media, la estación más potente siempre interfería la recepción de las demás, pese a que existiese una marcada diferencia entre sus frecuencias de emisión. Si alguna de estas estaciones era de gran potencia, era posible realizar la audición colectiva empleando un altavoz de lengüeta. Los receptores de galena no generaban ruidos ni silbidos. No precisaban alimentación de ningún tipo. Los usuarios podían disfrutar de ellos a cualquier hora del día o de la noche sin molestar a sus vecinos y personas próximas, ya que la escucha se realiza mediante teléfonos o auriculares. El hecho de no utilizar amplificadores de alta frecuencia no limitaba el ancho de banda en las frecuencias reproducidas, por lo que cabe destacar la gran fidelidad de reproducción musical.

17.2.3. Respecto a los receptores realimentados.

1. Hasta que el número de estaciones sintonizables desde España no fue excesivamente elevado, los receptores de radiodifusión sonora *realimentados* dieron un resultado satisfactorio y fueron muy populares por su sencillez de montaje y alto rendimiento. Los receptores *retroalimentados, regenerativos* o *a reacción*, eran de manejo complicado. Para su funcionamiento era preciso actuar sobre

dos controles y presentaban el grave inconveniente de la radiación de frecuencias parásitas a través de su antena. Tales radiaciones eran susceptibles de producir interferencias en receptores de radiodifusión sonora próximos sintonizados a la misma frecuencia, motivo por el cual su empleo llegó a prohibirse en España.

2. El diseño del circuito es sencillo. El receptor precisaba una antena exterior, aunque podía emplearse un cable de unos 5 metros extendido sobre el suelo en interiores. Era posible mejorar la sintonía de estaciones locales realizando los bobinados sobre un núcleo de ferrita.

17.2.4. Respecto a los receptores de radiofrecuencia sintonizada.

1. Sólo funcionaban de manera aceptable con los circuitos sintonizados en cascada perfectamente ajustados a los valores recomendados por el fabricante. Por su diseño especialmente blindado, con bobinas de diseño muy exacto y con materiales específicos, cabe pensar que este tipo de receptores no puede ser montado directamente por aficionados, a diferencia de lo que ocurría con otros tipos de aparatos de radio como son los de primera y segunda generación.

2. El volumen es difícil de controlar en aquellos receptores cuyo potenciómetro no actuaba sobre la etapa de audio, sino en las etapas anteriores. Con ello se conseguía variar la sensibilidad del receptor, ya que éste, o bien casi enmudece, o alcanza un volumen sonoro excesivo de manera irregular al girar el eje del potenciómetro.

17.2.5. Respecto al superheterodino.

1. Con la aparición de las válvulas múltiples y la subsiguiente mejora en su diseño, el superheterodino fue el circuito de radiorrecepción sonora que desplazó a los restantes receptores amplificados existentes en el

mercado nacional a partir de 1940. Los receptores de galena se continuaron montando hasta los años setenta.

2. Con el fin de evitar posibles frecuencias audibles derivadas posibles desajustes en el paso de frecuencia intermedia, incorporaron un condensador en paralelo al primario del transformador de salida de audio que recortaba considerablemente la gama de frecuencias de audio más altas. Ello es de especial importancia en receptores mixtos AM-FM, pues limitan la reproducción de tales frecuencias y en consecuencia la calidad de los programas transmitidos en modulación de frecuencia.

3. Los receptores superheterodinos necesitan un ajuste muy complicado y preciso de sus circuitos de alta frecuencia y de frecuencia intermedia para producir un rendimiento aceptable.

4. La recepción de las estaciones de la banda baja de ondas medias (entre 650 y 531 kHz) es más favorable si el receptor incorpora bobinas de antena con núcleo de ferrita ajustable.

5. La gran mayoría de los receptores analizados incluyen algún tipo de antena montada en su interior que permite una audición aceptable de las estaciones locales sin emplear otro tipo de antena. Los sistemas más efectivos fueron los denominados de *ferroxcube*. Tales dispositivos presentaban la ventaja añadida de su direccionalidad y la eliminación de gran cantidad de ruidos parásitos procedentes de la red eléctrica.

17.3. CONCLUSIONES ESTÉTICAS.

1. La aplicación de las baquelitas a la fabricación de muebles eliminó las limitaciones impuestas por la madera y permitió la fabricación automatizada en serie mediante moldeado. Las baquelitas presentan la

ventaja añadida de ser duras, susceptibles de pulimentación y resistentes al calor, ya que soportan temperaturas próximas a los 300ºC.

2. En general, a partir de los años treinta, los receptores ya permiten instalar el altavoz directamente en el mueble, salvo los primeros diseños basados en triodos que emplean auriculares. Con el fin de preservar el cono del altavoz, la abertura correspondiente iba recubierta generalmente de una tela acústica. En otros casos, el altavoz va oculto simplemente tras una rejilla de madera o plástico.

3. La llegada de los transistores permitió el diseño de receptores de pequeño tamaño, con diseños específicos, basados en un principio en los preexistentes, para adaptar posteriormente líneas propias. Las cajas o muebles se basan principalmente en estructuras de plástico con embellecedores metálicos.

17.4. CONCLUSIONES SOCIALES.

1. Durante los años 20, 30 y 40, el valor comercial de un receptor de radio estaba en relación directa con su número de válvulas, pues estas eran fundamentalmente de tipo triodo, hasta la aparición de las válvulas múltiples en los primeros años 30, y posteriormente, tras la llegada de éstas se mantuvo ese mismo criterio.

2. La demanda de receptores capaces de producir una elevada potencia sonora y reproducir un mayor margen de frecuencias, llevó al diseño y montaje de receptores con pasos dobles de salida de baja frecuencia, en ocasiones con controles de tonalidad independientes para graves y agudos. Estos receptores incluyen altavoces de gran tamaño, o incluso dos o más altavoces destinados a reproducir la gama de frecuencias de audio más amplia posible. Todo ello, junto con los indicadores ópticos de sintonía u *ojos mágicos*, los diales de cristal vistosos y los

muebles de materiales nobles se ha considerado tradicionalmente, tanto por los vendedores como por los compradores, como indicativo indiscutible de la calidad de los receptores de radiodifusión sonora.

3. El desarrollo paralelo de las industrias discográfica y radiofónica supuso la implantación en el mercado de las *radiogramolas*. Son receptores cuyo mueble se modifica de manera que permite la colocación de un plato giradiscos y una cápsula fonocaptora en el mismo mueble que contiene al receptor de radio con el fin de poder escuchar grabaciones musicales en disco a través del amplificador de baja frecuencia.

4. En los inicios de la radiodifusión, el oyente debía poseer conocimientos técnicos suficientes para manejar los aparatos a válvulas, ya que precisaban un ajuste muy preciso de los distintos controles de sintonía, reacción y oscilación para poder escuchar incluso una estación local, hecho que limitaba considerablemente el acceso del gran público al mundo de la radio. Por ello, con el fin de lograr la máxima expansión de la radiodifusión, los distintos fabricantes enfocaron sus investigaciones a reducir al máximo el número de controles necesarios para sintonizar un receptor, el llamado *mando único*, que se logró definitivamente a partir de los años 40 con el perfeccionamiento de los circuitos de radiofrecuencia sintonizada y principalmente el superheterodino.

CAPÍTULO 18. BIBLIOGRAFÍA.

18.1. LIBROS CITADOS.

ANGELO, E., *Circuitos electrónicos*, Eds. Del Castillo S.A., Madrid, 2ª edición, 1969.

ARENAL, L., *Radio nociones*, Editorial Cantabria S.A. Santander, 1943.

CARR, J., *Old time radios!. Restoration and repair*, TAB Books, USA, 1991.

CASI, F., *Il mondo in casa. I primi quaranta anni di storia della radio*, AC Grafiche, Cerbara, 3ª Ed. 1993.

COLLINS, P., *Radios redux.. Listening in style*, Chronicle Books, San Francisco, 1991.

FLEURY, P., MATHIEU, J., *Corrientes alternas. Ondas Hertzianas*, Ed. Paraninfo, Madrid, 1963.

FLEURY, P., MATHIEU, J., *Electrostática. Corrientes Continuas. Magnetismo*, Ed. Paraninfo, Madrid, 1964.

FRANQUET, R., MARTÍ, J., *La radio. De la telegrafía sin hilos a los satélites (cronología 1780 - 1984*). Editorial Mitre, Barcelona, 1985.

GARRATT, G., *The early history of radio from Faraday to Marconi.* The Institution of Electrical Engineers. Londres. 1994.

GONZÁLEZ, S., *Curso de Radiorrecepción actual*, Editorial Araluce, Barcelona, 1942.

HAWES, R., *Radio Art*, The Green Wood Publishing Company LTD, Londres, 1991.

IVANA, J. de, *La radio al día*, Editorial Bruguera, Barcelona, 1944.

IVANA, J. de, *Memento Radio 1945 Vol. I*, Marcombo Ediciones Técnicas, Barcelona,

1945.

IVANA, J. de, *Memento Radio 1946 Vol II*, Marcombo Ediciones Técnicas, Barcelona, 1946.

JOHNSON, D., *Antique Radio. Restoration guide*, Wallace-Homestad Book Company, 2ª edición, 1992.

JULIÁ, J., *Radio: historia y técnica*, Marcombo Boixareu Editores, Barcelona, 1993.

LAGOMA, A., *Enciclopedia de la Radio*, de Gassó Hnos. Editores, Barcelona, 1964.

LAGOMA, A., *Localización y reparación de averías*, Bruguer Editor, Barcelona, 1950.

LANE, D., *Transistor Radios. A collector's encyclopedia and price guide*, Wallace-Homestead Book Company, Radnor, Pensylvania, 1994.

LIMANN, O., *Fundamentos de radio*, Marcombo Boixareu Editores, Barcelona, 1989.

MANÁEV, E., *Fundamentos de radioelectrónica*, Editorial Mir, Moscú, 1987.

MICELI, M., *La radio: dalla prima scientilla al XXI secolo*, Giuseppe Laterza Editore, Bari 1995.

MUIDERKRING N.V. de, *Tube and transistor Handbook*, Publishers de Muiderkring N.V. Bussum, Netherlands, 10ª Edition. 1963.

MUNSÓ, J., *Escrito en el aire*, E.P.RTVE, Madrid, 1987.

ORR, W., *Radio Handbook*, Marcombo Boixarey Editores, Barcelona, 18ª Edición, 1972.

OTTE, J, SALVERDA, P, WILLIGEN, C., *Del electrón al superheterodino*, Biblioteca Técnica Philips, Zaragoza, 1961.

POLI, P., *Opera Tecnico Scientifica di Guglielmo Marconi*, C&C edizioni

radioelecttroniche, 1985.

RAVALICO, D., *El superheterodino moderno. Funcionamiento, construcción, reparación y calibrado de los Aparatos de Radio*, Ediciones Radio News, Buenos Aires, 1937.

RAVALICO, D., *Radio reparaciones*, Candiani Editor, Madrid, 1944.

RIAZA, F., Y GOPEGUI, J., *Horizontes de la radio. Realizades y perspectivas del mundo de las ondas*, Ediciones Radio, Madrid, 1945.

RIU, A., *Guía práctica de Radio.* Ediciones de la Agencia Periodística Técnico-Industrial. Madrid. 3ª Edición. 1930.

ROWLANDS, P., WILSON, J., *Oliver Lodge and the invention of radio*, PD Publications, Chippenham (Inglaterra), 1994.

SÁNCHEZ-CORDOVÉS, J., *Fundamentos de Radioelectricidad*, Editorial Labor S.A., Barcelona, 2ª edición, 1959.

SÁNCHEZ-COSDOVÉS, J., *El receptor Superheterodino*, Ediciones Radio, Madrid, 1942.

SHAJGUILDIAN, V., *Transmisores de radio*, Editorial Mir, Moscú, 1980.

SORESINI, F., *Breve Storia della Radio*, Editrice Il Rostro, Milano, 1976.

SUSMANSCHY, J., *Cuarenta y ocho lecciones de radio. Volúmenes 1, 2, 3 y 4.*, Editorial Hobby, Buenos Aires, 1960.

TARABELLA, E., *Un po'di Storia della Radio e delle "Macchine Parlanti*, Edizioni Il Testimone, Massarosa, 1993.

VAN VALKENBURGH, NOOGER & NEVILLE, INC., *Electrónica Básica. Volúmenes 4, 5 y 6.*, S.A. Editorial Bell, Buenos Aires, 2ª Edición, 1960.

18.2. REVISTAS CITADAS.

Electrón. *"Algunas consideraciones sobre los aparatos universales"*. 1/05/35. P. 29.

Electrón. *"Altavoces electrodinámicos"*. 1/08/34. P. 10.

Electrón. *"Antenas de recepción"*. Blasco, J. 1/09/34. P.12.

Electrón. *"Aparatos de dos corrientes"*. 15/05/34. P. 5

Electrón. *"Características y ensayos de receptores"*. Maffei, P. 1/11/34. P.16.

Electrón. *"Cómo puede mejorarse la recepción con el empleo de un segundo altavoz"*. Fernández, V. 1/05/34 P. 4

Electrón. *"Condensadores electrolíticos tipos 4090 y 4091 de Philips"*. 1/08/34. P.10.

Electrón. *"Evolución y estado actual de la técnica de los receptores de radiodifusión"*. 15/05/34. P. 5 a 8

Electrón. *"Indicador de estaciones"*. 1/10/35. P. 38.

Electrón. *"Indicador de onda de sintonía"*. 15/06/35. P. 31.

Electrón. *"Mecanismos de sintonía"*. 1/06/34. P. 6.

Electrón. *"Nueva orientación en el superheterodino"*. Maffei, P. 1/05/34. P. 4

Electrón. *"Nuevo Mando luminoso"*. 1/03/35. P. 24.

Electrón. *"Resistencia en alta frecuencia de una bobina"*. 15/11/34. P.17.

Electrón. *"Resistencias fijas"*. Maffei, P. 1/08/35. P. 34.

Electrón. *"Transformador de F.I. de selectividad variable"*. 1/11/35. P. 41.

Electrón. *"Un mando con indicadores rotuladas de sintonía"*. 15/03/35. P.25

Electrón. *"Un mando micrométrico R.C.A"*. 1/06/35. P. 30.

Electrón. *"Un nuevo mando de sintonía"*. 15/02/35. P. 23

Electrón. *"Uno de los primeros altavoces sin bocina"*. 15/03/35. P. 25.

Ondas. *"La instalación de la radio en los trenes españoles"*. Centeno, F. /1932

Ondas. *"Las centrales de radio"*. M.A.. 1/07/32 P. 65.

Ondas. *"Opiniones sobre el porvenir de la radio"*. Snownette, E.. 21/01/33. P. 394.

Radio Nacional. *"Algunas consideraciones sobre el comportamiento de los indicadores ópticos de sintonía"*. Ión. 1/03/42. P. 173.

Radio Nacional. *"Convertidores para la alimentación de receptores con baterías"*. 13/08/39. P. 23

Radio Nacional. *"El control automático de volumen"*. Antequera, J. 1/06/42. P. 188.

Radio Nacional. *"El dispositivo heterofil para aumentar la selectividad"*. /1939. P. 56.

Radio Nacional. *"Esquemas disecados"*. Galenofilo. 16/11/24. P. 271.

Radio Nacional. *"Instalación de antena"*. M.R.. 6/08/39. P.39.

Radio Nacional. *La alimentación de radiorreceptores con rectificador*. Nolo. 27/09/42. P. 203

Radio Nacional. *"La regeneración medio de reacción inductiva"*. Antequera, J. 15/02/42. P. 171.

Radio Nacional. *"Las radiocentrales"*. 7/05/39. P. 26

Radio Nacional. *"Los diferentes caminos para aumentar la selectividad de los*

receptores". Ión. 1/08/41. P. 150.

Radio Nacional. *"Los filtros en la radio"*. Malvas, M. 8/02/39. P. 9

Radio Nacional. *"Los receptores colectivos"*. 8/02/39. P. 9

Radio Nacional. *"Receptor con pulsadores"*. 19/11/39. P. 54.

Radio Nacional. *"Receptor de galena en montaje directo"*. Galenofilo. 9/11/24. P. 270

Radio Nacional. *"Receptores de radiodifusión"*. 15/01/44. P. 286.

Radio Nacional. *"Sensibilidad útil de los receptores"*. Kobilsky, M.18/01/42. P. 167.

Radio Nacional. *"Un receptor conectado al teléfono"*. 18/02/42. P. 328.

Radio Universal. *"El establecimiento del servicio de Radio-Centrales en España"*. 1/02/35.

Radio Universal. *"La verdad sobre los universales"*.

Radioelectricidad. *"Acumuladore*s". Arévalo, R.1/07/42. P. 40.

Radioelectricidad. *"Condensadores cerámicos"*. Hostalrich, J. 1/04/54.

Radioelectricidad. *"Condensadores"*. Marín, M. 1/02/39. P. 6.

Radioelectricidad. *"Constantes de los circuitos radioeléctricos: inductancias"*. Marín, M.. 1/04/41. P. 25.

Radioelectricidad. *"El receptor de galena"*. Antequera, J. 27/08/41.

Radioelectricidad. *"El receptor superheterodino"*. Lavid. 11/05/41.

Radioelectricidad. *"El receptor superheterodino"*. Lavid. 29/06/41.

Radioelectricidad. *"El receptor superheterodino"*. Lavid. 3/08/41.

Radioelectricidad. *"El receptor superheterodino"*. Lavid. 4/05/41.

Radioelectricidad. *"El receptor superheterodino"*. Lavid. 8/06/41.

Radioelectricidad. *"Gane usted dinero con la sintonía automática"*. 1/08/43.

Radioelectricidad. *"Indicadores de sintonía"*. Fonseca. F. 1/12/38. P. 5.

Radioelectricidad. *"La respuesta de los altavoces"*. Asensio, M. 1/04/49.

Radioelectricidad. *"Las bobinas de los radiorreceptores"*. Marín, M. 1/10/39. P. 10.

Radioelectricidad. *"Las resistencias en Revista Radioelectricidad"*. 1/10/38. P. 4.

Radioelectricidad. *"Los altavoces"*. Asensio, M. 1/01/42. P. 34.

Radioelectricidad. *"Los condensadores electrolíticos"*. Gil, A. 1/01/42. P. 34.

Radioelectricidad. *"Los condensadores electrolíticos"*. Gil, A.. 1/09/41. P. 30.

Radioelectricidad. *"Los transformadores: cálculo y construcción"*. Asensio, M.. 1/06/41. P. 27.

Radioelectricidad. *"Perfeccionamientos del automatismo"*. Barona.J. 1/04/41. P. 23.

Radioelectricidad. *"Pilas eléctricas"*. Arévalo, R. 1/04/42. P. 37.

Radioelectricidad. *"Receptores para frecuencia modulada"*. Antequera, J.1/04/41.P. 25.

Radioelectricidad. *"Receptores populares en la radiodifusión italiana y alemana"*. Barona, J. 1/07/41. P. 28.

Radioelectricidad. *"Resistencias de los radiorreceptores"*. Perelada, A. 1/05/54.

Radioelectricidad. *"Superheterodino regenativo"*. 1941. Antequera, J. 6/04/41.

Radioelectricidad. *"Teledifusión"*. Gella, G. 1/12/40. P. 22.

Radioelectricidad. *"Transformadores de audiofrecuencia"*. 1/08/41. P. 29.

18.3. LIBROS CONSULTADOS.

AITKEN, H. *The continuous waves tecnology*. Ed. Princeton Univ. (1985).

ANGGELETTI, G. *L'alimentazione dei moderni radioricevitori ed amplificatori.* Ed. A. Milesi e Figli. Milán (1933).

ASTOLFONI, A. *La pila elettrica*. Ed. Ulrico Hoepli. Milán (1912).

BAREA, P. *La estirpe de Sautier.* Eds. El País Aguilar. Madrid (1994).

BARKAN, V. *Radio receivers textbook*. Ed. Fforeing languages publishing. Moscú (1960)

BERTHO, C. *Great Discoveries : telecommunications.* Ed. ITU. Génova (1991).

BORRÁS, J.M. *El RDS. Una radio inteligente*. Biblioteca técnica Pioner. Barcelona (1991)

CAMPILLO, ROSA. *La gestión y el gestor del patrimonio cultural*. Ed. KR. Murcia (1998).

CHIERCHIA, G. *La Radiotelegrafia e la Radiotelefonia.* Ed. A. Vallardi. Milán (1942).

DARKNESS, R.J. *Receptores miniatura*. Ed. Bruguera. Barcelona (1957).

DAVID, P. *Super Reaction*. Ed. Chiron. París (1924).

DÍAZ, L. *La radio en España. 1923-1993.* Alianza Editorial. 1ª Ed. Madrid

(1992).

DÍAZ, L. *Años de radio. Recuerdo y semblanza de los protagonistas del dial*. Eds. Temas de hoy. Madrid (1998).

DOUGLAS, A. *Radio manufacturers of the 1920's.* Vols. I, II y III. Ed. Vestal Press (1988).

DUVAL, R. *Histoire de la Radio en France.* Ed. Alain Morea. París (1979).

ECO, U. *Histoire ilustrée des inventions: de la pierre taillée aux satellites artificiels.* Bompiani-Paris-Editions du Pont Royal,(1965).

ERB, E. *Radios von gestern.*Ed. M+K Computer Berlag AG. Berlín (1991).

FERRIÉ & BOULANGER. *La telegraphie sans fils.* Berger-Levrault Editeurs. París (1901).

GARZA, RAMIRO. *La radio actual. Qué es y cómo se realiza.* Ed. Edamex. México (1992).

HILL, J. *The cat's whisker - 50 Years of wireless design*. Oresko books Ltd. Londres (1978).

JASIK, H. *Antenna Engineering Handbook*. Ed. Mc Graw Hill. Nueva York (1989).

JOHNSON, D. *Antique Radios.* Wallace Hamestad, Lombard. Illinois (1985).

LAGOMA, A. *Construcción y reparación de aparatos de radio*. Ed. Bruguera. 5ª Ed. Barcelona (1960).

LANE, L. *Curso de reparación de transistores y circuitos impresos*. Ed.

Paraninfo. Madrid (1962).

MARTÍN, C. *Iñaki Gabilondo. Ciudadano en gran Vía.* Eds. El País Aguilar. Madrid (1998).

MARVIN, C. *When the old technologies were new.* Ed. Oxford Univ. (1988).

MC LAURIN, R. *Inventions and innovation in radio industry*. Ed. Mc Millan Co. Nueva York (1949).

MECOZZI, G. *Nuevo manual práctico de radio*. (Traducido del italiano por J.A. Bramtot). Ed. Ibero-itálica. Madrid (1941).

MIESSNER, B.F. *On the Early History of Radio Guidance*. S. Francisco Press. (1964).

MONTEFINALE, G. *Mondo senza fili*. Ed. C&C. Milán (1990).

MORGAN & Mc MAHON. *Vintage Radio 1887/1929*. Ed. Vintage Radio. California (1973).

PERALES. T. *Sistemas digitales en radio y televisión*. Ed. Paraninfo. Madrid (1984).

RAVALICO, D. *Le recenti conquiste delle science fisiche.* Ed.Sonzogno. Milán (1920)

RAVALICO, D.E. *Come si costruicono i radio-ricetevitori*. Ed. Radio D.E. Ravalico. Trieste (1926).

RAVALICO, D.E. *La moderna supereterodina.* Ed. Hoepli. Milán (1943).

RAVALICO, D.E. *Schemario degli apparechi radio 1931-1940*. Ed. Ulrico Hoepli. Milán (1945).

SCHIPANI, G. *Le ampolle electtroniche*.Hoepli Ed. Milán (1931).

SEGRÉ, E. *Les physiciens classiques et leurs decouvertes*. Ed. Fayard. París (1984).

SEWALL, C.H. *Wireless Telegraphy : its origins, development and apparatus*. Ed. Crosby Lockwood. Londres (1903).

TABARRONI, DE BENEDETTI, MASINI. *Marconi : 100 anni dalla nascita*. Ed. E.R.I.. Turín (1974).

TUCCI, U. *La radio*. Ed. Bomporad. Florencia (1936).

VARY-COATES & FINN. *A retrospective Tecnology assesment*. Ed. S. Francisco Press (1979).

VYVYAN, R. *Wireless over Thirty years*. Ed. Routledge & Sons. Londres (1933).

Glosario.

Acumulador.- Aparato que almacena energía eléctrica en forma de energía química.

Acústica (tela). – Tejido de material poroso y poco absorbente que se coloca delante del altavoz de los receptores para permitir el paso del sonido, proteger el cono de cartón y embellecer el conjunto del receptor.

Aglomerada (resistencia). – Tipo de resistencia formada a base de carbón en polvo al que se añaden agentes compactantes que le confieren un elevado grado de dureza.

Aguja.- Denominación vulgar del indicador móvil de sintonía en el dial de un receptor. Puede desplazarse en distintas direcciones y admite formas diversas. Punta lectora de discos en el fonocaptor de un fonochasis.

Alimentación.- Energía eléctrica suministrada a un receptor de radio.

Altavoz.- Transductor que transforma señales eléctricas en ondas sonoras que pueden escucharse a corta distancia.

Alterna (corriente). – Corriente que cambia de polaridad un número determinado de veces cada segundo. Su tensión es fácilmente modificable con el empleo de transformadores.

AM.- Siglas de Amplitud Modulada.

Amplificador.- Dispositivo que transforma una señal débil en otra de mayor potencia, con el consumo de energía eléctrica.

Antena.- Sistema que permite captar las ondas electromagnéticas de las distintas estaciones de radiodifusión sonora e inyectarlas al receptor.

Antifadding.- Véase C.A.V..

Armadura.- Cada una de las láminas que forman un condensador.

Audiofrecuencia.- Véase B.F..

Auricular.- Ingenio que permite la transformación de la corriente eléctrica alterna en ondas sonoras. En su forma básica consiste en un imán permanente de dos polos sobre el que se arrollan dos boinas de hilo, frente al que se coloca una lámina metálica. El conjunto se encierra en una caja con una abertura a la que se aplica el oído.

Autodinámico.- Altavoz cuyo núcleo es un imán permanente.

Autoinducción.- Fenómeno de inducción electromagnética provocado en una bobina por la circulación a través de ella de corrientes eléctricas. La fuerza electromotriz inducida genera a su vez corrientes que se oponen a las variaciones de la corriente inductora. Se mide en henrios.

Autorradio.- Receptor de radiodifusión sonora adaptado para su colocación en un automóvil, y que se alimenta de la batería de éste.

Autotransformador.- Transformador con un único bobinado del cual surgen distintas derivaciones correspondientes a los distintos voltajes.

B.F..- Abreviatura de baja frecuencia. Relativa a las corrientes alternas que circulan por los circuitos destinados a la amplificación de la corriente de audio.

Banda (de frecuencias).- Límites máximo y mínimo con los que debe radiar una estación de radiodifusión. Al modular una señal portadora de alta frecuencia con otra de baja frecuencia, la onda modulada está en realidad compuesta por tres frecuencias distintas: una correspondiente al valor de la frecuencia fundamental (F), y otras dos bandas de frecuencias $F \pm f$, siendo f la frecuencia de la señal moduladora, denominadas *bandas laterales*.

Baquelita.- Material aislante formado por la condensación del formaldehído con el hidroxibenceno o fenol.

Batería.- Unión de dos o más pilas o acumuladores en serie, en paralelo, o en serie mixta.

Bobina.- Devanado de un hilo conductor, sencillo o múltiple, en forma de espiras separadas o aisladas entre si sobre un soporte. Su misión en un receptor es filtrar la corriente, y transferir energía magnética de un circuito a otro.

Botón (de mando).- Accesorio que se une al extremo de los diferentes dispositivos de control rotatorios de un receptor con el doble fin de aislar al usuario del chasis y facilitar su accionamiento.

Caldeo.- Calentamiento.

Capacidad (de pilas y baterías).- Carga total que pueden almacenar, expresada en amperios.hora.

Capacidad.- Relación entre la carga y el potencial de un conductor. Se mide en faradios.

Capilla (radio de). – Tipo de receptor montado en un mueble cuya sección frontal recta es corresponde a un arco de medio punto u ojival.

Cascada (asociación en).– Término general aplicado a los circuitos eléctricos conectados en serie.

Cátodo.- Electrodo de las válvulas termoiónicas conectado a potencial negativo, encargado de la emisión electrónica. También polo negativo de cualquier generador.

C.A.V.- Control automático de volumen. Circuito de los receptores que varía la ganancia con la que se reproducen las distintas estaciones con el fin de evitar cambios bruscos de volumen al sintonizar estaciones de potencias muy diferentes. También control automático de ganancia (C.A.G.) o de sensibilidad (C.A.S.)

Circuito.- Camino seguido por la corriente eléctrica a través de conductores y componentes eléctricos.

Clavija (de enchufe).– Dispositivo para la conexión del receptor a la red eléctrica que se coloca en el extremo del cable de alimentación. Consta de un soporte aislante sobre el que se fijan dos patillas metálicas a las que se unen los dos extremos del cable de red.

Climatizado (receptor).– Receptor cuyos componentes se han adaptado convenientemente para su funcionamiento en condiciones ambientales desfavorables de temperatura y humedad.

CNT.- Véase NTC.

Componente.- Cada uno de los elementos básicos que intervienen en el diseño y construcción de un receptor de radiodifusión sonora.

Condensador.- Dispositivo eléctrico consistente en dos láminas conductoras denominadas *armaduras* separadas por un aislante.

Conmutador.- Aparato mecánico para variar el circuito de la corriente. Consta de un dispositivo metálico móvil sobre una serie de contactos.

Continua (corriente). – Corriente eléctrica de polaridad constante.

Conversora (etapa).– Bloque de los receptores heterodinos encargado de la transformación de las frecuencias de las distintas estaciones de radio en una única frecuencia denominada *frecuencia intermedia.*

Cuadrante.- Véase Dial.

Chasis.- Esqueleto empleado en electrónica para la sujeción en él de todos los componentes que forman el circuito. En los aparatos transistorizados se sustituye por una placa serigrafiada.

Decamétricas (ondas).- Véase Ondas cortas.

Derivación (en).- Véase paralelo.

Desvanecimiento.- Véase *fadding*.

Dial.- Dispositivo graduado, de formas diversas, empleado en radio para la localización de estaciones. Superficie en la que se encuentran grabadas las referencias a las principales estaciones (nombre/frecuencia/longitud de onda)sobre la que se desplaza un indicador móvil (aguja) que indica la frecuencia a la que está sintonizado el receptor en cada momento.

Dieléctrico.- Material no conductor de la corriente eléctrica, dentro de unos determinados márgenes de diferencia de potencial.

Diodo.- Válvula de dos electrodos.

Disipación (potencia de).- Potencia irradiada en forma de calor por un elemento del circuito.

Distorsión.- Variación en las relaciones de intensidad de distintas frecuencias, respecto a sus valores en origen.

Electrodinámico.- Altavoz que genera el campo magnético en su núcleo por medio de la corriente.

Elevador.- Abreviatura de *elevador-reductor*. Dispositivo periférico que permite adaptar la tensión de red al valor necesario para el funcionamiento del receptor, aumentándola o disminuyéndola.

Eliminador.- Periférico que permitía la conexión de los receptores de baterías a la red de alumbrado.

Embellecedor.- Elemento decorativo de madera, metal o plástico que se coloca en el mueble del receptor con fines estéticos.

Emisora.- Véase estación.

Eneodo.- Válvula de nueve electrodos.

Estación (de radio)**.-** Conjunto de elementos necesarios para la puesta en antena de programas de radiodifusión sonora. Emisora de radio.

F.I..- Abreviatura de *frecuencia intermedia*.

Fadding.- Desvanecimiento. Disminución lenta y progresiva del volumen en la audición de un receptor de radio al sintonizar una estación distante, producida por la superposición de la onda directa y de la onda reflejada.

Faradio.- Unidad de medida de la capacidad eléctrica. Es la capacidad e un conductor que adquiere una carga de un culombio al aplicarle un potencial de un voltio. Se designa por F. Es una unidad muy grande, y por ello se emplean sus

submúltiplos, el microfaradio (10^{-6} F), el nanofaradio (10^{-9} F) y el picofaradio (10^{-12} F)

Ferroxcube.- Antena interior de los receptores de AM consistente en distintas bobinas arrolladas sobre un núcleo de ferrita orientable.

Fidelidad.- Mayor o menor pureza obtenida en la reproducción de un sonido registrado o emitido.

Filamento.- Electrodo responsable del calentamiento de los distintos elementos de una válvula termoiónicas. Consiste en un hilo metálico a base de Wolframio, que se calienta por el paso de la corriente eléctrica.

FM[561].- Abreviatura de *modulación de frecuencia*. También se aplica a la gama de ondas cortas, cuya longitud es del orden de 1 metro, destinadas a la radiodifusión sonora.

Fonochasis.- Periférico que se conecta al puerto de fono de un receptor y permite la lectura de registros sonoros realizados sobre discos de baquelita o de vinilo.

Frontal.- Parte delantera de la caja o mueble que contiene un receptor.

Galena.- Mineral a base de sulfuro de plomo utilizado como cristal semiconductor. Abreviatura de los receptores que la utilizan.

Hectométricas (ondas).- Véase ondas medias.

Heptodo.- Válvula de siete electrodos.

Hexodo.- Válvula de seis electrodos

Impedancia.- Oposición que presenta un componente al paso de las corrientes alternas.

Inducción.- Fenómeno de transmisión a distancia de la energía eléctrica o magnética, mediante campos magnéticos. Es por inducción como se transmiten las señales de radio del emisor al receptor y la energía del primario al secundario de os transformadores.

Inductancia.- Magnitud eléctrica cuyo valor depende del campo magnético que rodea a una corriente.

Ionosférica (estación). – Emisora de onda media basada en el funcionamiento de las ondas cortas. El poste emisor envía la señal hacia la ionosfera, y la propagación se

[561] También MF y U.

realiza por efecto paraguas. Funciona solamente en las horas nocturnas. RNE dispone de una estación de estas características, con una potencia de 600 kilovatios, que emite en la frecuencia de 1.359 kilohercios.

Joule (efecto). – Transformación de la energía eléctrica en calor. Debe su nombre a James Prescott Joule, Físico inglés nacido en Salford (1818-1889) quién en 1842 formuló las leyes que llevan su nombre.

Kilométricas (ondas).- Véase ondas largas.

Limbo.- Véase Dial.

Limitador.- Dispositivo periférico de los receptores a válvulas destinado a cortar el paso de la corriente de alimentación. Se intercala en serie entre la clavija y la toma de red.

Mágico (ojo).- Válvula termoiónica empleada en receptores de calidad como indicador visual de sintonía. También se denomina *ojo catodico*.

Métricas (ondas). Véase F.M..

Mica.- Mineral a base de silicatos de aluminio, potasio, hierro y magnesio, en forma de láminas aislantes, delgadas y elásticas. Se emplea como dieléctrico en la fabricación de condensadores fijos y variables.

Micrométrica (escala).– Tipo de dial graduado en milímetros con el fin de permitir la sintonía exacta de estaciones distantes.

Midgets.- Receptores de sobremesa de tamaño medio.

Modulación.- Modificación de la amplitud o de la frecuencia de una onda electromagnética a tenor de las variaciones de una señal de audio.

Multibanda.- Receptores de radiodifusión sonora en los que la gama de ondas cortas está separada en distintas sub bandas (13, 19, 25, 31, 41 y 49 metros generalmente), con el fin de simplificar la sintonía de las estaciones de onda corta.

NTC.- Abreviaturas de Negative Temperature Coeficient. Resistencias cuyo valor óhmico aumenta con su temperatura de funcionamiento.

OC[562]**.-** Abreviatura de *onda corta*. Se trata de ondas cuya longitud es del orden de 10^1 metros destinadas a la radiodifusión sonora.

Octodo.- Válvula de ocho electrodos.

[562] También SW y K.

Ohmio.- Unidad de media de la resistencia eléctrica de un conductor. Es la oposición que presenta un conductor, conectado a una diferencia de potencial de 1 voltio, a ser atravesado por una corriente continua de 1 amperio. Se representa por ? .

OL[563].- Abreviatura de *onda larga*. Son ondas cuya longitud es del orden de 10^3 metros destinadas a la radiodifusión sonora.

OM[564].- Abreviatura de *onda media*. Ondas cuya longitud es del orden de 10^2 metros destinadas a la radiodifusión sonora.

Padder.- Condensador variable con dieléctrico de mica, de unos 330 pF que se intercala en serie en los circuitos de onda media del receptor.

Parásitos.- Ruidos que interfieren la recepción y dificultan la audición de una estación de radio. Perturbaciones de origen electromagnético debidas a causas ajenas a la emisión.

Pentodo.- Válvula de cinco electrodos.

Periférico.- Dispositivo complementario que se conecta a los puertos de un receptor, o al que se conecta el receptor.

Pila.- Dispositivo que transforma la energía química en energía eléctrica.

Placa.- Electrodo positivo de las válvulas termoiónicas.

Potencia (eléctrica).- Producto de la intensidad por la fuerza electromotriz.

Potenciómetro.- Resistencia variable empleada en los receptores para la regulación de potenciales.

Primario.- Bobinado que recibe la potencia eléctrica y la transfiere por inducción.

Puerto.- Conectador que permite la unión del receptor a otros dispositivos exteriores, tales como fonochasis, altavoces supletorios o antenas

Pulsador.- Conmutador que permite efectuar la conmutación entre circuitos efectuando una presión en dirección perpendicular al plano en que se encuentra.

Radio.- Abreviatura de *receptor de radiodifusión sonora*. Se utilizan igualmente los

[563] También GO, LW y L.

[564] También MW, M y PO.

términos *aparato de radio* y *receptor*.

RDS.- Siglas de Radio Data System. Básicamente es un sistema de transmisión de informaciones varias a través de una onda subportadora modulada en frecuencia.

Reacción.- Fenómeno por el cual se incrementa el flujo magnético a en una bobina por acción de un segundo bobinado próximo.

Receptor.- Receptor de radiodifusión sonora. Aparato destinado a la transformación en sonido de las ondas electromagnéticas, moduladas en amplitud o en frecuencia, procedentes de estaciones de radiodifusión.

Rectificación.- Transformación de una corriente alterna en corriente continua.

Rectificador.- Dispositivo que permite la transformación de una corriente alterna en continua.

Rectificadora (válvula).- Válvula que permite el paso de los semiperiodos positivos de la corriente alterna.

Regeneración.- Véase realimentación.

Regleta.- Conjunto de conectadores metálicos dispuestos sobre un soporte aislante, sobre los cuales se realiza la soldadura de unión de distintos elementos de un circuito.

Rejilla.- Electrodo de control de las válvulas, en forma de espiral, situada en las proximidades del cátodo.

Resistencia.- Oposición que presenta un material al paso de la corriente. Se mide en Ohmios.

Resistividad.- Constante característica de un material que indica su resistencia por unidad de longitud y sección, a una temperatura rada.

Resonancia.- Punto de sintonía en el que coinciden la reactancia inductiva y la capacitiva a una frecuencia dada.

Resonante (circuito). – Circuito en el que se produce el fenómeno de resonancia.

RFS.- Abreviatura de radiofrecuencia sintonizada.

Secundario.- Bobinado de salida de un transformador o bobina, que recibe la energía transferida por el primario.

Selectividad.- Capacidad de un receptor de radio para separar dos emisoras cuyas frecuencias de emisión están muy próximas.

Semiconductor.- Elemento o material que permite el paso de la corriente eléctrica

preferentemente en una dirección.

Sensibilidad.- Capacidad de un receptor de radiodifusión sonora para sintonizar estaciones que se reciben con señales muy débiles.

Serie (montaje en).- Unión de resistencias, condensadores o bobinas de manera que la corriente que las atraviese circula por todas ellas con la misma intensidad.

Sintonía.- Adecuar los valores de los circuitos de un receptor a la recepción de una estación determinada

Sintonizador.- Sistema que permite transformar la información contenida en una onda de radio en una señal de baja frecuencia.

Superheterodino.- Circuito de radiorrecepción basado en una mezcla de frecuencias: la de la señal sintonizada en la antena y otra generada en un circuito oscilador independiente; éste dispone de un condensador variable en tándem con el de sintonía, en tal forma que la frecuencia obtenida de la mezcla de ambas, denominada *frecuencia heterodina* o *intermedia* es constante.

Tándem.- Sistema de montaje de dos o más condensadores variables de manera que existe un conjunto de placas móviles solidarias con un mismo eje que gira 180º

Teclado.- Tipo especial de conmutador que permite efectuar los cambios de onda, de tono o encendido/apagado pulsando una serie de teclas dispuestas de manera similar a las de un piano.

Tetrodo.- Válvula de cuatro electrodos: cátodo, rejilla de control, rejilla pantalla, y placa.

Tierra.- Negativo común del receptor. Cualquier conectador unido al potencial cero del suelo. También se denomina *masa*.

Transductor.- Dispositivo que transforma un tipo de energía en otro.

Transformador.- Conjunto de dos o más inductores acoplados sobre un núcleo de material ferromagnético, de manera que al hacer pasar una corriente alterna, intermitente o variable por un arrollamiento - denominado primario – en los demás - secundarios – se induce una corriente variable de distinto voltaje.

Transistor.- Sistema formado por un cristal semiconductor en el que se han practicado dos uniones P-N muy cercanas. También se aplica vulgarmente a los receptores de radiodifusión sonora transistorizados.

Trimmer.- Condensador cuya capacidad puede variarse cambiando la distancia entre sus placas por acción de un tornillo.

Triodo.- Válvula de tres electrodos: cátodo, rejilla de control y placa. También se

denomina *audión*.

Tropicalizado (receptor).- Véase climatizado.

Tropodino.- Circuito de conversión de frecuencia. Se basa en hacer oscilar una válvula a una frecuencia distinta a la de la señal de antena recibida.

Tubo electrónico.- Véase válvula.

Universal.- Término utilizado en referencia a los receptores que pueden funcionar con corriente de alumbrado alterna o continua.

Válvula.- Combinación de dos o más electrodos, encerrados en un tubo de alto vacío y caldeados por un filamento incandescente que se emplea para modificar las características de circulación de una corriente. También *tubo de vacío* y *lámpara*.

Vernier.- Escala auxiliar que llevan algunos receptores y aparatos de medida que permite leer fracciones de cada división de la escala principal.

Vibrador.- Dispositivo metálico destinado a producir una corriente alterna mediante la interrupción sucesiva o la inversión de una corriente continua, por medio de contactos alojados en una membrana vibrante.

Voltio.- Unidad de medida de la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico. Se representa por V.

Wolframio.-. Denominación actual del antiguo *tungsteno* empleado en la fabricación de filamentos para válvulas.

Zócalo.- Soporte con cierto número de contactos que reciben por enchufe las patillas de conexión de una válvula o lámpara, para su conexión al circuito correspondiente.

Relación de ilustraciones.

Fig. 1. Receptor Emerson modelo 38..... 34

Fig. 2. Emerson 38. Vista frontal del receptor sin mueble..... 35

Fig. 3. Emerson 38. Vista posterior del receptor sin mueble..... 36

Fig. 4. Vistas superior del receptor y posterior del mueble. 37

Fig. 5. Receptor mixto pilas/red Vanguard Atlas..... 38

Fig. 6. Publicidad de receptores Anglo, alimentados por pilas, baterías o red..... 39

Fig. 7. Imágenes publicitarias de distintos aspectos de la industria radiofónica española. .. 49

Fig. 8. Receptor Atwater Kent modelo 10B. Año 1924..... 73

Fig. 9 Receptor Seibt EJ 472 cerrado y abierto. Año 1928 74

Fig. 10 Receptor Gründig 4075 con chasis niquelado. 75

Fig. 11. Conector de red del receptor Philips Receptodo..... 81

Fig. 12. Clavija de los receptores Telefunken y detalle posterior. 83

Fig. 13. Potenciómetro de carbón con interruptor..... 86

Fig. 14. Publicidad de potenciómetros Variohm. 88

Fig. 15. Potenciómetro con doble interruptor y toma para control fisiológico de volumen.... 89

Fig. 16. Publicidad de potenciómetros Phier. Año 1955. 90

Fig. 17. Receptor Lavis Compañero..... 92

Fig. 18. Publicidad de receptores Virer. 95

Fig. 19. Receptor a válvulas Stewart Wagner, con caja de plástico..... 96

Fig. 20. Receptor Saba Freundenstad. Año1968. 96

Fig. 21. Transistores de bolsillo Zenith..... 97

Fig. 22. Receptor Federal, modelo 59..... 99

Fig. 23. Receptor Telefunken modelo Concertina. 101

Fig. 24. Receptor Askar 612 U.....102

Fig. 25 Receptores Telefunken Capricho y Capricho FM. 103

Fig. 26. Dial del receptor Tungsram modelo Gloria. Año 1955. 105

Fig. 27. Lámparas dial y zócalos soporte. 106

Fig. 28.Publicidad de portadiales Daher. 107

Fig. 29. Autoescala Telefunken. 111

Fig. 30. Detalle del dial del receptor RCA modelo R-143. 113

Fig. 31. Receptor Tungsram Iris, con dial múltiple semicircular. 115

Fig. 32. Receptor Marconi M 41.....116

Fig. 33. Receptor Philips con dial superior abatible. 118

Fig. 34. Receptores con sintonía directa por pulsador. Año 1946. 124

Fig. 35. Disposición típica de un receptor con sintonía directa por pulsador. 126

Fig. 36. Dial de un receptor RDS. 133

Fig. 37. Receptor Radiola VII-B. Año 1924. 136

Fig. 38. Receptor con altavoz de bocina independiente. 141

Fig. 39. Altavoz independiente Peerless de 1927, montado en caja de capilla. Vistas frontal, posterior e interior. 142

Fig. 40. Altavoces de lengüeta. 143

Fig. 41. Receptor Philips con altavoz tipo sombrero chino, de lengüeta independiente, antena de cuadro y filtro selector de antena. 144

Fig. 42. Receptores de válvulas a la vista, marca Atwater Kent, modelos 10B y 12 del año 1924. 145

Fig. 43. Receptor Radiofrequenz GmbH con mueble de pupitre. Año 1926. 145

Fig. 44. Receptor Telefunken 230 146

Fig. 45. Receptor Lumophon W 30. 146

Fig. 46 Receptores de galena.....150

Fig. 47. Receptor Loewe monovalvular, con altavoz independiente. 151

Fig. 48. Receptor con chasis múltiple niquelado, sin mueble. Sección sintonizadora.....152

Fig. 49. Receptor con chasis múltiple. Sección amplificadora. 152

Fig. 50. Receptor de consola RCA modelo 141 E. 155

Fig. 51. Publicidad de la radiogramola Telefunken Wagner.....157

Fig. 52. Radiogramola Philco, con cambiadiscos automático, montada en mueble de consola de frontal abatible.....158

Fig. 53. Radiogramola RCA.....159

Fig. 54. Radio gramola-televisor Loewe estéreo del año 1959. 160

Fig. 55. Receptor de sobremesa de tamaño grande Vica 700. 162

Fig. 56. Receptor Invicta 240.....163

Fig. 57. Receptores de alimentación indistinta de tamaño medio, marcas Iberia y Philips. 164

Fig. 58. Receptor Emerson con la figura del ratón Mickey.....166

Fig. 59. Receptor Stewart Wagner, de frontal cuadrado, con altavoz superior. 167

Fig. 60. Receptor Popular Italiano.....168

Fig. 61. Receptor Schaub D.K.E. del año 1938.....169

Fig. 62. Receptor RCA 104. Vistas frontal y posterior. 171

Fig. 63. Receptor Saba WE 301. 172

Fig. 64. Receptores Westinghouse H 124 “nevera”. 176

Fig. 65. Receptor Radiola IV con altavoz incorporado. Año 1923. 177

Fig. 66. Publicidad de los receptores Kennedy serie americana, del año 1934.....179

Fig. 67. Receptor Philips BE 382-A, con dial circular.....182

Fig. 68. Receptor Philips BE 662-A con dial rectangular horizontal. 182

Fig. 69. Receptor hecho a mano, con dial cuadrado. 183

Fig. 70. Receptores Philips con dial fijo y aguja móvil, y con dial móvil y aguja fija. 184

Fig. 71. Receptores Philips con dial superior. 185

Fig. 72. Otras disposiciones del dial horizontal.....186

Fig. 73. Receptores con distintas ubicaciones del dial.....187

Fig. 74. Receptor Inter Horizonte Coral.....188

Fig. 75. Receptor Telefunken Cruz del sur.....189

Fig. 76. Receptor Jumper con dial en corona circular rotativo. 190

Fig. 77. Receptores con dial de forma irregular.....191

Fig. 78. Distintas disposiciones de los botones de mando.....193

Fig. 79. Receptores Philips con altavoz centrado en el frontal.....195

Fig. 80. Radiogramola Philips de sobremesa, con dos altavoces laterales. 196

Fig. 81. Receptores Philips modelo Philetta y Askar 711 U. 198

Fig. 82. Receptores Telefunken de sobremesa, de tamaño grande y medio.....199

Fig. 83. Receptores Telefunken de tamaño pequeño y miniatura. 200

Fig. 84. Receptores Iberia y Askar, de tamaño medio con frontal desmontable (I) fabricados en España.....202

Fig. 85. Receptores de tamaño medio con caja de baquelita y frontal desmontable fabricados en España.....202

Fig. 86. Receptores miniatura.....203

Fig. 87. Receptor Cradial Pulgarcito Super II. 204

Fig. 88. Publicidad de receptores miniatura Marest.....205

Fig. 89. Publicidad de Acústica Industrial y receptor montado en el mueble A 33.....206

Fig. 90. Receptor RCA K-43.....207

Fig. 91. Receptor Atwater Kent 165. 208

Fig. 92. Vista frontal y posterior del receptor Hanson 610. 210

Fig. 93. Receptor Philips Pentodino.....211

Fig. 94. Receptor Philips Receptodo.....212

Fig. 95. Receptor Zenith Walton. 213

Fig. 96. Radio de capilla Philips 834 AS. 215

Fig. 97. Receptor de capilla Philips 830 A “coda di pavone”.....216

Fig. 98. Receptor con frontal circular. 218

Fig. 99. Receptor RCA 143. 221

Fig. 100. Receptores Telefunken 340 WL y 340 GL.....223

Fig. 101. Receptor Telefunken modelo Cariño. 224

Fig. 102. Diseños publicitarios de Coca Cola. 225

Fig. 103. Diseños para la firma Pepsi Cola. 226

Fig. 104. Radio despertador a válvulas. Año 1966. 227

Fig. 105. Resistencia aglomerada de los receptores de los años 30 y 40.....236

Fig. 106. Resistencia NTC empleada para la protección de los filamentos. 237

Fig. 107. Publicidad de resistencias Bianchi. Año 1957.....242

Fig. 108. Resistencia variable.....243

Fig. 109. Publicidad de condensadores Bianchi y Phier. 248

Fig. 110. Publicidad de los condensadores Sans. 249

Fig. 111. Publicidad de condensadores Fribourg. 250

Fig. 112. Condensador electrolítico. 251

Fig. 113. Publicidad de condensadores electrolíticos Bianchi.....252

Fig. 114. Condensadores de filtro electrolíticos.....254

Fig. 115.Condensador electrolítico con rosca. 255

Fig. 116. Condensador variable tipo trimmer.....256

Fig. 117. Publicidad de bobinas RAES del año 1955. 275

Fig. 118. Transformadores de alimentación. Vistas superior e inferior.....277

Fig. 119. Juego de transformadores de frecuencia intermedia, bobina de antena y bobina osciladora de un superheterodino típico de los años 50. 279

Fig. 120. Publicidad de bobinas y otros componentes para radio del año 1944. 281

Fig. 121. Publicidad de materiales ferromagnéticos para radio.....300

Fig. 122. Publicidad de altavoces Radiola y Roselson. Año 1954.....312

Fig. 123. Publicidad del altavoz Nora L 22. Año 1933. 313

Fig. 124. Publicidad de altavoces Lorelli y Melodial (1957).....313

Fig. 125. Altavoces Roselson Difusicone (DFC) y Melodial elíptico. 315

Fig. 126. Publicidad de baterías Tudor del año 1952. 330

Fig. 127. Publicidad de pilas secas Pertrix. Año 1933. 331

Fig. 128. Publicidad de baterías Nora. 333

Fig. 129. Válvula con zócalo octal y funda. 358

Fig. 130. Válvulas rimlock para corriente alterna.....360

Fig. 131. Publicidad de la válvula de salida EL 84.....362

Fig. 132. Publicidad Miniwatt. 1956. 363

Fig. 133. Publicidad de las válvulas Miniwatt Serie E. 364

Fig. 134. Publicidad de válvulas miniatura Marconi. 366

Fig. 135. Válvulas de la serie H fabricadas por Telefunken. 367

Fig. 136. Receptor de galena de brazo articulado. 440

Fig. 137. Disposición práctica de un receptor con diodo de germanio. 444

Fig. 138. Esquemas básicos del receptor retroalimentado, con válvula triodo. 452

Fig. 139. Componentes utilizados en el montaje del receptor experimental a reacción. 459

Fig. 140. Receptor experimental a reacción. 459

Fig. 141. Receptor de radiofrecuencia sintonizada. 464

Fig. 142. Esquema básico del superheterodino de cinco válvulas múltiples. 490

Fig. 143. Componentes utilizados en el montaje del superheterodino experimental. 526

Fig. 144. Kits para montaje de receptores transistorizados. 534

Fig. 145. Transistores Inter Slim, y Vanguard Mini y Microsamos. 535

Fig. 146. Receptores Philips a válvulas (izquierda) y transistorizado. 536

Fig. 147 Receptores a válvulas y transistorizado Gründig. 537

Fig. 148. Gama de receptores de sobremesa Inter gama Niza. 540

Fig. 149. Receptores de sobremesa de tamaño grande Inter gama Euromódul (I). 541

Fig. 150. Receptores de sobremesa Inter, gama Euromódul (II). 542

Fig. 151. Receptores Vanguard Samos, Super Samos y Polaris. 545

Fig. 152. Publicidad de transistores De Wald. 546

Fig. 153. Sony TR-610 y Sharp gama 62 R. 549

Fig. 154. Gama Minisamos de Vanguard. 549

Fig. 155. Transistor Sanyo 6 C 17. 550

Fig. 156. Gründig Satellit 208. 552

Fig. 157. Gründig City Boy. 553

Fig. 158. Receptor Gründig Satellit 300. 557

Fig. 159. Publicidad de eliminadores Philips. 584

Fig. 160. Publicidad de una antena interior amplificada. 603

Fig. 161. Disposición de una antena amplificada sobre el receptor. 603

Fig. 162. Elevadores reductores de pared Alcer y Sevein. 611

Fig. 163. Elevadores de baquelita y plástico para receptores de baja potencia. 613

Fig. 164. Publicidad de elevadores-reductores Aran y Cetra 614

Fig. 165. Publicidad de pick ups Nora. Año 1930. 620

Fig. 166. Publicidad de fonochasis Saime y Minivatt. 623

Fig. 167. Fonochasis miniatura y muebles para radiogramola Melodial. 624

Fig. 168. Fonochasis automático RCA para discos microsurco de 17 cm. 625

Fig. 169. Publicidad del fremodino. 630

Fig. 170. Preselector Nora. 632

Fig. 171. Preselector Philips. 633

Fig. 172. Kit de altavoz almohada Hushatone BA 303. 634

Fig. 173. Reductor 220/125 voltios. 636

Fig. 174. Portada de la revista Electrotecnia Popular. Noviembre 1963. 643

Fig. 175. Radiocassette Lavis. 659

Fig. 176. Publicidad de vibradores para autorradio. 664

Fig. 177. Publicidad de autorradios Kennedy del año 1934. 666

Fig. 178. Autorradios Skreibson del año 1963. 671

Fig. 179. D. Manuel Pellicer en su lugar de trabajo. 701

Fig. 180. Receptor Tungsram Gloria. 701

Relación de tablas..

Tabla 1. Receptores Crosley del año 1933. 32

Tabla 2. Receptores Telefunken del año 1953. 32

Tabla 3. Selección de los principales fabricantes españoles de aparatos de radio y/o accesorios entre 1940 y 1950. 41

Tabla 4. Marcas de receptores fabricados o distribuidos en España. 46

Tabla 5. Ventas mundiales de receptores en los primeros años de expansión de la radiodifusión sonora 50

Tabla 6. Receptores con dial múltiple. 116

Tabla 7. Receptores con tapa superior abatible 148

Tabla 8. Receptores con tapa superior abatible fabricados por Philips. 149

Tabla 9. Receptores con frontal cuadrado. 170

Tabla 10. Receptores con frontal rectangular y predominio de la verticalidad. 174

Tabla 11. Receptores de la serie americana.....180

Tabla 12. Receptores con frontal circular. 219

Tabla 13. Receptores con sección frontal en planta de basílica. 222

Tabla 14. Características específicas de algunos materiales utilizados en la confección de resistencias para radio.....233

Tabla 15. Código de colores para resistencias y condensadores. 239

Tabla 16. Valores de permeabilidad relativa de algunos materiales empleados en el diseño de condensadores para radio. 245

Tabla 17. Valores de rigidez dieléctrica de sustancias empleadas como dieléctrico. 247

Tabla 18. Aumento del diámetro del hilo conductor en función del aislante empleado y del diámetro del hilo. 264

Tabla 19. Bobinas de fondo de cesta. 284

Tabla 20. Bobinas cilíndricas.....285

Tabla 21. Bobinas empleadas en los receptores con realimentación. 287

Tabla 22. Bobinas utilizadas en los receptores de radiofrecuencia sintonizada. 289

Tabla 23. Bobinas de sintonía utilizadas en los receptores con cambio de frecuencia o superheterodinos 291

Tabla 24. Bobinas de sintonía utilizadas en los receptores con cambio de frecuencia o superheterodinos 292

Tabla 25. Bobinas osciladoras empleadas en los receptores con cambio de frecuencia o superheterodinos. 293

Tabla 26. Bobinas osciladoras empleadas en los receptores con cambio de frecuencia o superheterodinos. 294

Tabla 27. Marcas y modelos de altavoces de lengüeta fabricados hasta 1930. 308

Tabla 28. Series de válvulas en función del tipo de zócalo utilizado. 355

Tabla 29. Denominación alfanumérica de las válvulas europeas. 356

Tabla 30. Válvulas de la serie Rimlock más utilizadas. 361

Tabla 31. Series de válvulas miniatura. 365

Tabla 32. Estaciones sintonizadas con receptores de galena desde Madrid. 447

Tabla 33. Estaciones sintonizadas con receptores de galena desde Murcia. 448

Tabla 34. Estaciones sintonizadas con receptores de galena desde Tortosa. 448

Tabla 35. Estaciones sintonizadas con receptores de RFS desde Madrid. 478

Tabla 36. Estaciones sintonizadas con receptores de RFS desde Murcia.....479

Tabla 37. Frecuencias generadas por el oscilador local de un superheterodino al sintonizar las emisoras de Onda Media de Madrid.....499

Tabla 38. Relación entre los cambios de frecuencia y las capacidades de los circuitos de sintonía y oscilación en un receptor superheterodino Telefunken Fono 967. 501

Tabla 39. Válvulas conversoras utilizadas en receptores superheterodinos. 513

Tabla 40. Juegos de válvulas utilizadas en receptores superheterodinos 516

Tabla 41. Estaciones sintonizadas con el receptor superheterodino experimental desde Madrid sudoeste. 527

Tabla 42. Estaciones sintonizadas con el receptor superheterodino experimental desde Murcia centro. 528

Tabla 43. Estaciones sintonizadas con el receptor superheterodino experimental desde Tortosa (Tarragona). 529

Tabla 44. Receptores transistorizados de sobremesa fabricados en España. 538

Tabla 45. Receptores transistorizados de tamaño medio comercializados en España. 543

Tabla 46. Receptores transistorizados de bolsillo comercializados en España.....548

Tabla 47. Receptores con circuitos integrados. 558

Tabla 48. Valores límite de los ruidos.....570

Tabla 49. Valores de frecuencia de sintonía y de las señales de entrada y salida.....572

Tabla 50. Marcas de elevadores-reductores distribuidos en España.....614

Tabla 51. Materiales del kit de montaje de un superheterodino de cinco válvulas. 653

Tabla 52. Válvulas utilizadas en los primeros autorradios Philips.....669

Tabla 53. Autorradios de distribución nacional. 676

Tabla 54. Características de las redes DAB. 712

Tabla 55. Conversión decimal/binario de 0 a 11. 716