

# RADIO CIENCIA

POR

AGUSTIN RIU

RADIO INGENIERO (E. S. E. — PARÍS)  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA (E. S. M. E. — PARÍS)  
MIEMBRO DEL INSTITUTO DE RADIO INGENIEROS DE LOS ESTADOS  
UNIDOS  
DIPLOMADO DE LA S. E. I. (BUENOS AIRES)



2ª EDICIÓN

LIBRERÍA SÍNTES

4 - RONDA UNIVERSIDAD - 4

BARCELONA

1933

Es propiedad del autor : Queda  
hecho el depósito que marca la ley.  
Todos los derechos reservados  
para todos los idiomas y naciones.

Copyright by Agustín Riu, 1932

## CONVERSANDO CON EL LECTOR

**E**STABA ansioso de comunicarme nuevamente con mis lectores habituales y público en general, después de dos años de ausencia de España.

*En Octubre de 1929 ingresé en la Escuela Especial de Mecánica y Electricidad, en París, donde hice los estudios del curso 1929 – 1930, obteniendo, como sanción de los mismos el título de Ingeniero Mecánico Electricista.*

*Estos estudios tenían como objeto fundamental, primero completar mi cultura científica y en segundo lugar, poder rendir con éxito los exámenes y distintas pruebas prácticas a que someten al candidato en el concurso para el ingreso en la Escuela Superior de Electricidad, de París. La dificultad para ingresar en esta Escuela es proverbial en Francia. En mi convocatoria, de más de 300 candidatos (entre los cuales había más de 250 ingenieros) sólo fuimos admitidos unos sesenta....*

*En el curso 1930 – 1931 que he seguido en la Escuela Superior de Electricidad, de la cual he salido con el título de Radio Ingeniero, (el primer español que obtiene este título habiendo ingresado por la vía del Concurso) he tenido la envidiable suerte de tener por profesores a sabios mundialmente conocidos, como Mme Curie, M. M. Janet, Mesny, Langevin, Berthenod, Chireix, Latour, Jouast Vieillard, Guttan, etc., etc., secundados por una verdadera pléyade de jóvenes investigadores de gran talento entre los que mencionaré: Rouland, David, Decaux, etc., etc., la mayoría de la Radiotelegrafía Militar Francesa, cuyo conjunto sagazmente amalgamado por la noble e inteligente personalidad del ilustre*

*General Ferrié, constituye uno de los más admirables esfuerzos de la Francia para difundir la cultura entre las Naciones.*

*Como resultado de los estudios que he hecho me propongo publicar una serie de obras científicas escritas en estilo sencillo, fáciles de comprender y de utilidad práctica, de manera que por una cantidad muy módica sea posible a mis lectores, no sólo documentarse sobre los más grandes problemas científicos que actualmente impulsan a las Naciones más progresivas, sino también ilustrarse sobre una serie de conocimientos que son indispensables a toda persona que quiera seguir el ritmo de la vida contemporánea.*

*Termino dando mil gracias a los innumerables lectores, y amigos de la Península y de todo el Continente Americano, que me han escrito durante estos dos años pidiéndome la publicación de nuevas obras.*

AGUSTÍN RIU

# PRIMERA PARTE

## Introducción

**L**os maravillosos inventos que se han hecho durante estos últimos quince años, cuyo conjunto constituye la Radio Ciencia, son aplicaciones de la válvula de tres electrodos.

Es gracias a haber interpuesto una rejilla entre el filamento y la placa, para controlar el flujo de electrones que emana del filamento, que ha sido posible poder realizar prácticamente estos inventos. Algunos de ellos ya se habían solucionado teóricamente, desde hace muchos años, pero no podían materializarse debido a que faltaba un relay sin inercia que fuese capaz de amplificar las diminutas potencias que intervienen en los fenómenos acústicos.

Este relay es la válvula electrónica y debido a que pueden obtenerse una serie de amplificaciones sucesivas, no hay límite alguno para la amplificación, de forma que los sonidos más débiles pueden ahora amplificarse millones de veces.

La base de los grandes inventos es la aplicación de unos cuantos aparatos, que describiremos a continuación. Son muy sencillos y muy pequeños: todos caben en la palma de una mano, y sin embargo, su industria y explotación hacen intervenir capitales fabulosos, de millones y millones de dollars.

Gracias a estas creaciones del genio humano, diminutas en tamaño, pero inmensas en poder, ha sido posible a la sociedad contemporánea distanciarse tanto de la del siglo pasado.

## CAPÍTULO PRIMERO

### La válvula electrónica

Todos los aficionados a la radio ya conocen la válvula de tres electrodos, de forma que la describiremos rápidamente.

Un filamento, constituido por óxidos que producen una gran emisión electrónica con una temperatura de sólo algunos centenares de grados, tiene por misión producir electrones libres, los cuales, al ser absorbidos por un potencial más elevado (placa o ánodo) constituyen un flujo electrónico que se cifra por algunos miliamperios en las válvulas pequeñas.

El filamento se denomina cátodo y la placa ánodo.

Si entre el paso filamento placa intercalamos un cuerpo metálico construido de tal forma que no obstruya el paso de los

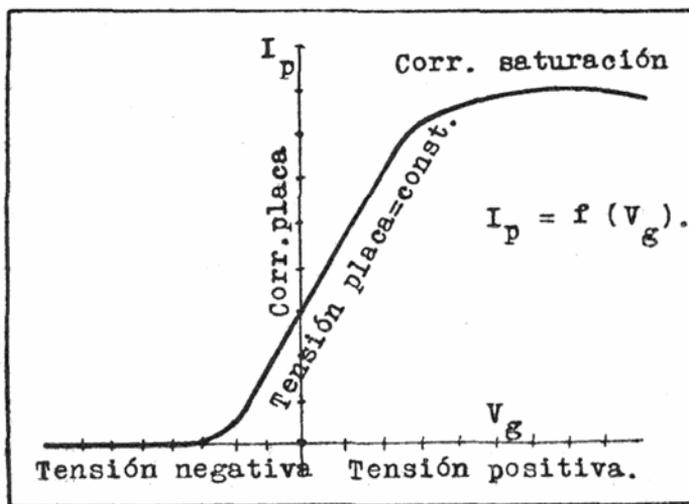


Fig. 1.— Curva que se obtiene si, manteniendo constante la tensión de la batería de placa, se hace variar en más y en menos la tensión de la batería de la rejilla.

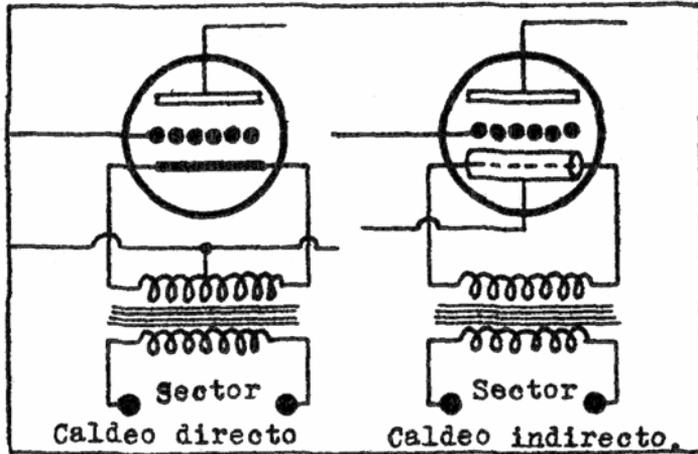


Fig. 2.—Los filamentos de las válvulas pueden calentarse mediante la corriente alterna. El caldeo puede ser directo o bien indirecto, en cuyo caso se obtienen resultados mucho mejores.

los electrones en el trayecto del filamento hasta la placa (cilindros con taladros, alambre en forma de espiral, rejilla, etc.), habremos constituido el tercer electrodo de la válvula cuyo objeto es controlar el paso de los electodos y por lo tanto la potencia eléctrica del circuito de la placa. Manteniendo constante la tensión de la placa y con el filamento encendido a su temperatura normal, si hacemos variar la tensión de la rejilla entre límites bastante amplios y anotamos las intensidades respectivas del circuito de la placa, obtendremos la curva de la Fig. 1 denominada Característica de Placa. Se observa un límite superior, llamado corriente de saturación de la válvula, y un límite inferior, de corriente nula, en cuyo punto en el campo negativo de la rejilla contrarresta el campo positivo de la placa y por consiguiente los electrones no se alejan del filamento.

Las válvulas modernas se diferencian del esquema que acabamos de indicar en que los filamentos se construyen o bien de metales de gran capacidad calorífica, pudiéndose así caldear con la corriente alterna a una tensión de unos cuantos

voltios (obtenida del sector de la luz mediante un transformador rebajador de la tensión) o también constituyendo una verdadera pequeña estufa eléctrica en miniatura, que, por radiación, calienta el filamento propiamente dicho. El primer tipo constituye las válvulas llamadas de caldeo directo y el segundo de caldeo indirecto, cuyos principios se muestran esquemáticamente en la Fig. 2.

En la válvula de tres electrodos se produce un fenómeno conocido con el nombre de cátodo virtual. Consiste en que entre el filamento y la rejilla se forma una nebulosa de electrones que dificulta el funcionamiento de la válvula, mejor dicho, para vencer la resistencia adicional del espacio filamento – placa, ocasionada por esta aglomeración electrónica, es necesario aumentar la tensión de la placa o bien interponer entre la rejilla y el filamento un cuerpo metálico que, dejando pasar los electrones, absorba la nebulosidad electrónica.

Esto se consigue con una rejilla auxiliar interpuesta entre el filamento y la rejilla ya existente. La rejilla auxiliar es llevada a un potencial positivo comprendido entre unos 4 a 8 voltios, con respecto del filamento.

Entonces, puesto que la resistencia del espacio filamento–placa ha disminuido, se obtiene la misma intensidad de la corriente del circuito de placa con una tensión que puede ser la quinta y hasta la décima parte de la que era necesaria antes de introducir esta rejilla auxiliar. Esta es la causa de existir la válvula de doble rejilla (Fig. 3).

La válvula de dos rejillas es conocida desde hace muchos años, no habiendo sido muy utilizada por los aficionados, a pesar de sus evidentes ventajas, debido a que no producía la uniformidad de resultados de la válvula de tres electrodos. Fué en 1927 que Hull, físico de un gran Laboratorio de los Estados Unidos, investigando la solución del problema de producir con pocas válvulas el mismo efecto que con muchas, es decir obtener un gran factor de amplificación, tuvo la genial idea de tomar la abandonada válvula de doble rejilla como punto de partida de sus experiencias; intercaló un

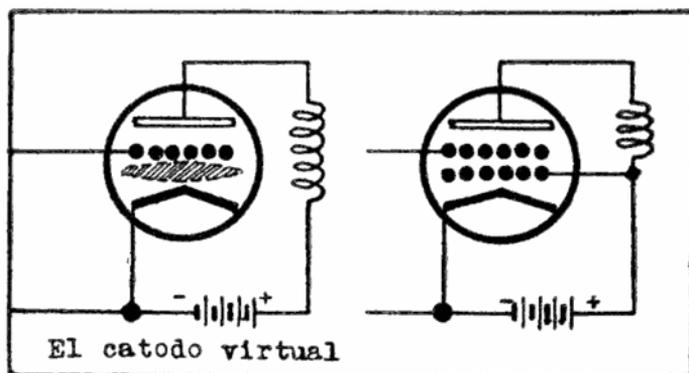


Fig. 3.—La nebulosa electrónica que se sitúa entre el filamento y la rejilla aumenta la resistencia del espacio filamento — placa; esta aglomeración de electrones puede ser absorbida por un electrodo auxiliar, funcionando entonces la válvula con una tensión de placa muy reducida.

ecrán entre la rejilla y la placa, para evitar las emisiones secundarias de la placa a la vez que evitaba, o al menos disminuía a un valor casi nulo, los efectos de la capacidad entre la placa y la rejilla, constituyendo así el principio ideal del neutrodino, realizado en el interior de la válvula misma (Figura 4).

Estas válvulas conocidas actualmente con el nombre de rejilla — ecrán, se construyen para ser alimentado su filamento con la corriente del sector y han permitido solucionar, en una forma sencilla, los problemas de la radiotecnica moderna.

Antes de terminar deseo hacer comprender el hecho fundamental de la válvula electrónica. En primer lugar, siendo los electrones cargas negativas de electricidad, cuando la rejilla sea negativa con respecto del filamento los electrones sufrirán una repulsión hacia este electrodo y en cambio, cuando se cargue positivamente la rejilla, los electrones serán atraídos hacia la placa. Si aplicamos una variación de potencial a la rejilla, que siga una ley senoidal, por ejemplo, la variación de la corriente media del circuito de placa, seguirá una varia-

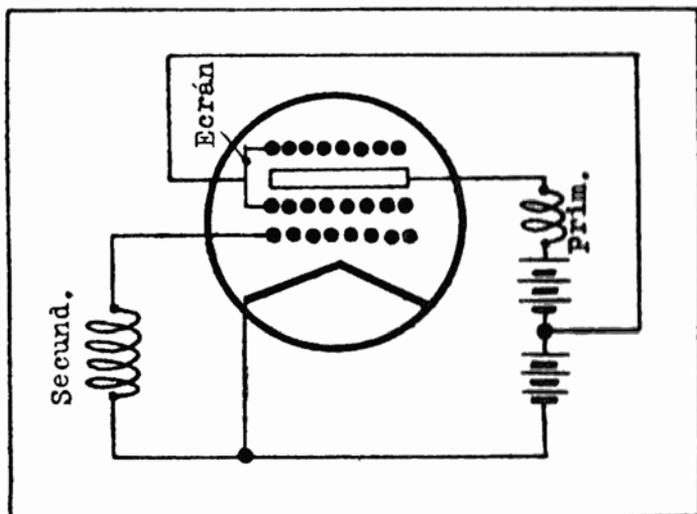


Fig. 4.—La válvula ecrán, derivada de la válvula de doble rejilla, permite obtener un coeficiente de amplificación unas diez veces mayor que el de las válvulas de tres electrodos.

ción semejante (Fig. 5) si las variaciones se mantienen en la porción recta de la curva característica de placa, de lo contrario habrá distorsión o reproducción infiel. En vez de una variación senoidal puede aplicarse a la rejilla una variación de potencia tan complicada como se quiera (procedente de la voz o música, mediante un micrófono, de una célula fotoeléctrica en un emisor de televisión o de fotografías, etc.), y siempre la corriente de placa seguirá fielmente estas variaciones.

El otro hecho fundamental es que la relación entre la potencia consumida en el circuito de rejilla, necesaria para producir las variaciones de potencia en el circuito de la placa, es muy pequeña y que la relación entre una y otra es en muchos casos del orden de un millón. Un ejemplo aproximado hará comprenderlo. Supongamos que la resistencia filamento – rejilla es del orden de un mega – ohmio y que la tensión eficaz

aplicada es de un voltio; la intensidad eficaz será de un millonésimo de amperio y la energía consumida será de un *microvatio* o *millonésimo* de vatio. Tomando valores de una válvula usual, si esta variación de tensión aplicada a la rejilla ocasiona una variación de intensidad de 10 miliamperios en la corriente del circuito de placa, suponiendo aplicada una tensión de 100 voltios, o sea una variación de potencia de un vatio, ya vemos que la variación de potencia en el circuito de placa es un millón de veces más grande que en el circuito de la rejilla. Bien entendido, la rejilla actúa sólo como una válvula de paso, permitiendo que los electrones que emanan del filamento sean absorbidos por la placa, regulando este flujo electrónico con tantas variaciones como se quieran y por complicadas que éstas sean, pero tén-gase bien presente que la energía de la placa es suministrada por la batería de este circuito.

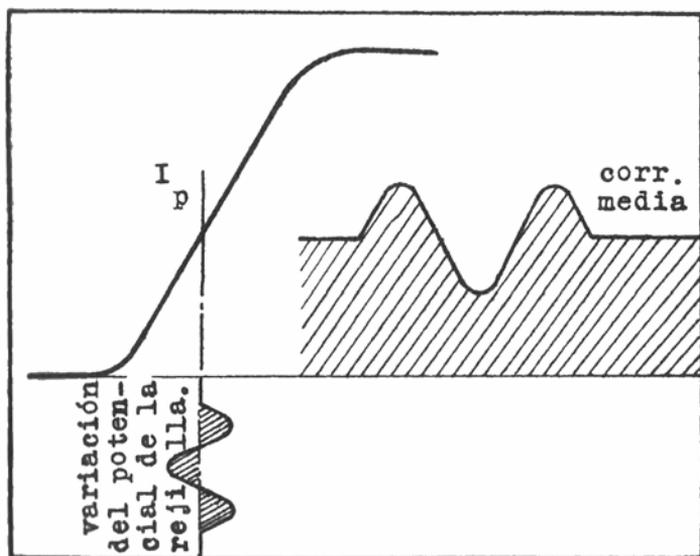


Fig. 5.— Demostración gráfica de cómo las variaciones de potencial de la rejilla hacen variar la corriente del circuito de placa.

Por consiguiente, la válvula es un amplificador y si a esto añadimos que la masa del electrón es extremadamente pequeña, prácticamente sin inercia alguna, vemos bien claramente que la válvula electrónica es un relay amplificador que puede funcionar con las más rapidísimas variaciones de corriente.

## CAPÍTULO II

### **La célula fotoeléctrica**

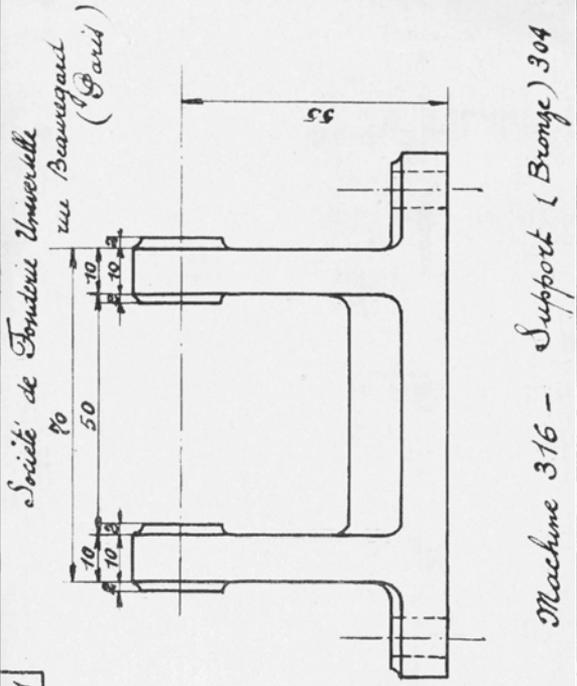
Los metales alcalinos, entre ellos el potasio, tienen la propiedad de emitir cargas eléctricas cuando se ilumina su superficie, es decir que por la acción de la luz se obtiene el mismo efecto que al calentarse el filamento de la válvula electrónica.

Basándose en esta propiedad se han construido células fotoeléctricas que se utilizan para transformar las variaciones de intensidad lumínica en intensidad eléctrica.

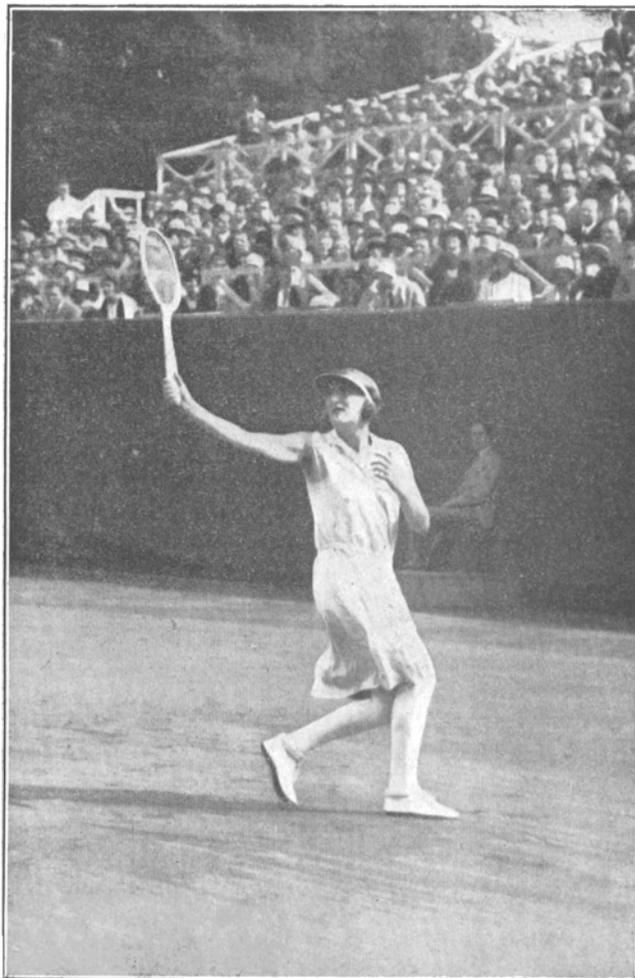
Debido a que los metales alcalinos se oxidan muy fácilmente, es necesario colocarlos en el vacío o bien en una atmósfera de gases inertes a muy débil presión. Por este motivo las células fotoeléctricas se construyen en una forma muy semejante a las lámparas eléctricas, es decir, una esfera de cristal, que se recubre interiormente de un depósito de potasio con una pequeña abertura circular para que la luz pueda penetrar en la célula (Fig. 6).

La luz, al chocar con la materia sensible, excita el movimiento de los electrones, esto es, parte de la energía que posee el rayo luminoso se comunica a los electrones aumentando su energía cinética y por consiguiente, dándoles la posibilidad de que puedan abandonar la superficie del cuerpo al cual están confinados. Es natural que si no hay un cuerpo que desde el exterior las atraiga y absorba, estas cargas eléctricas volverían a la superficie de donde fueron proyectadas en una forma semejante a la de la piedra que se lanza hacia el espacio y que vuelve a caer sobre la superficie de la tierra. Este

6228 11 10/31



Con la emisión de fotografías se pueden actualmente transmitir, en pocos minutos, planos de máquinas, impresiones digitales, etc. Este plano recibido con el sistema Belin, da una idea del magnífico detalle que se obtiene.



El sistema Belin tiene equipos completos para transmitir imágenes desde los campos deportivos. Esta fotografía, recibida con este procedimiento, da una idea del poderoso recurso que es la telefotografía para los grandes periódicos



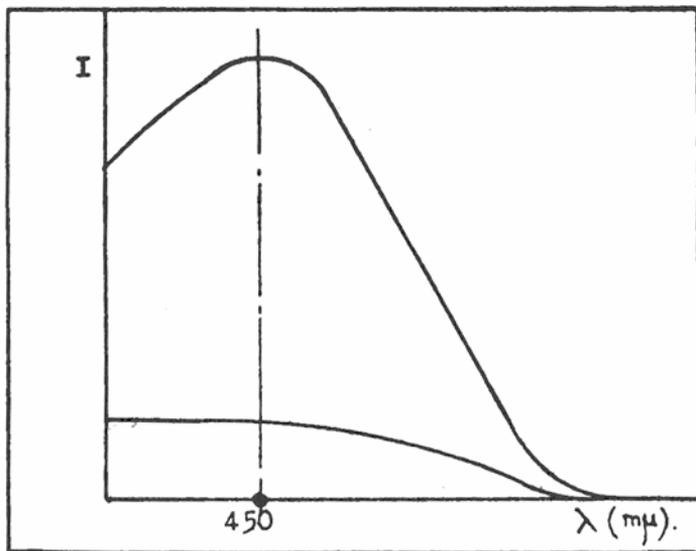


Fig. 7.— Curvas que muestran la gran diferencia de intensidades obtenidas con una célula fotoeléctrica de potasio sin sensibilizar y sensibilizada.

función de la longitud de onda del rayo luminoso; todas estas curvas han sido trazadas manteniendo constante el flujo luminoso. Obsérvese que el efecto máximo se obtiene alrededor de los 450 m $\mu$ . Finalmente, la sensibilidad de la célula depende asimismo del metal sobre el que se ha depositado el metal alcalino, indicando en la Fig. 8 las curvas obtenidas: I) — con una capa de potasio, con hidrógeno a presión para sensibilizar la célula; II) — capa delgada de potasio depositada sobre plata; III) — capa delgada de potasio, sobre cobre oxidado.

El estudio de las células fotoeléctricas, con los incesantes estudios que de ellas se hacen actualmente debido a sus grandes aplicaciones industriales, es ya hoy día tan complejo como el de la válvula electrónica actual, de forma que no proseguiré su estudio ahora, limitándome a citar que la ten-

sión aplicada a la célula tiene un valor límite, pasado el cual se forma un arco entre la superficie del metal alcalino y el anillo. Este punto de formación el arco, llamado potencial explosivo, es tanto más bajo cuanto más intenso es el flujo luminoso, de forma que si se hacen experiencias con células fotoeléctricas hay que tener mucho cuidado, si se trabaja a un potencial vecino del explosivo, puesto que por si cualquier causa accidental penetra bruscamente una gran cantidad de luz (rotura de la película en el caso del cine parlante, etc.), la célula se inflamará inutilizándose, pudiendo ocasionar además numerosos desgastes, sobre todo si es un local que contenga materias inflamables, como por ejemplo en los cines.

Un estudio más completo de las células fotoeléctricas y sus diversos usos los haremos en otro libro que publicaremos próximamente, donde el desarrollo de este tema se tomará como base de aquella obra.

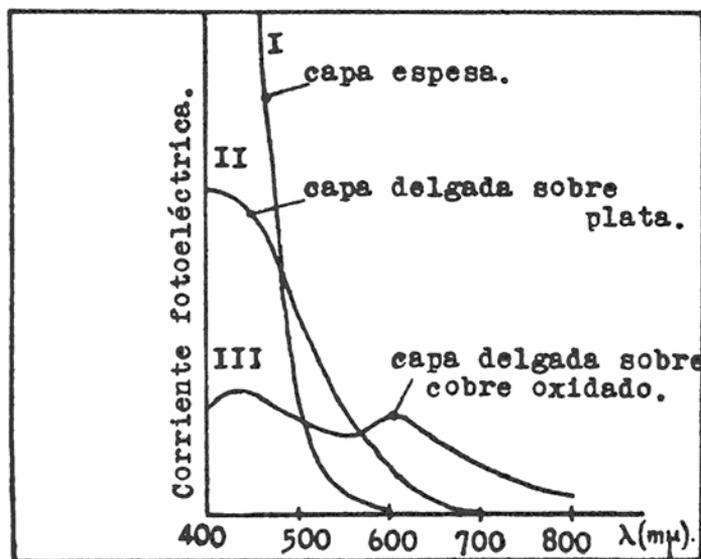


Fig. 8.— Variaciones de la sensibilidad de la célula según el espesor de la materia sensible y si está sobre distintos cuerpos.

## CAPÍTULO III

**El micrófono**

Este instrumento es conocido por los aficionados que se dedican a la emisión. Lo describiré no obstante, rápidamente, para llamar la atención sobre ciertos detalles.

Si construimos una cápsula pequeña, metálica, cuya cavidad la llenamos de granitos de carbón esféricos, y con una membrana también metálica actuamos una cierta presión sobre los granos, observaremos que la intensidad de corriente que pasa por el circuito es proporcional a la presión ejercida sobre la membrana (Fig. 10).

Efectuando mediciones con algunas experiencias sucesivas constataremos que una muy pequeña presión produce una

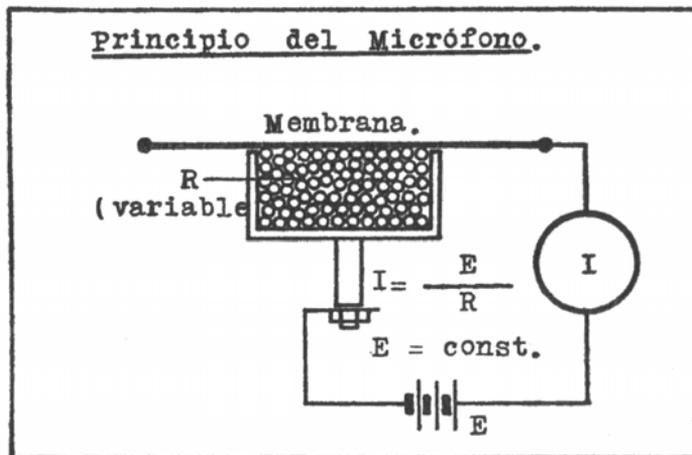


Fig. 10.— Principio del funcionamiento del micrófono. La energía acústica de los sonidos hace variar la presión de la membrana, ocasionando así un contacto más o menos fuerte entre los granos de carbón, variando con ello su resistencia.

variación muy notable en la intensidad eléctrica, es decir, el aparato es muy sensible, bastando una debilísima energía, como por ejemplo la emitida por la voz de una persona, para hacerlo funcionar.

El micrófono que acabamos de describir esquemáticamente es el llamado de carbón. La energía acústica se gasta en hacer variar la presión de los granos de carbón entre sí, de donde resulta una variación de la resistencia del circuito y por lo tanto una variación de la intensidad, puesto que la tensión de la batería se supone constante.

Hay otros tipos de micrófonos, entre ellos el electromagnético, en el cual la energía acústica se utiliza para generar energía eléctrica. Es sencillamente un auricular de los utilizados en las recepciones radiotelefónicas. Al hablar cerca de la membrana ésta se desplaza, hace variar el flujo del imán y en la bobina se genera una fuerza electromotriz proporcional a la variación del desplazamiento de la membrana. Con dos hilos de línea y un auricular en cada extremo, haciendo servir a uno de ellos como micrófono y el otro como auricular, se puede hablar a centenas de kilómetros de distancia si la línea está bien aislada.

Entre los muchos otros tipos de micrófonos que actualmente se utilizan, sólo me ocuparé del llamado electrostático; con una sencillez notable reproduce muy fielmente los sonidos en variaciones de corriente eléctrica evitando la serie de inconvenientes de los dos tipos de micrófonos anteriores.

Se compone de dos láminas, metálicas o metalizadas, que constituyen las dos armaduras de un condensador (Fig. 11). Si la tensión  $E$  aplicada entre ellas es constante, toda variación de distancia entre las dos láminas hará variar la capacidad del sistema y por lo tanto su carga eléctrica ( $Q = C E$ ). Las variaciones de carga se aplican al circuito rejilla – filamento de una válvula colocada lo más cerca posible del condensador – micrófono, para evitar la influencia de la capacidad de los hilos; en cuanto a la variación de la distancia entre las dos láminas ésta es producida por la energía acústica de la voz o de la música que al desplazarse en forma de ondas so-

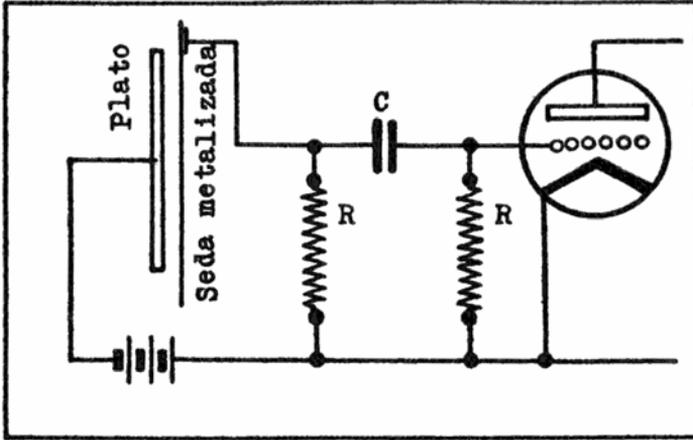


Fig. 11.— Principio del micrófono condensador. Las vibraciones acústicas hacen vibrar la seda, variando así la capacidad eléctrica entre ésta y el plato metálico. Las variaciones de potencial que resultan se comunican a la rejilla de una válvula mediante un acoplo electrostático.

noras, hace vibrar la lámina del condensador — micrófono que acabamos de describir.

Este tipo de micrófono es empleado en las emisoras modernas, en los estudios de impresión de películas de cine sonoro, en la impresión de los discos eléctricos y en todos aquellos casos donde se tiene en cuenta la calidad de los sonidos.

## CAPÍTULO IV

### El altavoz

Describiré solamente el altavoz electrodinámico, capaz de radiar sin distorsión grandes cantidades de energía acústica. El tipo electromagnético, que no es sino un auricular más perfeccionado adaptado a una bocina o una lámina vibratoria, da buenos resultados si se han de radiar pequeñas cantida-

des de energía acústica; de lo contrario ofrece dificultades que siendo ya conocidas por mis lectores, no insistiré acerca de ellas. Hay otros tipos de altavoces muy ingeniosos, de armaduras movibles, equilibradas, etc., que no describiré por salir ya del margen de tratar el asunto en su generalidad.

El altavoz electrodinámico se compone de un poderoso campo magnético constante, creado por un electroimán alimentado con la corriente continua del sector o bien rectificada y filtrada, si es alterna. En el espacio comprendido entre los dos polos, donde el campo magnético es más intenso, se coloca una bobina por cuyo devanado se hace circular la corriente amplificadora procedente del radioreceptor, pick - up, etcétera.

La corriente que circula por la bobina crea un campo magnético que se compone con el del electroimán. Como que

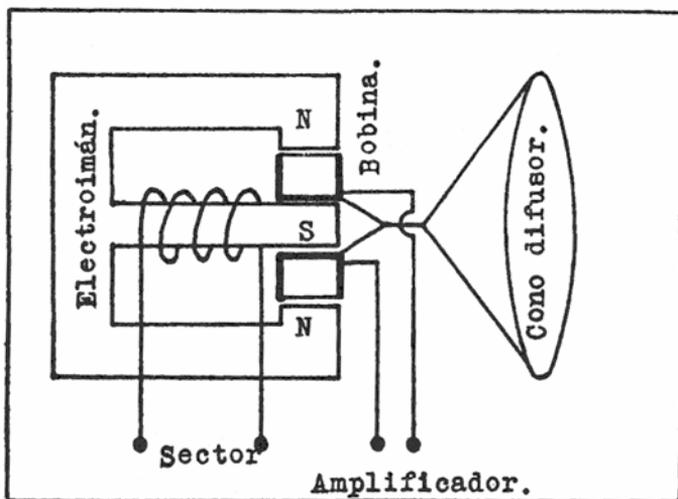


Fig. 12.— Fundamento del altavoz electrodinámico. La bobina, al ser recorrida por las corrientes de baja frecuencia, crea un campo magnético, que al combinarse con el del electroimán produce desplazamientos axiales que se comunican al cono difusor haciendo vibrar al aire, reproduciendo así los sonidos.

el campo de la bobina es variable, puesto que depende a cada instante de la corriente que circula por ella, sobre ésta actuarán atracciones y repulsiones en el sentido axial (único en que puede desplazarse); de todo esto resultará que la bobina será accionada por una serie de vaivenes cuya amplitud será proporcional a la intensidad instantánea que la recorrerá. Este movimiento de la bobina puede ser muy enérgico y por lo tanto capaz de comunicar una gran cantidad de energía a una superficie vibratoria considerable, pudiendo así transformar varios vatios de potencia eléctrica en energía acústica. Debido a una serie de consideraciones tales como que los desplazamientos son lineales, que la bobina se desplace en un espacio donde el campo magnético puede estimarse como constante, etc., etc., el altavoz electrodinámico, conocido desde muchísimos años, han constituido ahora una necesidad debido a que actualmente, con los receptores modernos, cine sonoro, etc., es necesario radiar grandes cantidades de energía acústica, que se cifra, en casos corrientes, en unos cinco vatios de energía eléctrica modulada, procedente del último paso de amplificación.

## CAPÍTULO V

### **El pick – up**

Todos mis lectores saben ya que los discos de gramófono tiene grabadas las vibraciones acústicas en los lados de la ranura espiral. De forma que el fondo del surco constituye, por decirlo así, el punto de apoyo de la aguja y que ésta vibra al chocar con las prominencias laterales.

El problema del pick – up consiste pues en transformar la energía vibratoria que el disco comunica a la aguja, en energía eléctrica.

Ya vemos, anticipadamente, que sólo con la válvula electrónica ha sido posible utilizar este principio debido a la

minúscula cantidad de energía que es posible recoger con este procedimiento.

El principio del pick – up es muy semejante al del micrófono electromagnético. Una lámina vibratoria colocada muy cerca de los dos polos de un imán hace variar el flujo magnético al desplazarse la lámina. Si una bobina es atravesada por este flujo, al variar éste, se creará una fuerza electromotriz de inducción en la bobina, proporcional a los desplazamientos de la lámina vibratoria. Si añadimos que las vibraciones de la aguja son las que se comunican a la lámina vibratoria que hace variar el campo magnético, ya se ve la forma de obtener una energía eléctrica en la bobina que aunque muy débil, puede ampliarse tantos miles o millones de veces como se quiera mediante una serie de pasos de amplificación.

Un estudio minucioso ha hecho ver que es necesario disponer las cosas algo diferentemente de lo explicado, en primer término para aprovechar mejor la energía vibratoria de la aguja; en segundo lugar para obtener corrientes que respondiesen fielmente a los sonidos inscritos en el disco, es decir, evitar la distorsión y por otras varias razones, como por ejemplo, interferencias de patentes, han hecho que si bien en principio el pick – up funciona como se ha descrito, no hay dos marcas que los construyan iguales.

Teniendo presente el principio mismo del funcionamiento de este instrumento, se ve bien claramente que interesa que no tenga mucho peso, aunque sobre todo interesa que los desplazamientos laterales sean bien libres, ya que de lo contrario los discos se inutilizan con rapidez desconcertante.

### **La lámpara de neón**

Hay cientos gases, entre ellos el neón, que encerrados en un envoltorio cristalino a una cierta presión, adquieren una gran luminosidad cuando pasa una corriente eléctrica por el recinto.

Lo más interesante de estas lámparas es que la intensidad lumínica es proporcional a la intensidad eléctrica que produce la luminosidad, de forma que se dispone de un aparato capaz de seguir las más rápidas variaciones de una corriente eléctrica causando una intensidad luminosa proporcional.

Esta lámpara constituye, como veremos en momento oportuno, la base de la recepción de la Televisión, del Radiocinema, etc., etc.

La lámpara de neón tiene el inconveniente de producir una luz roja, bastante desagradable para muchas personas. Actualmente se trabaja para producir resultados semejantes, aunque con tonalidades de luz que resulten agradables y que fatiguen menos la vista. Merecen citarse las lámparas que contienen gas argón, que producen una luz muy rica en radiaciones verdes que mediante filtros ópticos pueden dar otras tonalidades.

Tales son los aparatos que constituyen la base de los inventos más modernos. Hemos creído necesario describirlos para no tener dificultad alguna en comprender el conjunto de esta obra.

## SEGUNDA PARTE

### **Preliminares**

El primer grupo de nuevas aplicaciones de la radio que vamos a describir se refiere a las que utilizan el órgano visual para poner en evidencia el fenómeno.

Actualmente existen tres inventos que prácticamente dan buenos resultados: la transmisión de fotografías, la transmisión de películas cinematográficas y finalmente la transmisión de escenas en movimiento.

Estas transmisiones pueden efectuarse por medio de una línea o bien modulando una emisión en una forma semejante al caso de la radiotelefonía. Si se transmite por línea, los resultados son mejores puesto que no hay los efectos de fading, estáticos, etc., que hacen imperfecta la recepción; no obstante, la recepción con radio es buena si se está situado, desde la emisora, a una distancia en kilómetros menor a cinco veces el número de kilovatios que radia; luego a 50 kilómetros se recibirá muy bien una emisora que emita con una potencia de 10 kilovatios en la antena, etc. Desde luego, a distancias mucho mayores se recibirá bien y en ciertos casos a miles de kilómetros, pero esto son excepciones que no deben de tenerse en cuenta cuando se trata de establecer un buen servicio que funcione con toda regularidad.

Las dificultades de realización de estos tres inventos son muy distintas. El de la transmisión de fotografías es el más fácil y el de la televisión el más difícil; empezaremos pues por la radiofotografía, luego el radiocine y finalmente la radiovisión; explicaremos estos inventos no sólo para comprender su principio, sino que dando detalles suficientes el

lector pueda hacer experiencias y desarrollar sus propias iniciativas.

Hay un punto que es necesario precisar bien claramente. Me refiero a la denominación de telecine y radiocine, por ejemplo; en el primer caso se refiere a una transmisión hecha por medio de una línea y en el segundo por medio de una emisora de radio. Generalizaremos las descripciones considerando la utilización de la radio

## CAPITULO I

### **La radiofotografía**

Actualmente son muchas las naciones europeas que utilizan la transmisión de fotografías ya sea por medio de la radio o bien con una línea telefónica. Reproducimos una página de un periódico inglés en la cual de cinco fotografías hay tres transmitidas con el procedimiento que vamos a describir; la nitidez es tal que si no hubiese la mención "By telegraph" (por telégrafo) no se advertiría la diferencia con las otras fotografías.

En Inglaterra sólo, además de tener este servicio los diarios Daily Mail, de Londres; The Scotsman; News Chronicle; Liverpool Post, etc., etc., merece mencionarse que ha tomado asimismo este importante servicio la Allied Newspaper, que cuenta con más de cuarenta periódicos. Hoy día, los grandes periódicos europeos y americanos consideran tan necesario este servicio como el telégrafo mismo, pudiéndose comparar la recepción por correo de fotografías de los asuntos de gran actualidad, como si se tuviesen que esperar las noticias por carta y luego publicarlas en los periódicos.

Hemos elegido para describirlos, los aparatos que se utilizan en Francia, Inglaterra y otras muchas naciones europeas, siendo además los que desde París efectúan el enlace de las transmisiones telefotográficas entre las naciones europeas

que tienen el privilegio de disfrutar de este maravilloso adelanto de la ciencia. Nos referimos a los aparatos del sabio francés M. Eduardo Belin, cuyas primeras experiencias datan desde principios de este siglo y que ha encanecido perfeccionando este invento.

Las fotografías se obtienen en la recepción al tamaño 18 por 24 cms., y son tan nítidas que las que reproducimos dan una idea *muy imperfecta* de los originales.

Antes de abordar en sus detalles la descripción de estos aparatos, vamos a exponer, sucintamente, el principio general de las transmisiones telefotográficas.

Debido a esto indicaremos al lector los distintos problemas que ha sido necesario resolver para poder efectuar estas transmisiones, indicando en las páginas siguientes las soluciones que se han adoptado.

Desde luego, en la radiofotografía la imagen no es transmitida de una sola vez, instantáneamente como en el caso de la radiovisión, de forma que la transmisión será efectuada según el proceso siguiente:

a) *En el emisor* la imagen a transmitir es, en realidad, descompuesta en un cierto número de puntos, lo cual se obtiene mediante la exploración de la imagen.

b) Estos puntos luminosos, de intensidad variable, se definen en intensidades eléctricas correspondientes a la tonalidad de cada uno de los puntos explorados.

c) *En la recepción* se trata de traducir fotográficamente estas intensidades eléctricas apropiadas a cada punto explorado de la emisión.

d) Reconstitución del conjunto de los puntos en un orden exactamente semejante al de la exploración, gracias al sincronismo de las velocidades angulares del transmisor con el receptor.

Vamos a desarrollar estos asuntos en el orden señalado para poder indicar de esta manera las soluciones adoptadas.

La exploración se efectúa colocando la fotografía a transmitir envolviendo un cilindro y animándolo de un movimiento helicoidal. Un intenso punto luminoso se proyecta sobre la

fotografía y después de reflejado, va a incidir en una célula fotoeléctrica. Es evidente que el paso de esta hélice define la fineza de la exploración y por consiguiente la nitidez de la fotografía transmitida; sin embargo, la experiencia demuestra que no hay interés en aumentar la exploración a razón de más de 5 espiras por milímetro. Esta exploración corresponde a una trama de más de 2.800 puntos por centímetro cuadrado que es muy superior a la mayoría de las tramas empleadas para la impresión de documentos en los periódicos.

La emisión propiamente dicha, consiste en transformar las variaciones de luz en intensidades eléctricas, amplificarlas y transmitir las, bien a una línea o a la rejilla de una válvula moduladora de una emisora.

Al desfilar la fotografía ante la célula fotoeléctrica, gracias al movimiento helicoidal, ya hemos dicho que toda su superficie es explorada por un punto luminoso, muy intenso, con espiras muy apretadas, del orden de  $1/5$  de milímetro de distancia entre espiras. Es fácil de comprender que este punto luminoso, de  $2/10$  de mm. de diámetro, se reflejará con una intensidad que dependerá de la tonalidad del punto iluminado de la fotografía, así, un blanco, reflejará un máximo de luz y un negro, un mínimo, habiendo toda una gama de valores intermedios para los diversos tonos comprendidos entre estos límites. Este punto de luz reflejada, de intensidad variable, es conducido, mediante un sistema de lentes, a una célula fotoeléctrica que transforma la intensidad lumínica en una intensidad eléctrica muy débil, desde luego, del orden de una fracción de microamperio y por consiguiente, se impone una amplificación enorme, en ciertos casos de millones de veces.

Para permitir esta amplificación, una rueda dentada interrumpe periódicamente el haz luminoso que se proyecta sobre el documento a transmitir, con una frecuencia de 1.300 periodos por segundo (Fig. 13). De esta forma se tiene directamente sobre la célula fotoeléctrica, prescindiendo de la modulación que puede procurar el texto, una corriente alterna de esta frecuencia. Es sobre esta corriente portadora que

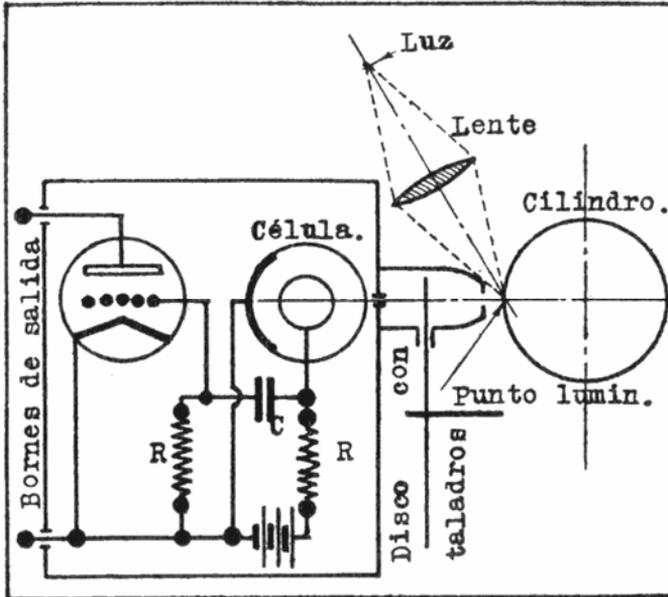


Fig. 13.— Principio del transmisor de fotografías sistema Belin.

viene a apoyarse la modulación producida por la diferencia de tonos de los puntos explorados. La corriente recogida a la salida de la primera válvula (en este caso la célula fotoeléctrica conectada al circuito de rejilla de la primera válvula) puede ampliarse con un amplificador a transformadores. La figura 14 muestra el amplificador utilizado en esta instalación, el cual reúne todos los perfeccionamientos necesarios para dedicarlo a una explotación comercial.

La recepción la hemos definido diciendo que consistía en traducir fotográficamente, por medio de un dispositivo óptico apropiado, la definición eléctrica de la emisión.

Las recepciones del sistema Belin se hacen mediante papeles fotográficos o films y por lo tanto, el principio precedente puede enunciarse así: traducir por una intensidad luminosa variable la definición eléctrica de la emisión.

Para obtener este resultado se emplea un oscilógrafo Du-bois, al cual se aplica la corriente recibida o amplificada. Estos oscilógrafos tienen un espejo que refleja sobre una gama de tintas un spot o imagen de una mancha luminosa recibida de un sistema óptico bastante semejante a una linterna de Foucault.

Esta gama de tintas consiste en una placa metálica con una abertura que presenta la forma indicada en la Fig. 15, que representa la curva de la sensibilidad del papel fotográfico empleado.

La posición sobre la gama de tintas depende, naturalmente, de la posición del espejo, la cual a su vez está determinada por la intensidad de corriente recibida por el osciló-

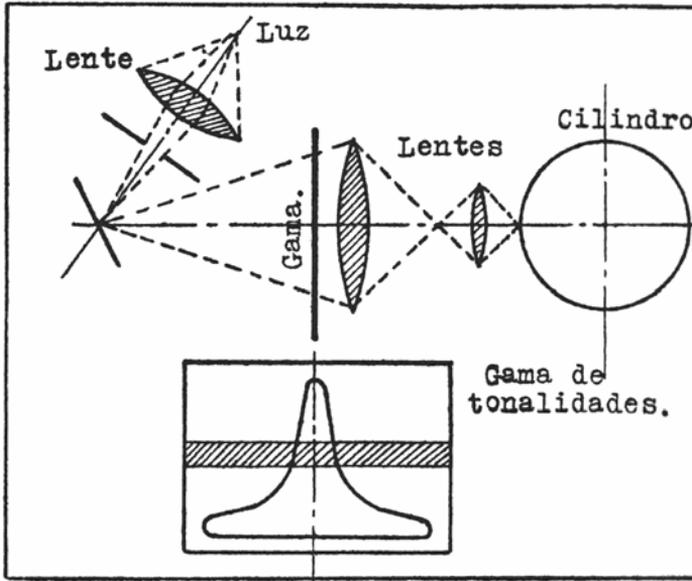


Fig. 15.— Principio del receptor de fotografías, sistema Belin. El desplazamiento vertical de la mancha luminosa (de intensidad constante), producido por la desviación del espejo fijo al galvanómetro, hace variar la cantidad de luz que pasa por la gama.

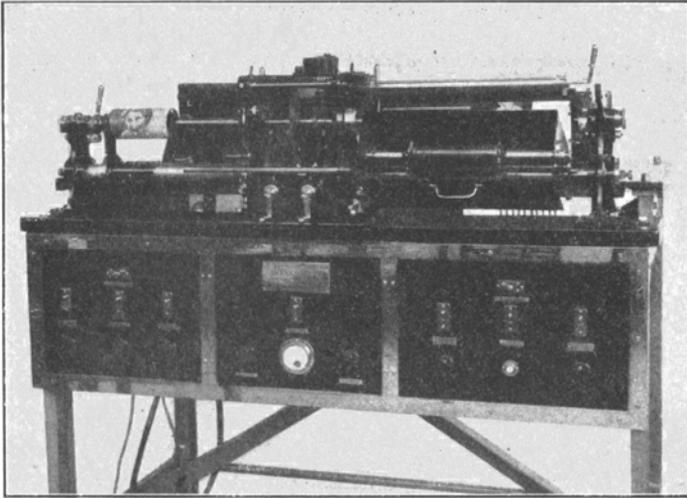


Fig. 16.— Conjunto del emisor y receptor del aparato para transmitir fotografías sistema Belin.

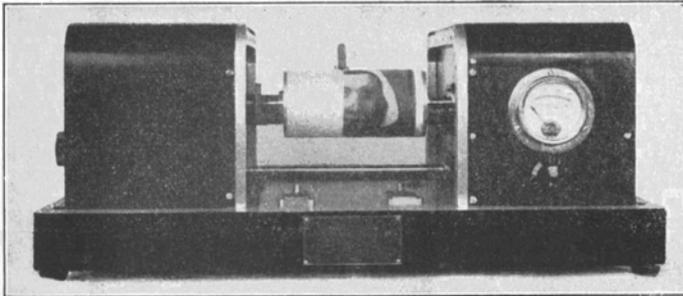


Fig. 19.— Receptor de fotografías sistema Belin, utilizando las propiedades electroquímicas.



Fig. 17.—Imagen transmitida con el sistema Belin.

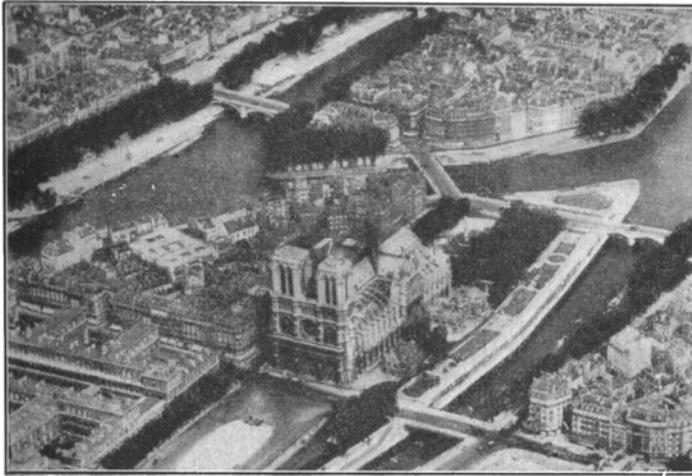


Fig. 18.—Fotografía transmitida con el procedimiento Belin y que muestra la fineza del detalle que se puede obtener.



Fig. 20.—Transmisión, desde tierra, de un periódico a los buques en alta mar, que lo reciben directamente impreso. Este servicio ha sido desarrollado por la General Electric.

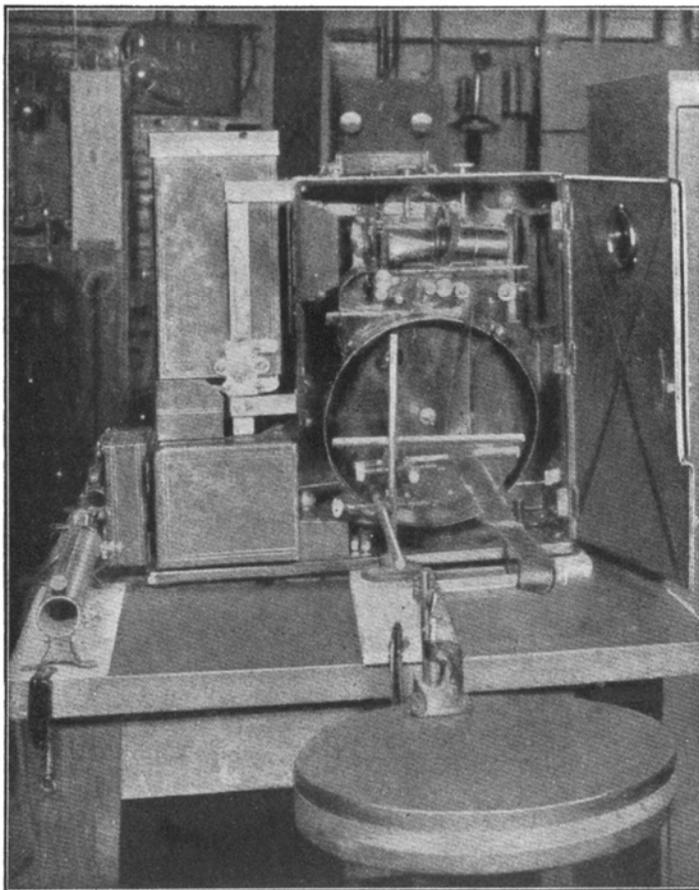


Fig. 25.—Emisor construido en 1927, para transmitir por radio películas cinematográficas.

grafo. Cuando el rayo luminoso sea reflejado por el espejo hacia la parte baja de la gama (más grande abertura), toda la luz atravesará el sistema óptico y por consiguiente la imagen formada por el punto luminoso sobre el papel fotográfico será muy intensa.

Se concibe que el haz luminoso desplazándose sobre la gama de tintas, variará según que incida en A o en B y que la imagen formada por el punto P será más o menos luminosa.

Por consiguiente bastará, por una parte, accionar el oscilógrafo mediante la corriente eléctrica procedente de la emisión (después de ser convenientemente amplificada) y por otra parte regular el desplazamiento del haz de luz de tal forma que en las posiciones extremas, correspondientes a un blanco o a un negro del documento transmitido, la luz que pase por la gama sea máxima o nula.

Una vez así dispuestas las cosas, haremos desfilar, ante la imagen formada por el punto fijo, un papel sensible o un film, que impresionado distintamente con puntos de distintas tonalidades, constituirá un registro fiel de la sucesión de los puntos explorados (Fig. 16).

Este papel o film se coloca sobre un cilindro análogo al cilindro emisor, colocándose dentro de una caja cerrada a prueba de luz.

Para reconstruir el documento, el cilindro es animado de un movimiento helicoidal sincrónico, realizado en la emisión mediante sistema de engranajes y de vises de entrenamiento.

Es muy interesante de hacer observar la extrema facilidad que presenta la recepción con gama de tintas para la reproducción de las medias tintas. La extinción del haz luminoso no está ligado por una ley rígida a la variación de las corrientes recibidas. Esta extinción depende únicamente del perfil de la gama de tintas, perfil que se puede trazar y rectificar de forma que reproduzca, tan exactamente como se quiera, las medias tintas del documento que se desea transmitir.

Es interesantísimo hacer notar que basta invertir la posición de la gama de tintas para pasar de la recepción en positivo a la recepción en negativo.

El sincronismo de los cilindros, transmisor y receptor, es condición esencial para obtener fotografías perfectas. Este importante problema ha sido resuelto en la forma más elegante.

Se emplea como órgano motor un motor de corriente continua, sobre cuyo mismo eje está calado un motor sincrónico cuya velocidad es controlada por un diapasón de 600 periodos. El diapasón construido con metal invar, está situado, tanto en el emisor como en el receptor, en una caja termoestática para evitar que las variaciones de temperatura puedan influir en la frecuencia del diapasón, en cual, al desplazarse sus brazos, generan una muy débil energía eléctrica que se aplica al circuito de rejilla de una lámpara de tres electrodos; esta válvula tiene la doble misión de entretener las oscilaciones del diapasón y disponer de una cierta energía, amplificada, que se aplica a un amplificador de tres pasos y un último de potencia, para controlar el motor sincrónico. Por consiguiente, el sincronismo de los cilindros consiste en producir el sincronismo de los dos diapasones. Con los perfeccionamientos actuales y las precauciones enumeradas, la precisión obtenida es del orden de la millonésima de periodo como error probable máximo, lo cual asegura resultados prácticamente perfectos.

La verificación de este sincronismo se efectúa, al principio de la transmisión, por un método stroboscópico. Un cilindro hace desfilar 600 taladros por segundo; detrás del cilindro una pequeña lámpara de neón se ilumina con la corriente procedente del diapasón emisor; cuando la imagen del taladro permanece fija se ha obtenido el sincronismo. Hay la posibilidad de hacer variar algo la frecuencia de los diapasones, en un margen que es más que suficiente para compensar las débiles variaciones de frecuencia que pueden producirse.

Este procedimiento permite las transmisiones con hilos

o cables telefónicos así como por medio de la radio. Basta en este último caso controlar la modulación del emisor con el amplificador de la estación; da muy buenos resultados en la recepción, utilizar un receptor del tipo heterodino con una amplificación adecuada.

El tiempo necesario para transmitir una imagen de 13 x 18 centímetros, es de unos 13 minutos, correspondiendo a una velocidad de rotación de los cilindros de una revolución por segundo. Las Figs. 17 y 18 dan una idea de los resultados de este sistema.

Terminaremos diciendo que los Laboratorios de M. Belin han estudiado asimismo un receptor sencillo, que basándose en las acciones químicas de las corrientes permite la reproducción de las fotografías. El conjunto del receptor se indica en la Fig. 17, que permite darse una idea de la sencillez del sistema; peso total, 20 kgs. Un motor universal a 110 voltios, consumiendo 0,1 amperio es el que hace girar el cilindro cuyo sincronismo es controlado mediante un electroimán.

Este aparato se utiliza en todos aquellos casos que se trata de obtener un documento sin exigir grandes detalles, mientras que el sistema óptico que describimos primero está destinado a los grandes periódicos modernos que tienen sección gráfica de actualidades.

No queremos terminar este capítulo sin dar algunos detalles de otra aplicación recientísima de la radiofotografía. Se trata de enviar, a los trasatlánticos que navegan en alta mar, un periódico sin que tengan que imprimirlo a bordo. Es la General Electric quien ha desarrollado este servicio, que si bien es verdad que actualmente no es muy importante, puesto que sólo lo tienen los trasatlánticos "Minnekahda" y "America", los resultados que se obtienen son tan nítidos que promete extenderse rápidamente. Estos aparatos han sido desarrollados por el célebre ingeniero de la General Electric, Dr. Alexanderson.

El receptor situado a bordo es de muy reducidas dimensiones, efectuándose el registro por el procedimiento de la

inscripción con carbón, lo que permite una lectura directa sin manipulación fotográfica alguna; este procedimiento fue desarrollado recientemente en los Laboratorios de la General Electric por el físico norteamericano Charles J. Young.

En la Fig. 21 reproducimos el transmisor utilizado en Schenectady, con el periódico dispuesto para ser transmitido a los vapores que navegan en alta mar, por medio de la emisora de onda corta.

## CAPITULO II

### El radiocine

Se trata, con el radiocine, de ver una película cinematográfica en nuestra casa en una forma semejante a como se oyen actualmente los conciertos radiotelefónicos.

Apresurémonos a decir que los resultados que se obtienen son extremadamente interesantes por la perfección de las imá-

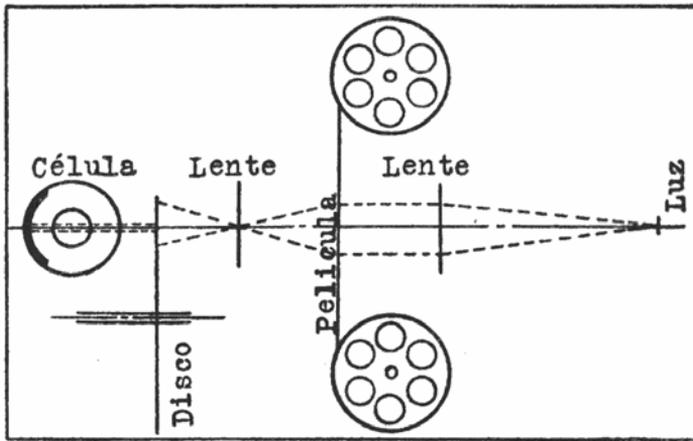


Fig. 22.— Principio del emisor de película de cine. La célula substituye al micrófono de la emisora.

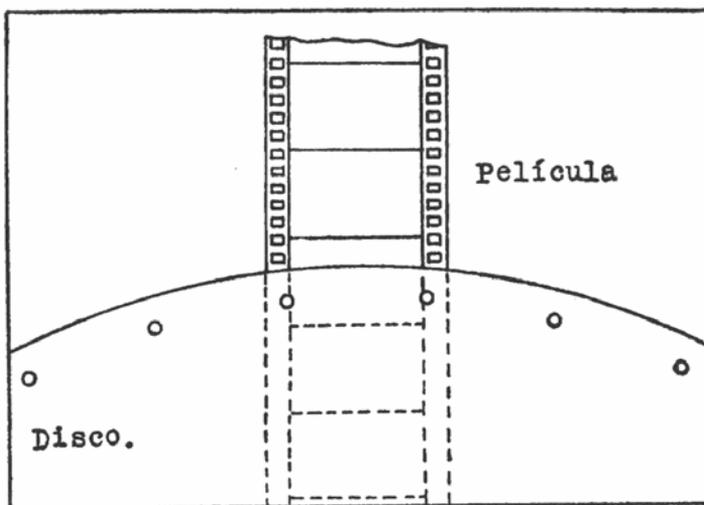


Fig. 23.— Procedimiento utilizado para explorar la imagen, gracias al movimiento lineal, uniforme, de la película y el de rotación del disco.

genes, muchísimo más nítidas que las que se obtienen con la radiovisión.

Un punto de importancia capital para el aficionado es saber que el receptor de radiocine y el de radiovisión es el mismo; lo único que varía es el aparato transmisor.

Los aparatos que voy a describir son con los cuales pude, hace un año, observar una experiencias con unos resultados tan brillantes que atestiguaron que el radiocine es ya un problema resuelto.

En el transmisor hay una poderosa fuente de luz que concentra un haz de rayos, paralelos, que iluminan muy intensamente la película a transmitir. El film se desplaza *con movimiento uniforme*, y su imagen, móvil, se proyecta en una de las superficies de un disco D, colocado a pocos centímetros de la película (Fig. 22).

El disco D tiene una serie de taladros muy pequeños, todos ellos situados a igual distancia del centro, espaciados en-

tre sí a una distancia igual a la anchura de la imagen de la película (Fig. 23). Si el film avanza el espacio del diámetro de un taladro del disco mientras éste describe un ángulo correspondiente a dos taladros sucesivos (anchura del disco habremos explorado una imagen del film. Luego, por uno de los taladros del disco, pasará una intensidad luminosa variable, que dependerá de la transparencia de cada punto explorado. Este punto luminoso de la película se hace incidir sobre la superficie sensible de una célula fotoeléctrica (Fig. 22) y por consiguiente, habremos transformado la cantidad de luz en intensidad eléctrica. La energía eléctrica disponible es muy pequeña, del orden de una fracción de microvatío, pero, con la válvula electrónica, amplificaremos cuanto sea necesario esta minúscula potencia, mediante un amplificador de varios pasos. Estas corrientes son entonces transmitidas a una línea, o bien atacan la rejilla de la válvula moduladora de un transmisor; en este último caso, el conjunto de aparatos que acabamos de describir substituyen al micrófono de una emisora radiotelefónica.

Antes de proseguir, creo oportuno dar el principio del cálculo de los discos, para de esta forma poder hacer experiencias con la finalidad de perfeccionar el procedimiento.

La imagen de una película cinematográfica del tipo universal mide, aproximadamente, 25 x 18 mm. Si admitimos que los taladros del disco tienen un diámetro de 1/4 de milímetro, resultará que para obtener la altura de 18 mm., necesitaremos 72 taladros. Desde luego, como que el movimiento lineal de la película está combinado con la rotación del disco, ya sabemos que estos taladros deben estar todos ellos situados a igual distancia del centro; de todas maneras, así habremos determinado el número de taladros que deben de desfilan ante la abertura iluminada en el tiempo que se desplaza una imagen del disco; esto nos determinará el diámetro del disco, puesto que la distancia entre taladros debe ser igual a la anchura de la imagen de la película, o sea, 25 mm. La circunferencia sobre la cual se habrán hecho los

taladros tendrá una longitud de 1.800 mm. y, por lo tanto el diámetro correspondiente es de 573 mm.

El cálculo anterior lo he detallado porque la nitidez de la imagen depende del tamaño de los taladros; cuanto más pequeños son, más nítida resulta la reproducción de la película; en cambio, pueden obtenerse imágenes más groseras con taladros de medio milímetro de diámetro, en cuyo caso el disco es mucho más pequeño.

Creo oportuno señalar en este momento la conveniencia de hacer los taladros cuadrados en vez de redondos. Consideremos (Fig. 24) un círculo de dos milímetros de diámetro y un cuadro de dos milímetros de lado. El primero tendrá una superficie de 3 mm. 14 y el cuadro 4 mm. cuadra-

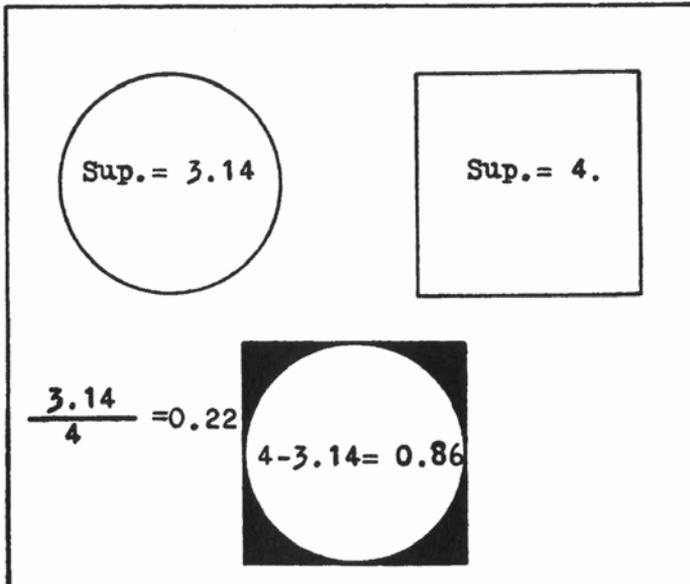


Fig. 24.— Demostración de la conveniencia de utilizar taladros cuadrados para explorar las imágenes tanto en el caso de la radiovisión como en el del radiocine. Se obtiene un rendimiento luminoso 22 % superior, tanto en la transmisión como en la recepción.

dos, es decir que éste tendrá una superficie superior en un 22 por 100 a la del círculo inscrito. Se comprende fácilmente el interés que representa el ganar en luminosidad casi una cuarta parte, con la ventaja, en este caso, de que la exploración de la imagen es más perfecta, más nítidamente cortada.

Estos discos generalmente se construyen de aluminio, de un milímetro y medio de espesor, bien equilibrados, dinámicamente, para evitar trepidaciones. Se acostumbra a acoplar con un motor sincrónico para simplificar de esta manera el problema de la sincronización de los receptores. La velocidad angular de estos motores es muy fácil de calcular: si admitimos que el desplazamiento de la película se efectúa de forma que se desplace a razón de 15 imágenes por segundo, con lo cual la persistencia de la imagen en la retina queda asegurada, y teniendo por otra parte en cuenta que por cada imagen el disco efectúa una revolución, resultará que éste deberá girar a razón de  $15 \times 60 = 900$  revoluciones por minuto. Bien entendido, si acaso hubiese dificultad para obtener este número de revoluciones a consecuencia del número de períodos del sector de corriente alterna, se puede, sin perjuicio alguno, *aumentar* esta cifra, con lo cual ganará en detalle la transmisión.

Admitiendo que el desplazamiento de la película se efectúa a razón de 15 imágenes por segundo, ésta deberá de estar animada a una velocidad constante de  $18 \times 15 = 270$  milímetros.

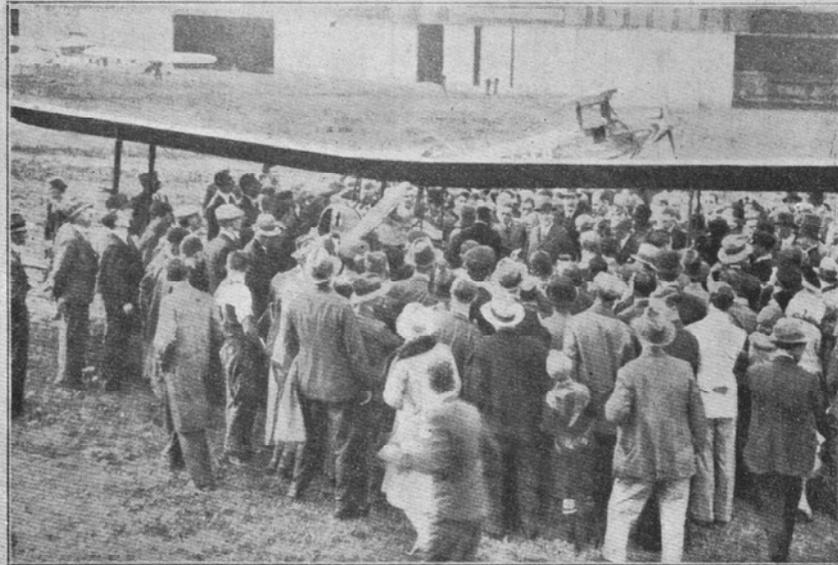
Tenga presente el lector que cuanto estamos describiendo se refiere a la emisora y por lo tanto no debe de preocuparle lo más mínimo si sólo desea interesarse por la recepción. Estos datos los doy, primero para que sepa cómo se presentan las soluciones del problema y segundo para que pueda resolverlos por sí mismo, caso de querer hacer experiencias transmitiendo películas.

El motor sincrónico para mover el disco de aluminio requiere muy poca potencia. De los ya existentes, para hacer girar los discos fonográficos, es muy suficiente.

El desplazamiento lineal de la película es necesario que



Magnífica reproducción transmitida con los aparatos telefotográficos Belin.



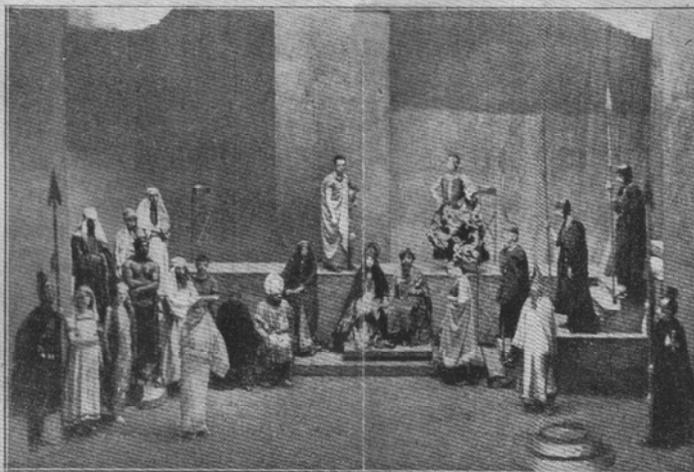
A GREAT FLIGHT.—The crowd welcoming Mr J. A. Mollison, the young Scottish airman, on his arrival at Croydon yesterday after flying from Australia in record time. [By telegraph.]



THE DUKE OF YORK'S CAMP.—The Duke photographed yesterday enjoying a joke with some of the boys drawn from public schools and industrial centres in his camp at Southwold Common, on the Suffolk Coast. [By telegraph.]



AT CROYDON.—Mr Mollison (left), fatigued after his great flight, seen with Mr F. Montagu, Under Secretary of State for Air, and friends. [By telegraph.]



A PREMIERE PERFORMANCE.—A scene from Oscar Wilde's play, Salome, which was publicly presented for the first time in Britain in Edinburgh last night.



KIRKCUBRIGHT CEREMONY.—Mrs James Logan christening the new motor lifeboat at the harbour yesterday. The group includes the Duke of Montrose, chairman of the Scottish Lifeboat Council.

Página del periódico inglés *The Scotsman* del 7 de agosto de 1931, que demuestra la importancia que tiene en Inglaterra la transmisión de fotografías por telégrafo (by telegraph). De cinco fotografías, tres han sido recibidas telegráficamente. Este grabado está reducido a la mitad del tamaño de la hoja del periódico.

NOTA.— Debido a la clase del papel del diario y a la gran trama empleada, este grabado da una idea muy imperfecta del resultado obtenido. En realidad, no se diferencian lo más mínimo las fotos directas de las telegráficas.



Grupo artístico transmitido con los aparatos Belin.

se efectúe muy uniformemente. Da muy buen resultado combinar el movimiento de dos rodillos de caucho, uno de ellos movido por el motor mediante una sencilla combinación de engranajes.

La célula fotoeléctrica es del tipo corriente, colocada de tal forma que el punto luminoso incida siempre en la superficie sensible, evitando, además, que no reciba luz de ninguna otra procedencia; esta condición es muy fácil de satisfacerse construyendo un tubo (revestido interiormente con negro de humo) colocando en un extremo la lámpara y en el otro la célula, con ranuras bien estudiadas para el deslizamiento de la película y la rotación del disco. Una serie de coronas, que permiten el paso del cilindro de luz pero que eviten las reflexiones y difracciones, ayudan a canalizar los rayos luminosos paralelamente.

El amplificador debe permitir obtener, con la máxima intensidad luminica, el mismo nivel de amplificación que el que se obtiene en la estación cuando ante el micrófono se producen los sonidos que ocasionan la modulación máxima. Puede utilizarse el amplificador ya existente, aunque de todas maneras, es necesario intercalar un primer paso, *inmediato* a la célula, acoplado a resistencia.

La Fig. 25 muestra el emisor de radiocine, estudiado y construido por los Laboratorios Bell, cuyas experiencias datan de abril de 1927.

El receptor es mucho más sencillo. Si ya se tiene un receptor con altavoz electrodinámico, es decir, provisto de un amplificador que proporcione a la salida unos 4 vatios de potencia modulada, es sumamente fácil substituir el altavoz por el receptor destinado a ver las películas transmitidas por radio. Para no dificultar la comprensión del principio del invento, eliminaremos los detalles; vamos, pues, a suponer que el amplificador mencionado ya existe y que partimos desde los dos bornes destinados a conectar el altavoz.

Los órganos adicionales que se necesitan para transformar el receptor radiotelefónico en receptor radiocinematográfico o de radiovisión, son tres: una lámpara de neón, un disco de Nipkow y un motor sincrónico.

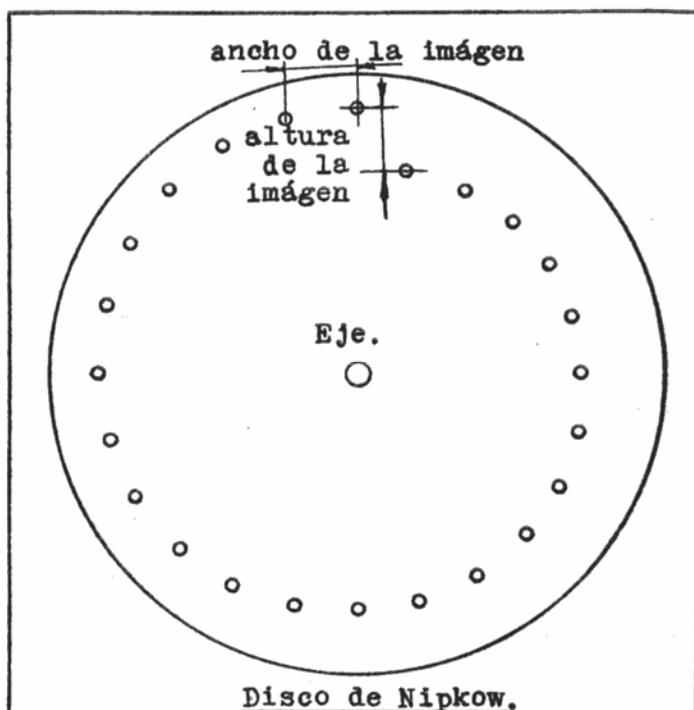


Fig. 26.— El disco de Nipkow, conocido desde hace medio siglo, constituye el órgano esencial de la radiovisión y de la recepción del radiocine.

Vamos a dar algunos detalles sobre la rueda o disco de Nipkow, que constituye el órgano vital de la recepción de las películas y de la transmisión y recepción de la radiovisión.

Esta rueda, que fue ideada por Nipkow en 1884, se compone de un disco en el cual se hacen una serie de agujeros formando un paso de hélice (Fig. 26).

Estos taladros están separados entre sí por una distancia igual a la anchura de la imagen que se quiere explorar y el paso de la hélice, o sea la distancia *ad*, corresponde a la altura de dicha imagen.

Es fácil de comprender que si este disco gira sincrónicamente con el del emisor y hacemos, por medio de una lámpara de neón, fija, que el brillo de cada taladro corresponda al brillo del punto explorado en la película (transmisor), esta coincidencia de lugar y de intensidad luminosa nos producirá la ilusión de ver la imagen transmitida en virtud de la persistencia en nuestra retina de una gran cantidad de puntos iluminados con distinta intensidad.

Luego ya vemos que la recepción de películas, así como la televisión, existen gracias a una imperfección del sentido de nuestra vista, al sufrir un retardo del orden de  $1/15$  de segundo desde que la luz llega a nuestra retina hasta que el cerebro percibe su sensación.

El esquema de conjunto se indica en la Fig. 27, donde se ve que en substitución del altavoz se ha conectado la lámpara de neón y el motor sincrónico destinado a hacer girar el disco de Nipkow a la misma velocidad angular que el disco de la estación emisora.

Se puede, y por los buenos resultados que pude comprobar que se obtienen es recomendable hacerlo, colocar un lente delante de la abertura detrás de la cual gira el disco; de esta manera se puede obtener una amplificación del tamaño de la imagen. Puédese, muy fácilmente, obtener una imagen de unos 6 por 9 cm. sin que se noten imperfecciones molestas a la vista y con ciertas precauciones, proyectarla sobre un ecrán de reducidas dimensiones.

La lámpara de neón se encuentra muy fácilmente en el comercio, lo mismo que el pequeño motor sincrónico que puede ser de los empleados para hacer girar los discos fonográficos.

Lo único que merece mención especial es el disco de aluminio cuyo cálculo es semejante al anteriormente hecho para el cilindro emisor, con la única diferencia que los taladros son ahora hechos en forma helicoidal; el paso de la hélice es igual al número de taladros multiplicado por su diámetro, es decir, 18 mm., que corresponde a la altura de la imagen de la pelí-

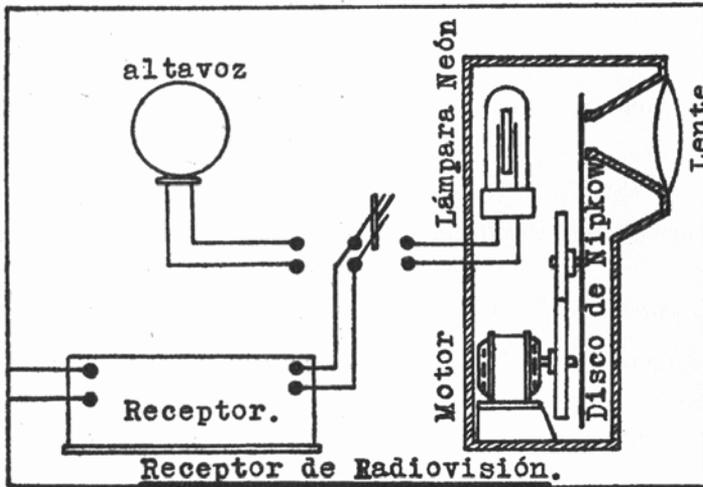


Fig. 27.— Receptor de radiovisión y de películas de cine transmitidas por radio. Este equipo substituye al altavoz.

cula. Es recomendable, asimismo, que estos taladros sean cuadrados.

El mecanismo para ver una película es sumamente sencillo. Una vez sintonizado el receptor a la longitud de onda de la emisora, para lo cual se utiliza el altavoz, se conecta la lámpara de neón y se mira por la ventanilla el desfile de las imágenes, las cuales, desde luego, se verán con un tono rojizo debido al principio mismo del funcionamiento de la lámpara de neón. Lo único que puede suceder, al poner en marcha el receptor, es que el motor no coincida con las fases del motor de la emisora; esto no ofrece ninguna dificultad ya que con un pequeño conmutador de fases se obtiene, en pocos segundos, el funcionamiento correcto.

Una vez más he de repetir los excelentes resultados que se obtienen con este sistema, ofreciendo a la radiorrecepción una variedad extremadamente interesante, ya que las cosas pueden arreglarse para que varias personas vean la película con un solo receptor. La variedad de temas que pueden trans-

mitirse es limitado: ver desde casa lo que ha sucedido de más notable durante el mismo día en Barcelona, Madrid, Bilbao... los notables hechos políticos, deportivos, actualidades diversas, etc. estas imágenes transmitidas por línea (como ahora los conciertos) pueden radiarse en los puntos donde hay emisora y ofrezcan mayor interés los asuntos filmados el mismo día.

El problema de transmitir películas por radio está resuelto por la sencillez misma de su principio: las imágenes, aprovechando todos los perfeccionamientos de la técnica cinematográfica, ya están hechas. En cambio, en el caso de la radiovisión, que trataremos seguidamente, la imagen tiene que formarse y, desgraciadamente, se presentan una serie de dificultades, sobre todo por lo que a la iluminación se refiere, que hacen que este maravilloso invento, uno de los más audaces que ha concebido el hombre, esté aún, y quizás por algunos años todavía, en el periodo evolutivo del Laboratorio.

## CAPÍTULO III

### **La radiovisión**

Por radiovisión se entiende ver a distancia utilizando como vehículo de transporte las imágenes la modulación de una onda electromagnética. es decir, ver una escena mediante la radio, así como ahora oímos un concierto o un discurso con la radiotelefonía.

Para comprender el principio de este gran invento poco tendríamos que añadir a la descripción ya hecha de la transmisión de películas cinematográficas: el receptor es el mismo; en cuanto al transmisor, sólo varía en el detalle de que los dos discos, emisor y receptor son ambos ruedas de Nipkow.

La diferencia fundamental, entre el transmisor de radiocine y el transmisor de radiovisión consiste en que ahora la imagen debe de captarse directamente de los sujetos o

asuntos a transmitir, requiriendo unas condiciones de iluminación, que o son muy difíciles de obtener o en muchos casos francamente imposible. Precisamente, los casos que mayor interés representan para el público, como son la transmisión de manifestaciones deportivas: foot-ball, boxeo, carreras, etc., es imposible utilizar un sistema de alumbrado muy potente, que es una condición esencial para una perfecta iluminación del asunto a transmitir.

Vamos a describir, con cierto detalle, un transmisor y receptor de radiovisión para que de esta forma el lector pueda completar las explicaciones anteriores. Los aparatos que describiremos los consideramos los más estudiados que actualmente existen y a tal punto llega su perfeccionamiento que las imágenes pueden reproducirse con sus colores naturales. Este sistema de televisión ha sido desarrollado por los Laboratorios de la Bell Telephone, de los Estados Unidos, a quienes debemos las fotografías y detalles que describiremos a continuación.

En abril de 1927 se hicieron las primeras pruebas de televisión práctica entre Nueva York y Washington. Aquellas memorables experiencias, hechas simultáneamente por radio y por línea, demostraron la posibilidad de resolver el problema y desde entonces, la América Telephone and Telegraph Co., junto con la Bell Telephone Laboratoires han efectuado una serie sistemática de experiencias encaminadas a resolver el interesantísimo problema de *ver* al propio tiempo que se oye a la persona con quién se habla por teléfono. Desde luego, excepto la novedad de que en la cabina hay un pequeño altavoz para oír y un micrófono disimulado en el techo para hablar, con el fin de aumentar la ilusión de que se está en presencia de la persona con quién se habla, estas experiencias no son sino relativas a la televisión, pudiéndose adaptar a la radio con las ligeras modificaciones que ya hemos indicado.

Los aparatos utilizados en 1927 difieren bastante de los que actualmente se usan. Para que el lector tenga una idea de la evolución que ha efectuado la televisión en cuatro años

publicamos el transmisor (Fig. 28) que primero se utilizó. Vemos el sujeto sentado ante tres células fotoeléctricas, de gran superficie sensible, (tres tubos) y en el centro el disco de Nipkow, con sus taladros formando un paso de hélice, destinados a iluminar el asunto a transmitir. La luz procede de una lámpara de arco que se ve a la derecha, concentrada a través de dos lentes sobre los taladros del disco. De esta forma el sujeto se ilumina por puntos, reflejando la luz a las células fotoeléctricas. Es natural que según sea la tonalidad del punto iluminado reflejará una cantidad de luz mayor o menor, es decir, que la intensidad eléctrica producida a cada instante por las células dependerá de la tonalidad del punto del sujeto que en aquel mismo instante se ilumine, siendo el disco perforado el encargado de explorar toda la superficie del asunto a transmitir. Estas corrientes, procedentes de las células fotoeléctricas, se amplifican con varios pasos de válvulas electrónicas, acopladas a transformadores y resistencias, y se envían entonces a una línea telefónica o atacan la rejilla moduladora de una radioemisora.

Este procedimiento se presta sólo a transmitir asuntos muy limitados y por consiguiente se creyó necesario perfeccionarlo en el sentido de evitar la necesidad de la iluminación, lo cual se ha conseguido, como veremos luego.

El receptor (Fig. 29) da una idea muy clara de lo que actualmente constituye el equipo completo para recibir películas cinematográficas por radio, o bien radiovisión. Se ve en primer término el disco de Nipkow con una ventanilla en la parte superior, e inmediatamente detrás del disco la lámpara de neón, cuyo brillo instantáneo depende de la corriente eléctrica que pasa por él; finalmente, se ve detrás del motor sincrónico destinado a hacer girar el disco. Estos aparatos fueron estudiados y construidos por los Laboratorios Bell, de los Estados Unidos, en 1927.

Los aparatos actuales, que ahora vamos a describir, se diferencian notablemente de los anteriores. En efecto, se ha considerado que la tele o la radiovisión presentaría el máximo de interés para el público si se pudiesen transmitir los gran-

des actos deportivos, políticos, etc., la mayoría de los cuales se efectúan al aire libre. Partiendo de este principio se ha tratado de construir un emisor que no necesitase ninguna fuente suplementaria de luz, es decir, que bastase la luz solar o bien la luz intensa que acostumbra a haber en las grandes salas modernas de reunión.

El nuevo transmisor se ve en la Fig. 30, donde vemos, en la extrema izquierda la procedencia de la luz, con un lente que produce una imagen del asunto a transmitir ante la ventanilla cuadrada; detrás de ella gira el disco taladrado en forma helicoidal. A continuación un lente concentra la cantidad de luz que se recibe a cada instante sobre la superficie sensible de una célula fotoeléctrica, transformado así las variaciones instantáneas de luz en corrientes eléctricas.

Desde luego, para que en la recepción persista la imagen en la retina, es preciso que se produzcan, al menos, 15 imágenes distintas por segundo y, por consiguiente es necesario que los discos emisor y receptor, giren a este número de revoluciones por segundo.

La Fig. 31 indica la forma que se disponen los emisores de tele o radiovisión para transmitir escenas deportivas, teatrales, etc., sin que sea dificultad alguna el transmitir con otra longitud de onda la palabra o la música, completando así la ilusión de los que se ve con el receptor de radiovisión.

Contrariamente a lo que podría pensarse, una instalación movible de esta especie, destinada a transmitir las imágenes hasta la emisora local, no es muy complicada; la Fig. 32 muestra la parte eléctrica del equipo, donde se ve, dentro de la caja y a la derecha, la célula fotoeléctrica y luego cuatro pasos de amplificación, saliendo entonces hacia la línea que conecta con la emisora.

La televisión hoy día ya existe en colores. Esto ha sido posible gracias a los múltiples perfeccionamientos que se han hecho a las células fotoeléctricas, habiéndose conseguido que su sensibilidad fuese función del color que incidía sobre su superficie sensible. El principio utilizado es el mismo que el de la fotografía en colores; se seleccionan tres colores (que en

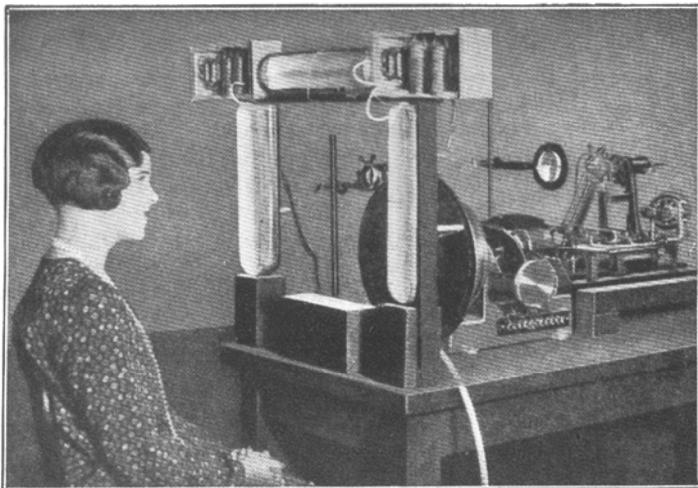


Fig. 28.— Emisor de televisión, construido en 1927, por la Western Electric, en los Estados Unidos.

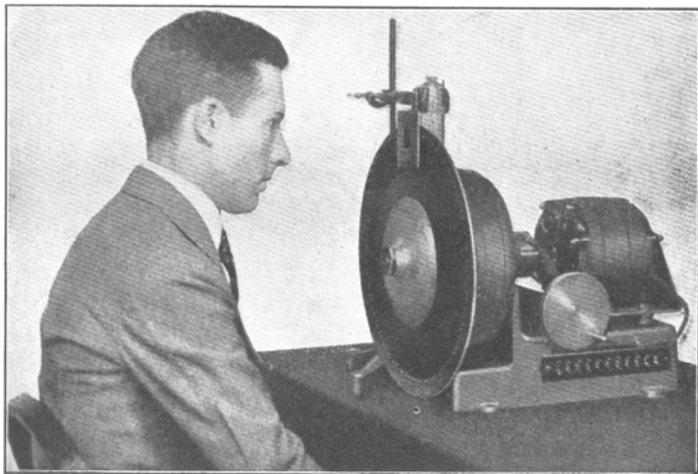


Fig. 29.—El receptor de televisión construido por la Western Electric. Constituye el receptor actual, tanto para recibir radiotelevisión como radiocinema.

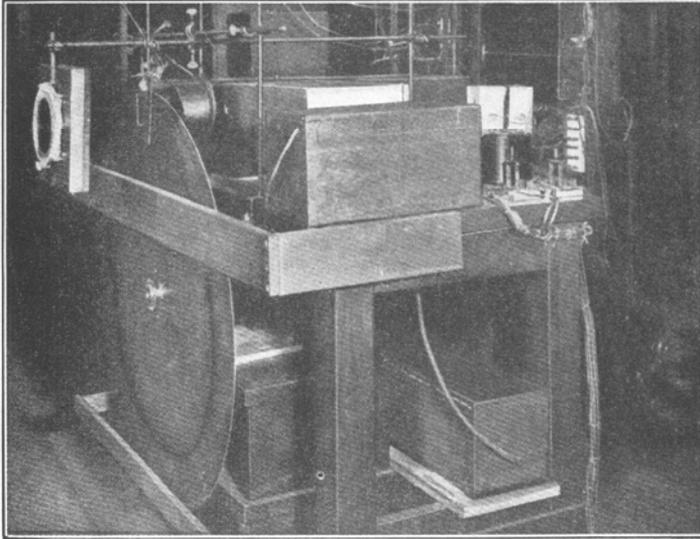


Fig. 30.—El modelo transmisor de televisión que utilizó la Western Electric en sus experiencias.

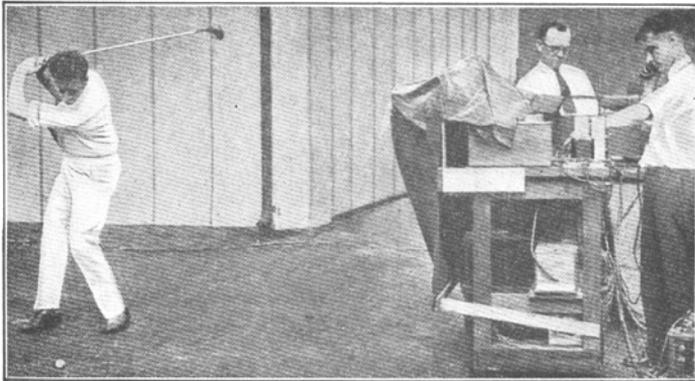


Fig. 31.—Pruebas de televisión para transmitir escenas deportivas. Vista del equipo portátil, instalado en el campo, conectado por línea con la emisora.

este caso son rojo, azul y verde) y se transmite cada uno de ellos con una emisión separada; se reciben luego con tres receptores distintos y la superposición de las tres imágenes de diferentes colores en una pantalla única, da la sensación de verla con la más completa variación de coloridos.

Luego, ya vemos que la televisión en colores requiere tres instalaciones idénticas a la emisión y a la recepción, y por consiguiente se deduce que sólo en casos muy especiales tendrá aplicación comercial.

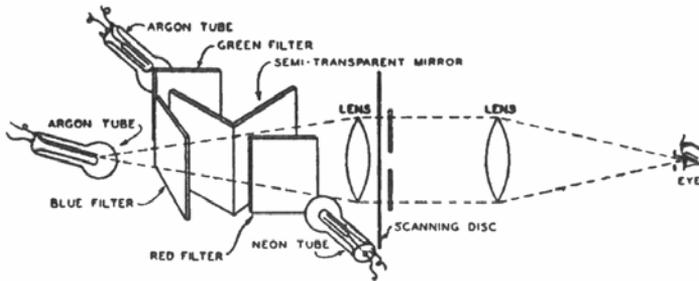


Fig. 33.— Principio esquemático de la recepción en colores de la televisión

La televisión en colores ha exigido estudiar y poner a punto un nuevo tipo de lámpara semejante a la de neón. Ya sabemos, en efecto, que ésta da un tono rojo y por lo tanto se ha utilizado para la reproducción en el receptor de uno de los tres colores fundamentales, pero el azul y el verde sólo se ha conseguido producirlos con la introducción de gas argón en la lámpara; entonces se produce una luz muy rica en radiaciones azules y verdes, que mediante filtros, se obtiene con una lámpara la luz verde y con otra la azul; finalmente, una lámpara de neón produce la luz roja. El esquema del principio se indica en la Fig. 33.

Una vista de detalle del receptor de televisión en colores se muestra en la Fig. 34, donde se ven claramente dos de las tres lámparas que acabamos de mencionar.

Antes de terminar de tratar la televisión deseo dar algunas explicaciones sobre el problema que tantas veces se ha in-

vocado como un sueño quimérico: *Oigo su voz por teléfono... ¡si pudiera verlo!*

Pues bien, este prodigio científico lo han realizado los Laboratorios Bell, en una forma práctica y elegante.

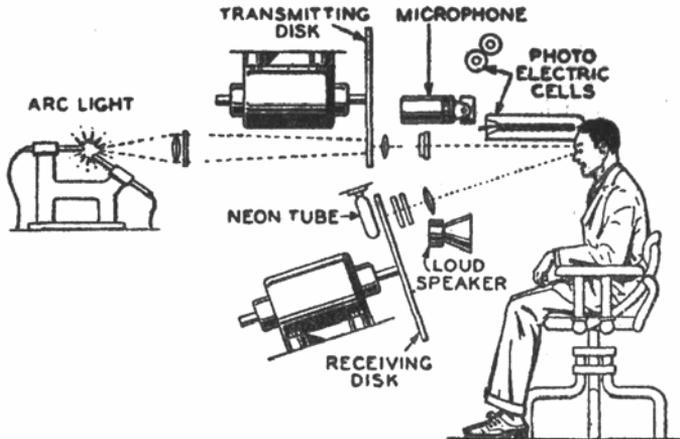


Fig. 33.— Principio esquemático del sistema telefónico y televisor desarrollado por los Laboratorios Bell, de los Estados Unidos.

El principio esquemático del sistema se indica en la figura 35, que consiste en disponer, en una cabina telefónica, el aparato transmisor y el receptor de televisión y además, un transmisor y un receptor telefónico con un pequeño altavoz y un micrófono, disimulado, de forma que la ilusión de conversar “frente a frente” sea más perfecta.

La vista interior de la cabina se indica en la fig. 36 donde se ve, en el centro, la imagen de la persona situada en la otra estación; en los lados y en la parte superior las células fotoeléctricas; que captan la imagen de la persona que hablará sentada desde esta cabina.

El conjunto de los aparatos de cada estación se indica en la Fig. 37, donde se ven bien visiblemente el disco transmisor (en la parte superior) y el receptor (parte inferior); puede apreciarse fácilmente el detalle de la instalación de la lám-

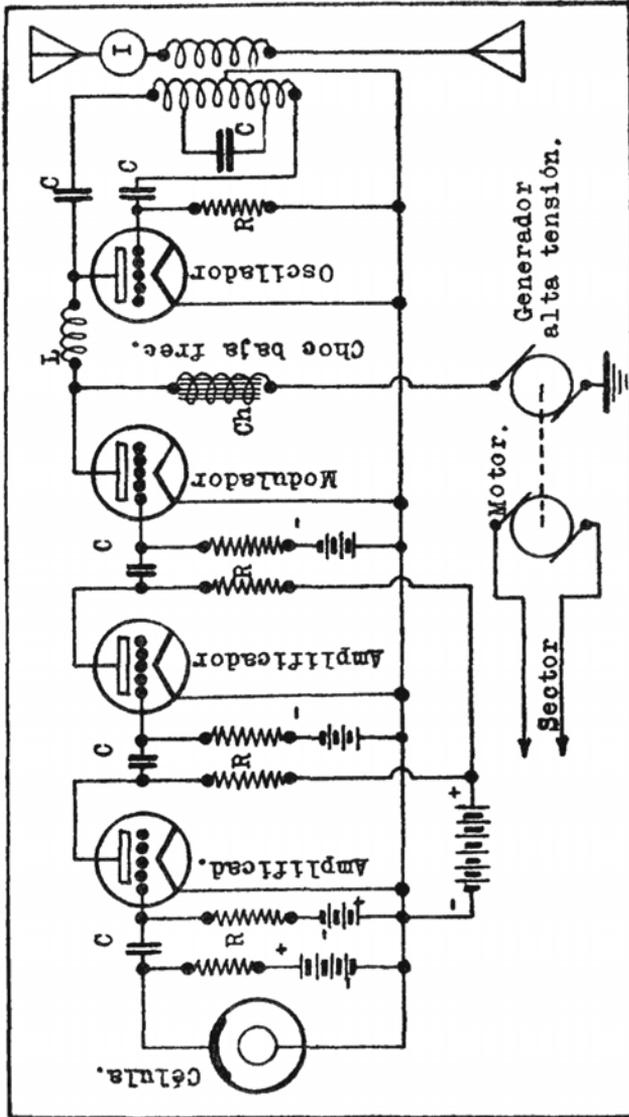


Fig. 38.— Emisor de radiación o de radiocine. El amplificador debe constar de más pasos que los aquí figurados. El sistema de modulación es el de Heissing, que es muy indicado para estas transmisiones.

para de neón. Finalmente, se ha procurado que la ilusión acústica de la distancia esté en armonía con la apariencia de la imagen, la cual desde luego, es aumentada mediante un lente de distancia focal adecuada.

Los resultados prácticos obtenidos con los aparatos que hemos descrito son los siguientes: la recepción de la imagen se efectúa en una superficie de 5 x 5 cms., con 500 líneas. Si se mueve el sujeto, en la emisora, el desplazamiento de las líneas hace que se produzca una superposición de efectos y la ilusión sea más perfecta. Si tenemos presente que este tamaño de 5 x 5 cms. puede abarcar solamente la cara, se obtiene un resultado más que satisfactorio, pudiéndose comparar al ver una fotografía, sin retocar, *de este mismo tamaño*.

La Fig. 38 indica el esquema de una emisora de radiovisión. En ella se ve la célula fotoeléctrica acoplada por resistencias a la primera válvula de un amplificador, del cual sólo se ha indicado otro paso para simplificar el esquema, aunque debe de entenderse que deberá producir una amplificación suficiente para modular correctamente la emisión. Se

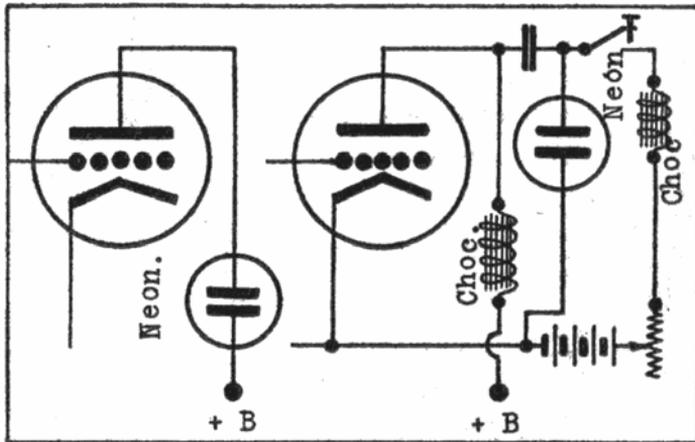


Fig. 40.— Las dos formas clásicas de conectar la lámpara de neón en el circuito de placa de la última válvula amplificadora.

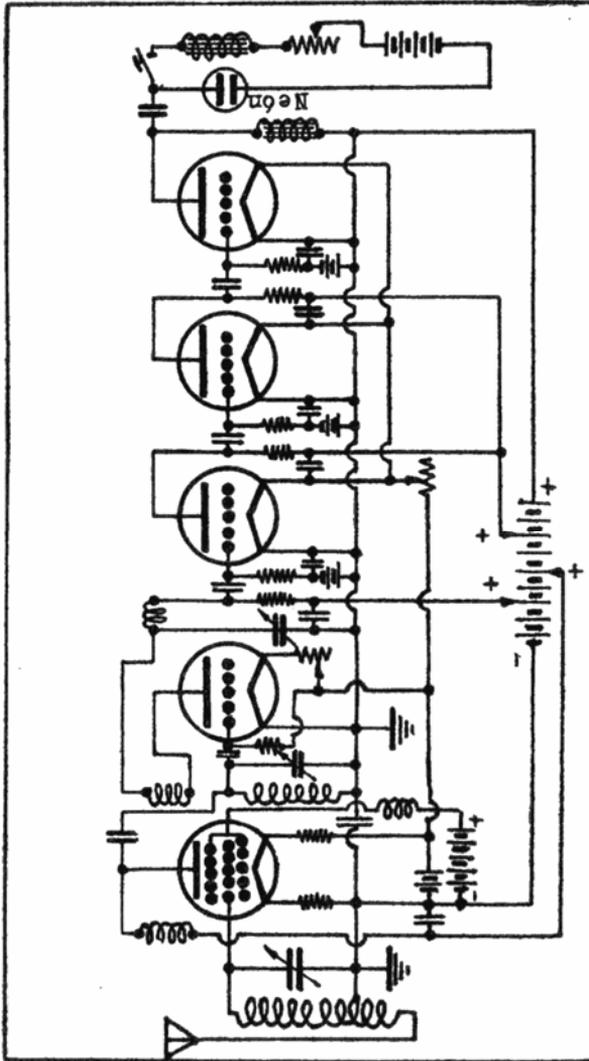


Fig. 39. — Receptor de radiovisión o de radiocine. Detalles de la forma de conectar la lámpara de neón se indican en la Fig. 40.

ha indicado el sistema de modulación de Heissing, aunque puede utilizarse cualquiera de los conocidos.

La Fig. 39 representa el esquema de un receptor de radiovisión que consiste en un paso de amplificación de radiofrecuencia, la válvula detectora y un amplificación de baja frecuencia de tres pasos, seguidos de la lámpara de neón. En la Fig. 40 se indican varios procedimientos, corrientemente empleados para conectar la lámpara de neón al último paso de amplificación, constituido por una válvula de potencia.

Creo que con lo explicado el lector podrá formarse una idea del estado actual y posibilidades futuras de este invento. Actualmente se está perfeccionando, tendiendo a canalizarlo hacia aplicaciones de interés comercial; tenemos nuestros motivos para creer que en la Exposición Internacional de Chicago, que tendrá lugar en 1933, la televisión, prácticamente resuelta, será uno de los acontecimientos más importantes de aquel grandioso certamen.

## CAPÍTULO IV

### **Los altavoces potentes**

Actualmente son muy numerosas las aplicaciones que tienen los altavoces potentes destinados a radiar una gran cantidad de energía acústica.

Es gracias a este procedimiento que ahora puede dirigirse a un orador a un auditorio inmenso, de miles y miles de personas, reunidos en un stadium, plazas públicas, etc. Por otra parte es ahora posible que una personalidad cómodamente sentada en su oficina dirija la palabra a todas las escuelas o ayuntamientos de la nación, por ejemplo, es decir, dirigirse simultáneamente a millones de personas.

La serie de aplicaciones de que puede ser objeto este sistema, ya sea como difusor de las ideas o del arte, las iremos exponiendo en el curso de este capítulo. En este momento deseo señalar al lector que he elegido para describirlos en esta

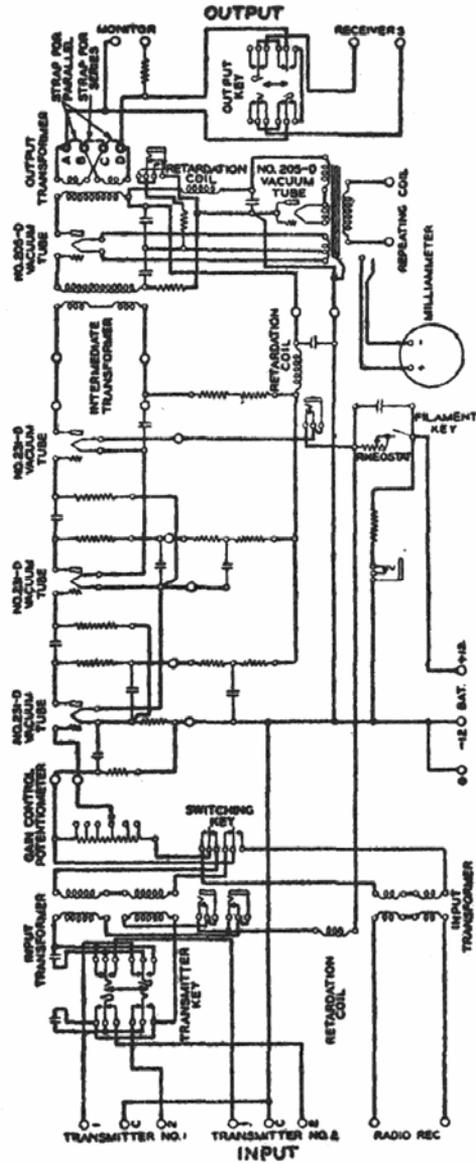


Fig. 41.— Esquema del amplificador Western Electric, especialmente estudiado para instalaciones de escuelas o similares

obra, los aparatos que han estudiado y construido los que más han hecho en el arte de la transmisión de los sonidos; me refiero a los trabajos que conjuntamente han hecho los Laboratorios Bell, los Laboratorios de la American Telephone & Telegraph y los Laboratorios de la Western Electric.

Desde el 11 de Noviembre de 1921, que con motivo del día del armisticio se realizó en Washington una gran instalación de altavoces potentes que difundieron los discursos en el Parque de la ciudad así como, transmitidos por línea fueron oídos en muchas ciudades de la Unión (Nueva York, San Francisco, etc.), desde entonces, durante estos diez años, han perfeccionado estos equipos culminando con la instalación hecha en el mayor hall del mundo: el Atlantic City Convention Hall.

Entre los numerosos tipos de instalaciones que actualmente construye la Western Electric citaré uno que es particularmente interesante por sus numerosas aplicaciones. Me refiero al modelo transportable destinado a las escuelas y auditorios reducidos, como por ejemplo teatros, grandes almacenes, etc.

Su alimentación total se obtiene con una simple derivación al sector del alumbrado eléctrico de corriente alterna. o continua, mediante un pequeño convertidor. El esquema de conexiones del amplificador, órgano esencial del equipo, se indica en la Fig. 41; está contenido en una caja especial, del tamaño de una maleta. Según se ve, los acoplos de las válvulas se hacen mediante transformadores y resistencias con la finalidad de reproducir fielmente los sonidos sin distorsión, asegurando, no obstante, un volumen adecuado. El volumen de los sonidos es desde luego controlado mediante un potenciómetro conectado en el circuito de la rejilla de la primera válvula.

Los altavoces utilizados son de distintos tipos según la sala o habitación donde se instale, aunque el principio del órgano que transforma la energía eléctrica en acústica (receptor) son todos ellos iguales, reproduciendo en la Fig. 42 una vista, en corte, del mismo.

Un tipo clásico de instalación del tipo que acabamos de indicar es la que se indica en la Fig. 43, destinada a una escuela; las cosas están dispuestas de tal manera que los altavoces de las clases pueden conectarse con el despacho del director, con la clase de música, etc., o con la línea telefónica y poder, entonces oírse en las clases y en la Rectoría las conferencias dadas en otra ciudad por distante que esté.

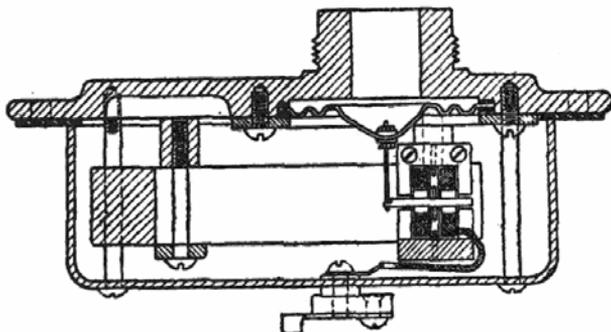


Fig. 42.— Corte de un altavoz destinado a radiar grandes cantidades de energía acústica.

La potencia de la energía eléctrica modulada (1) que pueden deliberar los amplificadores que alimentan los altavoces es muy variada. Desde unos 5 vatios, en los tipos pequeños, pueden alcanzarse fácilmente unos 20 vatios; en casos de grandes instalaciones se utilizan generalmente más de 10 vatios de potencia modulada.

Las aplicaciones que pueden tener los amplificadores alimentando altavoces potentes son muy numerosas, algunas de ellas muy lucrativas y otras muy útiles. Vamos a citar algunos ejemplos, dejando para tratar en capítulo aparte, las instalaciones de cine; ya veremos que en aquel caso se trata sencillamente de una instalación de altavoces, alimentados por un amplificador potente, estando los sonidos registrados en la película misma, en una banda estrecha de distintas tonalidades de transparencia.

(1) Decimos potencia modulada para saber la cantidad de energía que hace variar la modulación, única que interesa para actuar en los altavoces, sin tener en cuenta la energía o potencia que disipa la válvula en ausencia de modulación.

Veamos algunas aplicaciones.

a) Actualmente se utiliza, en París, la reproducción de discos, con pick – up, como un espectáculo público. Así como hasta ahora han habido cines mudos, ahora hay el espectáculo puramente auditivo; contrariamente a lo que podría pensarse, el público acude en cantidades tales que con frecuencia se agotan las localidades. La sala de espectáculos se parece a los cines pequeños. Hay un reducido ecrán que se utiliza para proyectar la letra de las canciones. Cuando el disco es puramente musical, la sala se ilumina de tonalidades azules o rojas, a semi – obscuridad. Debajo del pequeño ecrán hay dos altavoces, del tipo electrodinámico y desde una habitación contigua, donde hay instalados el amplificador y el grupo pick–up disco, se controlan las emisiones. Digamos, finalmente, que estos espectáculos son entretenidos por casas vendedoras de discos.

b) Para alternar con los programas de las emisoras, la utilización del amplificador del aparato de radio para difundir discos es muy utilizado en bares, cafés, etc.; esta combinación es hoy día muy vulgarizada en la mayoría de ciudades españolas. Sin embargo, lo que constituye una novedad en España es la difusión de discos en los distintos departamentos de los grandes almacenes de ventas; música selecta y que los sonidos se caracterizan no por su volumen estentóreo sino por su nitidez y calidad, cualidades que no siempre se buscan en los amplificadores modernos. La Fig. 44 muestra uno de estos establecimientos.

c) En ciertas ciudades de los Estados Unidos hay instalados altavoces, alimentados desde el Ayuntamiento, que comunican a ciertas horas del día noticias, música, discursos, busca de niños perdidos, etc., que el público escucha con verdadero interés, como puede apreciarse en la Fig. 45.

d) En los campos deportivos se instalan grupos de altavoces que se utilizan para dar detalles del juego, música en los intervalos, noticias de interés general, objetos perdidos, personas que se buscan y alguno que otro anuncio, deslizado muy discretamente (Fig. 46). Asimismo, en los grandes

periódicos, se instalan, los domingos, altavoces que van dando la marcha que siguen los juegos deportivos que se están jugando en distintas ciudades del país.

e) Es necesario hacer notar que hoy día no se concibe un acto político importante que tenga lugar en un gran teatro, arenas o stadium sin una instalación de altavoces que lo difunda de forma que el orador, hablando en voz natural, sin esfuerzo alguno, difunda el discurso de forma que todo el auditorio lo oiga sin perder palabra (Fig. 47).

f) En las grandes fábricas modernas se instalan altavoces también, y si bien parece completamente superfluo, el número creciente de instalaciones de esta clase demuestra precisamente lo contrario. Se utilizan para dar instrucciones, llamar a ciertos operarios, para casos de urgencia y, en general, para estar la dirección y jefes de talleres constantemente en contacto con todos los operarios o sólo algunos de las secciones (Fig. 48).

g) Queremos señalar aún otra aplicación de los sistemas de altavoces. Se refiere a indicar las salidas de los trenes en las estaciones de ferrocarril, en los halls de espera, servicio que ya existe en las estaciones de París desde muchos años.

h) Para llamar a los coches particulares a la salida de los grandes teatros.

i) Podríamos señalar aún una serie de otras aplicaciones que nos contentaremos con indicar: grandes edificios en construcción para dar órdenes generales; Estaciones marítimas; Departamentos de Policía y de Bomberos; Hoteles, para dar música o avisos en caso de urgencia; Hospitales; Cárceles; Colegios y Universidades; Periódicos; Parques de Recreo; Congreso; Ayuntamientos; Trasatlánticos; Campos de Aviación; y un sinfin de otras aplicaciones que dependen del espíritu de la ciudad donde se piensan hacer estas instalaciones.

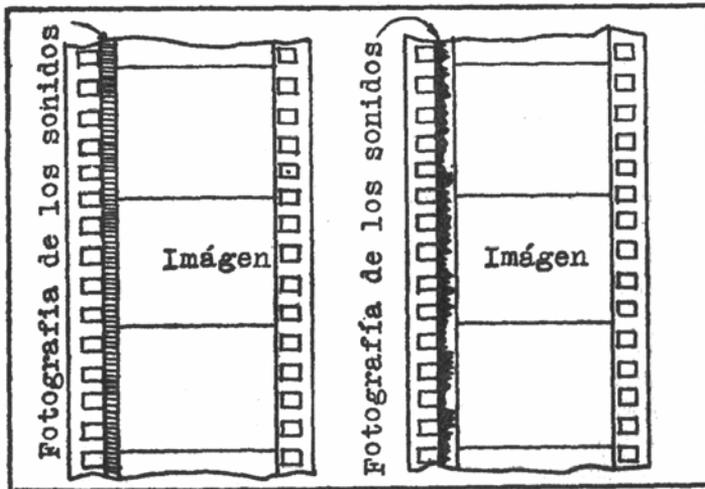
Creo haber dado una idea de lo que puede hacerse con los altavoces alimentados por un amplificador, con un micrófono para dirigir la palabra y un pick-up para difundir música de discos, dejando ahora a la iniciativa del lector el aplicarlos según las circunstancias.

## CAPÍTULO V

**El cine sonoro**

Aunque parezca un poco fuera de lugar el cine hablado en un libro que trata de las aplicaciones modernas de la radio, diré, no obstante, que fundándose en el empleo de la válvula electrónica cabe dentro del margen de esta obra ya que, en realidad, se trata de una instalación de altavoces alimentados por un amplificador.

La sincronización de los movimientos y la palabra es un problema que desde hace muchos años se ha procurado resolver combinando el cine y el gramófono; incluso hoy día, en las instalaciones más modernas, tales como la del Gaumont-Palace de París, inaugurada este verano, tiene los proyectores equipados para poder utilizar también los discos, aunque no los utilizan.



Figs. 49 y 50.— Las dos formas actualmente usadas para fotografiar los sonidos en la misma película en una estrecha tira lateral.

Actualmente se emplea universalmente el procedimiento ideado por el Dr. de Forest, inventor de la válvula de tres electrodos, que consiste en inscribir fotográficamente los sonidos al margen de las imágenes, en una estrecha banda de unos dos milímetros, constituida por apretadas líneas paralelas, de distinta transparencia y cuya tonalidad representa la intensidad y la altura del sonido registrado (Fig. 40). Es natural que registrándose sobre una misma película las imágenes y los sonidos el sincronismo entre el gesto y la palabra es perfecto.

Como que la inscripción de los sonidos en una película consiste en fotografiar, a cada instante, una cantidad de luz que sea proporcional a una cantidad de electricidad generada por un micrófono, hay dos principios fundamentales de inscripción: el del Dr. de Forest que ya he señalado y otro que consiste en ennegrecer variablemente la anchura de la tira destinada a la inscripción de los sonidos (Fig. 50). En este último caso la cantidad de luz que pasará a través de la película dependerá de la parte blanca que quede no ennegrecida.

Este último sistema, que mereció en un principio un gran favor en Francia va siendo abandonado cada vez más debido a la muy notable superioridad del sistema del Dr. de Forest.

Dejando aparte lo referente a la impresión y reproducción de las imágenes, nos ocuparemos solamente de lo que se refiere a los sonidos. Según esto ya vemos que en la impresión es necesario transformar la música, la palabra o el canto en energía eléctrica; esto es inmediato mediante un micrófono, en una forma en un todo semejante a la utilizada en los estudios de las emisoras de radiodifusión; bien que en el caso de la impresión de películas sonoras es necesario extremar las precauciones para evitar la producción de ecos y a veces, producirlos parcialmente, para que ataquen al micrófono según cierto ángulo. Es éste un asunto de técnica sobre el cual no puedo insistir en este momento.

Una vez tenida la transformación de los sonidos en corrientes eléctricas, se trata de transformarlas en variaciones de luz de tal forma que la intensidad luminica varíe rítmica-

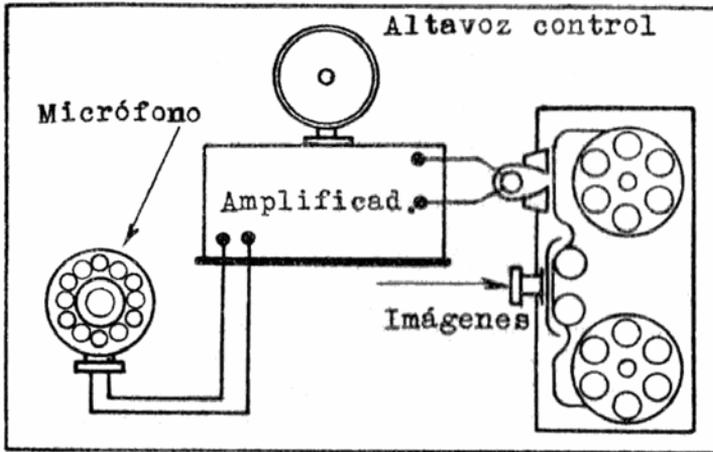


Fig. 51.— Principio de la impresión de película sonora. El micrófono recoge los sonidos, que una vez transformados en corrientes y amplificados, actúan en una lámpara de neón, cuyas variaciones de brillo van retratando los sonidos en una estrecha banda de la película

mente con las variaciones de la corriente eléctrica. Una vez esto conseguido, podremos fotografiar en una tira de película estas variaciones instantáneas de luz con lo cual habremos conseguido retrasar los sonidos (Fig. 51).

Para reproducir las inscripciones sonoras, se hace pasar un haz de luz a través de la película, cuya intensidad dependerá de su transparencia, y esta cantidad de luz, variable a cada instante, se hace incidir sobre la superficie sensible de una célula fotoeléctrica, transformándose, como ya sabemos, las cantidades de luz en cantidades de energía eléctrica. Sin ningún esfuerzo el lector comprenderá que el ritmo de las variaciones de la corriente eléctrica producida por la célula fotoeléctrica será en cada instante dependiente de la transparencia de la película, la cual a su vez dependiente de la corriente generada por el micrófono; en resumen, que si intercalamos en el circuito de la célula un teléfono, oiremos los sonidos retratados en la película.

Según ya explicamos al principio de esta obra al dar una

ligera idea de lo que son las células fotoeléctricas, ya hicimos resaltar las minúsculas potencias que ponen en juego y como que en la aplicación industrial del cine sonoro se trata no de oír con un auricular sino radiar una gran cantidad de energía acústica, será imprescindible amplificar la energía deliberada por la célula fotoeléctrica mediante un amplificador constituido por varios pasos de válvulas electrónicas. Para tener una idea del orden de la amplificación necesaria, en el Gaumont Palace de París se amplifica un millón de veces, alimentándose grupos de cuatro altavoces con una potencia modulada de 20 vatios.

Ahora que el lector tiene una idea de conjunto, deseo darle alguna explicación complementaria para que sepa lo que son esta clase de instalaciones cuya reproducción de sonidos buena o mala, sin duda alguna aprecia numerosas veces. Describiré brevemente la inscripción de los sonidos en la pe-

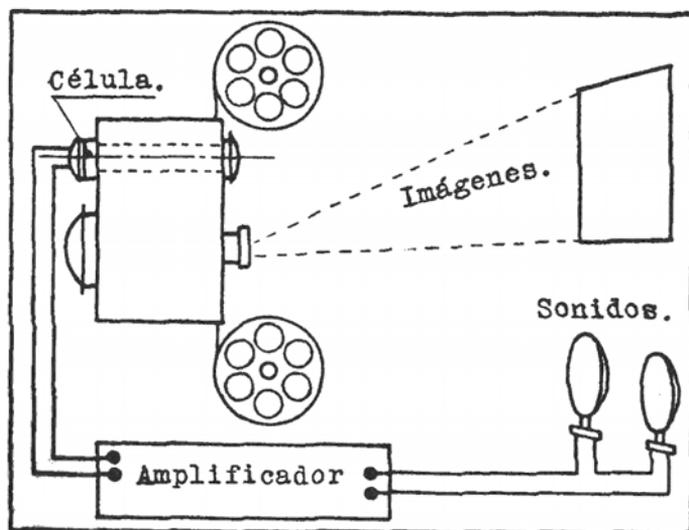


Fig. 52.— Principio de la proyección de películas sonoras. La célula recoge las variaciones de intensidad luminica, transformándolas en corrientes eléctricas que, previamente amplificadas, alimentan los altavoces de la sala de espectáculos.

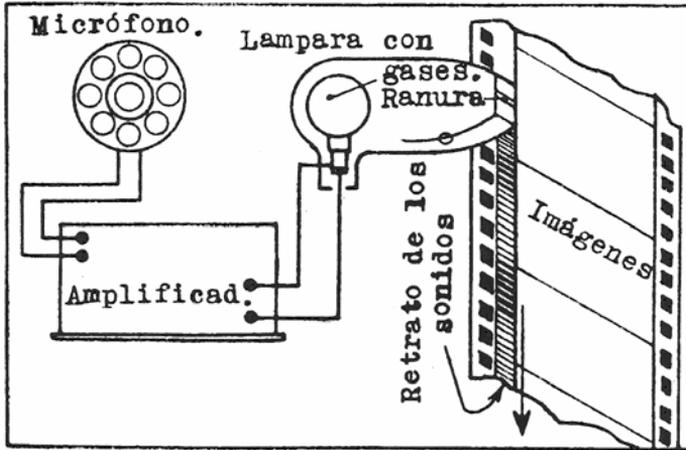


Fig. 53.— Detalle de como las corrientes microfónicas una vez amplificadas actúan en la lámpara especial, cuyo brillo depende de la corriente que la atraviesa y forma en que van retratándose los sonidos.

lícula y luego insistiré especialmente en la proyección. En el estudio donde se impresionan las películas habladas se disponen las cosas de tal manera que un micrófono recoge las vibraciones sonoras de la palabra, música, etc. En una habitación contigua hay un amplificador controlado por un operador experto, que va graduando la amplificación guiándose por el volumen de los sonidos que oye con un altavoz. Las corrientes así graduadas van a aplicarse a un tubo que contiene ciertos gases cuya iluminación (1) varía con la corriente aplicada a cada instante. Esta lámpara se coloca en un sitio de la cámara donde el movimiento de la película es uniforme, es decir, ante uno de los dos bucles formados para poder constituir el movimiento intermitente de la película con el fin de hacer las 16 o más imágenes por segundo. Detrás de la mencionada lámpara se coloca una ventanilla, del orden de 3 milésimas de milímetro de abertura (en el sentido del desplazamiento de la película) y unos 3 milímetros de

(1) Ver Capítulo III, Parte II, Radiovisión.

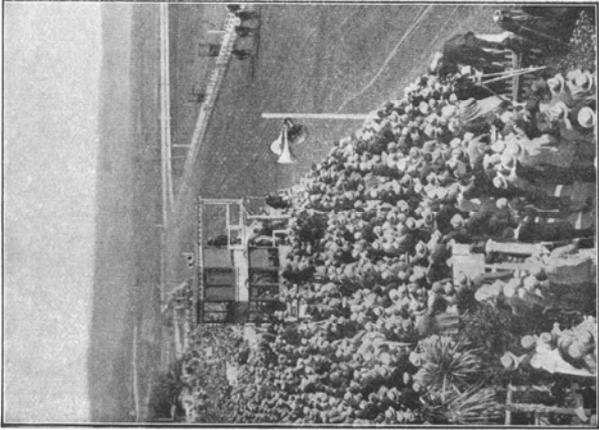


Fig. 46.— En los hipódromos y en los campos deportivos de las naciones más progresivas, se ven instalados altavoces.

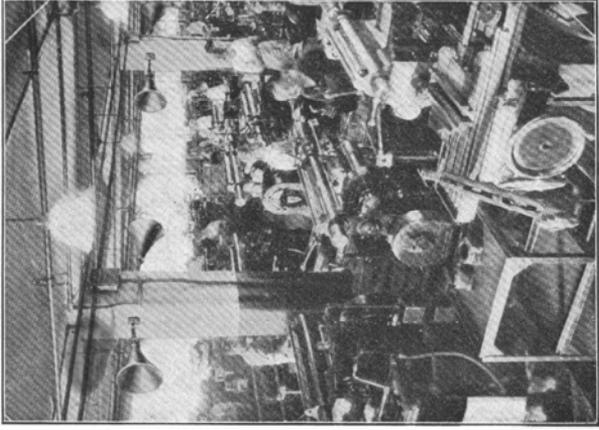


Fig. 47.— En las fábricas más modernas de Norte América, los altavoces se consideran un complemento necesario.

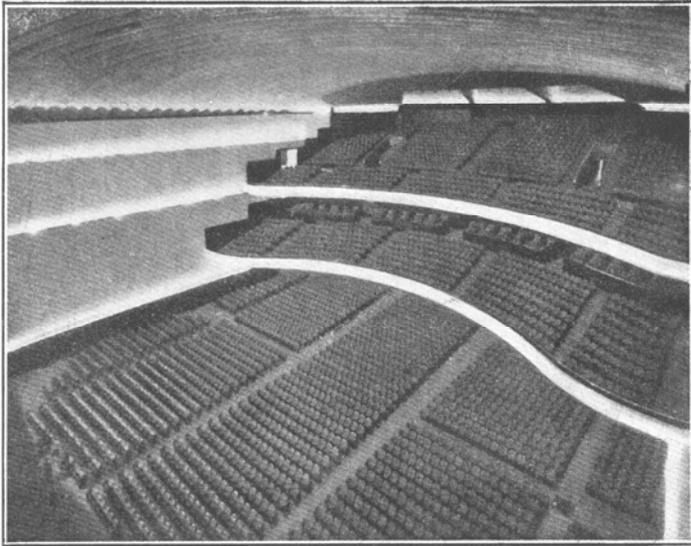


Fig. 55.— Aspecto de la Sala del Gaumont Palace, de París, cuya capacidad es de 6.000 butacas.

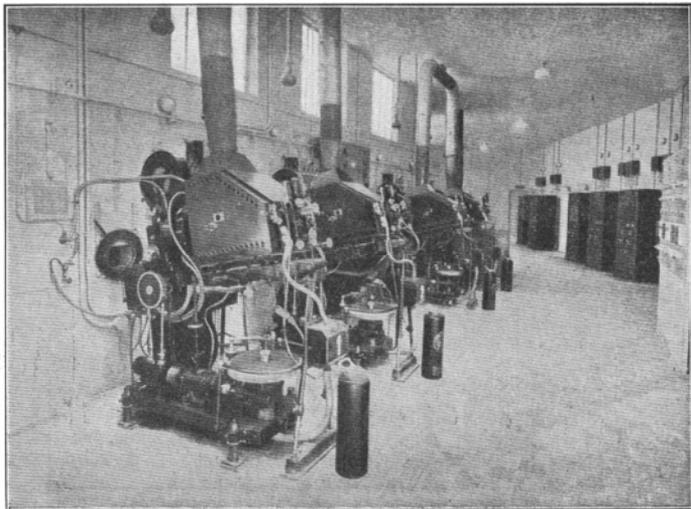


Fig. 56.— Grupo de cuatro proyectores del Gaumont Palace, equipados para cine sonoro.

ancho. Esta ventanilla está colocada casi junto donde hay las perforaciones destinadas a desplazar la película; ésta pasa rozando detrás de la ventanilla con el fin de que su imagen no se agrande sobre la película (Fig. 53). Como que el movimiento del film es continuo, las variaciones de intensidad lumínica de la lámpara que contiene gases impresionará la película, según su brillo instantáneo, de donde resultará que una vez revelada y fijada la película veremos una serie de rayas muy juntas, de transparencia variable. Digamos, finalmente, que la nitidez de la impresión de los sonidos será tanto más perfecta cuanto más estrecha sea la ventanilla, aunque parece que la abertura del orden de dos milésimas de milímetro es bien suficiente si se tiene en cuenta la velocidad del desplazamiento de la película (hoy día se hacen más de 20 imágenes por segundo) y las frecuencias relativamente bajas que se inscriben; un sencillo cálculo aritmético demuestra que las vibraciones quedan suficientemente distanciadas al ser fotografiadas en la película.

La proyección de las películas sonoras se hace en una forma simple y rutinaria, como las películas mudas, si la instalación está bien hecha y los aparatos son de calidad. Como que este asunto no interesa al lector vamos a explicar el mecanismo de la transformación de los sonidos fotografiados a un lado de la película para que accionen los altavoces.

La máquina proyectora lleva un sistema óptico adicional, colocado sobre el sistema de proyección de las imágenes a una altura igual a la que está colocada la lámpara con gases en la cámara impresora. De esta forma, en ambos casos, nos encontramos no sólo en la parte donde la película se desplaza con movimiento uniforme sino que la distancia o decalage entre las imágenes y los sonidos es el mismo, tanto en la impresión como en la proyección.

Una lámpara, mediante un sistema de lentes, concentra la imagen del filamento sobre una abertura o ventanilla igual que la descrita en el caso de la impresión (Fig. 54). Detrás, muy junto a esta ventanilla, se desplaza la parte de película que tiene fotografiados los sonidos, es decir, la tira de líneas

de transparencia variable, de forma que la luz procedente de la lámpara pasará más o menos a través de la película según sea su transparencia; en otras palabras, los sonidos retratados controlarán la cantidad de luz procedente de la lámpara. Esta cantidad de luz variable se envía a una célula fotoeléctrica, la transforma en energía eléctrica y se amplifica muchísimo para alimentar a los diversos grupos de altavoces. El conjunto de este proceso se indica en la Fig. 52.

Luego ya vemos que todo cuanto hay en la reproducción es un amplificador de baja frecuencia, alimentando un sistema de altavoces, problema éste resuelto desde hace más de diez años.

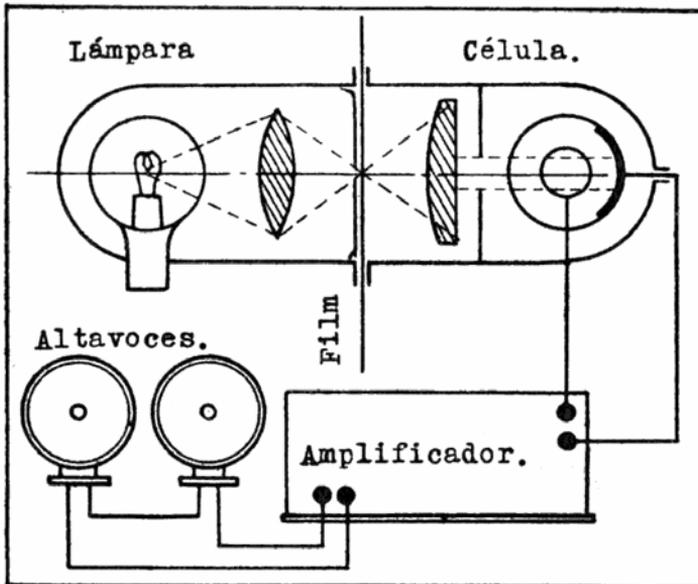


Fig. 54.— La película, al desplazarse, es explorado el margen, donde hay retratados los sonidos, por una banda luminosa muy intensa. La transparencia variable de las rayas hace variar esta intensidad luminica y por lo tanto la célula reproduce corrientes semejantes a las del micrófono en la impresión, corrientes que al aplicarse a los altavoces reproducen la música o el canto, palabra, etc., impresos en la película.

La fidelidad de la reproducción del cine hablado depende de muchas causas, pero en realidad puede reunirse en dos grupos: condiciones acústicas del local y construcción del amplificador. Las condiciones del local deben estudiarse en cada caso particular siendo un modelo de minucioso estudio de los menores detalles el Gaumont Palace de París, con 6.000 butacas, sin que haya una sola de ellas donde se observe el menor efecto de eco, o sombra sonora; bien que las soluciones adoptadas hacen honor al grupo de ingenieros especializados en la electro-acústica, una de las especialidades más brillantes de la alta técnica francesa.

El segundo punto, el amplificador, debe, como condición esencial, amplificar sin distorsión; cosa que sólo es posible conseguirlo si ha sido construido en un Laboratorio de una compañía especializada, desde muchos años, en radiotelefonía. Admitiendo que el amplificador existe, debemos de hacer resaltar que la instalación tiene una importancia capital, sobre todo para compensar los efectos de resistencia, a fin de que todos los altavoces estén igualmente alimentados, etcétera, etc.

Vamos a dar algunos detalles de la instalación del Gaumont Palace de París, por ser la instalación mayor del mundo que, actualmente existe y por haber resuelto en la misma todos los problemas más delicados que pueden presentarse en la electro-acústica. Su inauguración, efectuada el 18 de junio de 1931, indica cuán reciente es dicha instalación.

La sala contiene 6.000 butacas y su aspecto general lo indicamos en la Fig. 55. Mide 35 metros de ancho por 60 de profundidad y una altura de 25 metros, es decir, que tiene un volumen de unos 60.000 metros cúbicos, sin contar la escena que tiene 22 metros de ancho por 11 de profundidad.

Teniendo en cuenta que los sonidos recorren unos 350 metros por segundo y que las imágenes se propagan aproximadamente un millón de veces más rápidamente, se concibe la dificultad que representa el que desde todos los puntos de la sala se pudiese ver y oír sin notar diferencia de sincronismo entre el gesto y la voz.

Desde el punto de vista de la proyección la tarea no era menos ardua. El écran está previsto, sea para una proyección normal, de 8 por 10,66 metros, sea para una proyección de 12 por 16 metros. El pasar de una proyección a la otra se hace por medio de un sistema de cortinas de terciopelo, mandadas directamente desde la cabina de proyección situada a 70 m. del écran.

El equipo cinematográfico y electro-acústico han sido realizados de la forma siguiente:

La cabina de proyección (Fig. 56), mide 4 por 26 metros, conteniendo los aparatos siguientes: 4 proyectores sonoros, modelo Radio Cinema 1931, equipados con proyectores Chronoseg y arcos a gran potencia, pudiendo funcionar a 225 amperios. Cada uno de estos cuatro proyectores tiene un obturador especial, recientemente creado por Radio Cinema y que, gracias a la forma y a la disposición de sus palas, permite, primero, obtener una luz muchísimo más intensa y luego dar al film un enfriamiento suplementario; el enfriamiento normal está asegurado por un depósito a circulación de agua continua y por aire comprimido. En esta forma el film no se calienta lo más mínimo al pasar por el proyector y se conserva intacto.

La cabina de proyección contiene además una linterna para la proyección de placas con impresiones de colores; 6 proyectores de escena; y 5 amplificadores a gran potencia (Fig. 57) funcionando a una tensión de 3.000 voltios y susceptibles de producir cada uno, sin distorsión, una potencia modulada de 200 vatios.

Cada uno de estos amplificadores está previsto para alimentar 4 altavoces y para ser utilizados ya sea para la reproducción sonora o bien para reforzar la orquesta.

A fin de evitar, durante una representación, las interrupciones causadas por un desarreglo fortuito de uno de los dos aparatos, todo se ha previsto para evitarlo. Para ello se puede utilizar un proyector cualquiera con uno u otro de los amplificadores y con no importa qué grupo de altavoces y todo esto por una simple maniobra de un tablero de mando. Los

tableros de distribución, comunicación, mando y control de todos estos aparatos tienen por lo tanto una importancia capital: cubren unos 30 metros cuadrados. En fin, hay un sistema de señales luminosas que permite controlar todas las operaciones desde la cabina.

Durante las proyecciones normales, sólo dos proyectores y dos amplificadores hay en servicio; los otros aparatos, listos para ser inmediatamente utilizados, sólo sirven como aparatos de socorro en caso de avería.

El ecrán está constituido por un tisú cauchutado especialmente, a un elevado rendimiento luminoso y de una perfecta transparencia a todas las frecuencias acústicas. Mide 12 por 16 metros y se reduce a las dimensiones de proyección normal, o sea 8 por 10,66 metros, por un sistema de cortinas de terciopelo negro, maniobradas automáticamente desde la cabina a fin que la abertura y el cierre de estas cortinas coincida exactamente con la amplificación o reducción de la imagen. La marcha y el paro de los motores que sirven a esta maniobra son mandados por un sistema especial de contactos y el paso del ecrán normal al gran ecrán, o sea el paso de una superficie de 100 metros cuadrados a una superficie de 200 metros cuadrados se efectúa en dos segundos.

Un chasis especial soporta todo el dispositivo ecrán y cortinas, así como los altavoces de gran potencia. Estos son en número de 16, o sea 4 grupos de 4 altavoces; como que sólo se utilizan 8, los otros sirven para socorro en caso de avería.

A fin de que todos los espectadores puedan oír perfectamente, todos los altavoces han sido orientados de tal forma que cada espectador se encuentre en el cono de difusión de al menos un altavoz. Esta disposición ha sido facilitada por la maravillosa acústica de la sala, habiéndose podido comprobar desde todos sus sitios una audición perfecta, tanto en los sitios más alejados como en los sitios donde podría suponerse la existencia de un refuerzo. En fin, al lado de la orquesta el volumen de los sonidos es agradable, a pesar de hallarse a proximidad de los altavoces más potentes.

Los ingenieros que estudiaron esta instalación no se con-

cretaron a obtener una buena reproducción sonora del film. Temieron que la orquesta, dadas las grandes dimensiones de la sala, no se oyese bien desde todas las localidades y por lo tanto estudiaron el remedio antes de aparecer el mal. Para ello se ha realizado un sistema de amplificación destinado a reforzar la orquesta y eventualmente los cantores sobre la escena, ya que dicho sea entre paréntesis, en París hoy día nadie resistiría un programa de sólo cine sonoro; lo combinan con cuadros artísticos, solos instrumentales acompañados por la orquesta, selección de óperas, generalmente con un tenor y un barítono, etc., etc. Esta instalación comprende 4 micrófonos, colocados cerca de los músicos, y un amplificador microfónico dispuesto en el foso donde hay la orquesta. La corriente musical ya así convenientemente amplificada es enviada a la cabina, a uno de los 5 amplificadores de potencia ya mencionada (Fig. 57), que acciona, bien 4 altavoces situados en los dos lados de la escena, o bien 4 altavoces instalados en el techo de la sala. La gran dificultad técnica de esta instalación consiste en las oscilaciones que se producen entre micrófono y bocina al recibir el micrófono los refuerzos del altavoz: el resultado es que se produce una nota musical cuya frecuencia depende del tiempo que tardan los sonidos en propagarse desde el altavoz hasta el micrófono. Esta dificultad ha sido evitada a pesar de la enorme amplificación de los sonidos. Asimismo procuré, con toda mi atención, descubrir una diferencia del efecto entre los sonidos recibidos directamente por la orquesta y los reproducidos por los altavoces: la orientación de los altavoces es tan acertada que moviéndome por los distintos puntos de la sala y subiendo a los pisos no pude notar el menor efecto de refuerzo, es decir, que la ilusión es completa de que los sonidos que se oyen provienen sólo de la orquesta. Una innovación más, entre las muchísimas que tiene esta instalación, consiste en haber dispuesto una cabina especial, situada en la planta baja, con dos equipos completos de micrófono y pick-up, dispuestos para accionar 16 altavoces repartidos en los corredores del cine y 4 en la sala, sobre el ecrán. Esta instalación, alimentada por

acumuladores, es completamente independiente del sector y por lo tanto permite dirigir la palabra al público en caso de avería, accidente, para evitar pánicos, etc., y asimismo se utiliza para reproducir algún disco durante los intervalos.

El estudio de las condiciones acústicas de la sala ha sido hecho con una minuciosidad que anticipadamente había asegurado el éxito. En efecto, no es suficiente tener aparatos reproductores de una gran fidelidad, es preciso asimismo un arreglo de la sala para que sea propicia a una buena reproducción. Este problema presenta un gran número de dificultades: estudio del perfil de las paredes (muros, techos, balcones, etc.) elección de los materiales más favorables, repartición juiciosa, etc., ya se resuelven, aunque difícilmente, en las salas de mediana importancia cuando se quiere asegurar la difusión de una sonoridad perfecta, una reproducción sin alteración ni deformación y sin efecto de eco, es decir, asegurar al espectador una audición excelente desde todos los puntos de vista.

Es evidente que en el caso del Gaumont Palace, que es indiscutiblemente la más grande sala de cine del mundo, estas dificultades tomarían grandes proporciones y sin embargo fueron resueltas por la adopción de los principios siguientes:

a) *Techo.* — Está constituido por una bóveda que habría producido efectos desastrosos a consecuencia del eco. Para suprimirlo se hizo un sistema de 30 bovedillas (visibles en la Fig. 55) recubiertas de fieltro de 3 centímetros de espesor para absorber parcialmente los sonidos. Aunque la altura de estas bovedillas es constante, su paso va aumentando a medida que se acercan al fondo de la sala con el fin de hacer variar los ángulos de reflexión.

b) *Paredes de la sala.* — Tienen una superficie de 1.200 metros cuadrados y han sido tratadas con tres capas superpuestas de: una de lana de amianto, directamente contra el muro; una segunda de paño de fieltro, y finalmente, una capa de fieltro pintada al aire comprimido. Las paredes de los balcones y galerías han sido recubiertas de fieltro así como el fondo de la escena, que ha sido revestido de muselina.

c) *Aislamiento de la calle.* — Se tuvo en cuenta al estudiar esta instalación los ruidos procedentes del exterior, puesto que el Gaumont Palace está situado en un sector muy bullicioso de París. A fin de obtener este resultado se han doblado las paredes aislantes situadas al lado de la calle.

Resumiendo, se ha de indicar el éxito completo que ha tenido esta instalación, que constituye una verdadera escuela de electro-acústica y cine. Las paredes, bien que absorbiendo una gran cantidad de la energía acústica para evitar efectos de eco, reflejan, no obstante, parte de esta energía para dejar brillo a las frecuencias musicales, especialmente las comprendidas entre 20 y 10.000 periodos por segundo, reuniendo así en una sola obra el mayor cine del mundo y la mejor sala de conciertos.

Bien que sea independiente de la parte técnica de la instalación deseo indicar un complemento de ella: me refiero al sistema de proyectores luminosos. Durante las representaciones se hace una serie de efectos de colores, que cambian constantemente de tonalidades, producidas por reflectores situados en el techo de la sala en unas cabinas disimuladas colocadas en el medio y en los lados del techo así como de dos o más proyectores de la cabina de proyección. Digamos, finalmente, que el sistema de iluminación, visible en la Fig. 55, cambia asimismo de coloridos.

## CAPÍTULO VI

### **La transmisión de los colores**

Una onda continua puede modificarse con una frecuencia cualquiera a condición de ser muy inferior a la de la onda portadora. Es el principio bien conocido de la radiotelefonía que una frecuencia musical modula una onda, cuya frecuencia acostumbra a ser del orden de un millón de periodos por segundo.

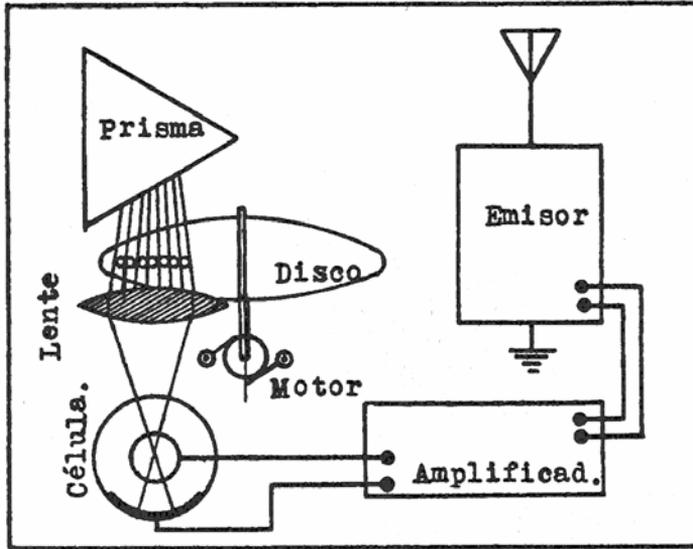


Fig. 58.— Esquema de conjunto del transmisor de radiocoloración.

Este mismo principio puede utilizarse para transmitir vibraciones que no sean precisamente musicales, sino que procedan de un fenómeno cualquiera, utilizándose la radio solamente como vehículo de la modulación, es decir, reemplazar una línea eléctrica. Entre las muchísimas aplicaciones que pueden obtenerse modulando una onda continua, se me ocurrió, en 1921, utilizarla para transmitir los siete colores fundamentales (1).

En principio, para utilizar la radio para transmitir un fenómeno cualquiera, hay que empezar por transformar los efectos de este fenómeno en una frecuencia baja, esto es, de a lo sumo 10.000 periodos por segundo; esta frecuencia conseguida, se utiliza para modular la onda continua o portadora de la modulación. En la recepción, después de detectar la onda modulada para poner en efecto la baja frecuencia,

(1) Durante los años 1920 y 1921 publiqué en Inglaterra y en los Estados Unidos una serie de artículos de nuevas aplicaciones de la radio. Estos trabajos aparecieron en las revistas *Wireless World* y *Radio News*.

se trata de volver a reproducir el fenómeno que se transmitió utilizando para ello la frecuencia de la modulación, es decir, proceder inversamente que en la emisión.

Voy a describir mi sistema de transmitir colores por medio de la radio para ilustrar al lector sobre el principio que acabo de indicarla, a fin y efecto que sepa el procedimiento general a seguir y pueda utilizarlo en muchas aplicaciones.

En el transmisor se trata de transformar cada uno de los siete colores en una frecuencia musical bien definida para poder modular la onda continua. Para conseguir este objeto necesitaba que cada color me produjese un efecto distinto y lo primero que acudió a mi imaginación fué la propiedad que tiene el prisma de orientar los colores con distintos ángulos, es decir que automáticamente seleccionaba su canalización, por decirlo así. Colocando un disco que gire con velocidad uniforme en el trayecto que recorrerán los colores una vez desviados por el prisma, si en el lugar correspondiente a cada uno de los siete colores hay una serie de taladros dispuestos formando círculos concéntricos y cuyo número de agujeros sea distinto para cada color, es natural que habremos transformado un color en una frecuencia de destellos luminosos, cuyo valor será el número de revoluciones por segundo del disco multiplicados por el número de taladros. Detrás del disco se coloca una lente, para concentrar en su foco todas las variaciones luminosas, procedentes de los siete colores; en este foco se coloca una célula fotoeléctrica y ya tenemos la transformación completa de cada color en una corriente eléctrica de frecuencia bien definida.

Para fijar las ideas supongamos que del rojo al violeta, el número de taladros es sucesivamente de 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 y además que el disco gira a razón de 10 revoluciones por segundo. En estas condiciones, las frecuencias de la corriente producida por la célula fotoeléctrica para cada uno de estos colores, del rojo al violeta, serán respectivamente de 400, 500, 600, 700, 800, 900 y 1.000, es decir, de baja frecuencia, que sin dificultad alguna, después de ser convenientemente amplificadas, modularán la onda portadora.

Antes de describir la recepción desearía llamar la atención del lector para demostrarle que es posible transmitir, por un procedimiento similar, muchísimos otros fenómenos que podría interesar saber inmediatamente desde un sitio lejano, como por ejemplo, la velocidad del viento, las variaciones de temperatura, la velocidad de un vehículo, y un sinfín de otras aplicaciones que pueden ser extremadamente útiles a la Industria o a la Ciencia.

En el receptor es necesario deshacer lo hecho en el transmisor para poner en evidencia el fenómeno objeto de la transmisión. Materializando este principio en el ejemplo de los colores, se dispone en este caso (después del circuito de sintonía, detección y amplificación) un galvanómetro cuya desviación sea proporcional a la frecuencia de la modulación. En estas condiciones si hacemos que un rayo luminoso incida so-

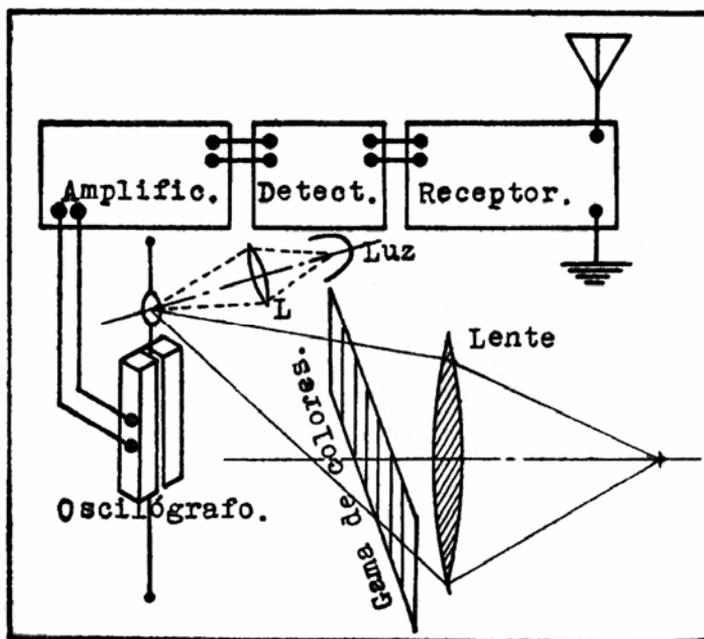


Fig. 59.— Esquema del receptor de radiocoloración.

bre un espejo fijo el equipo movable del galvanómetro, éste nos desviará el rayo luminoso en siete posiciones distintas al recibir las frecuencias de 400 a 1.000, correspondientes a los distintos colores.

Si en cada una de las siete posiciones del rayo reflejado del galvanómetro ponemos un cristal del color correspondiente en la emisión a aquella determinada frecuencia, es bien evidente que el rayo se coloreará del color del cristal que atravesará. Finalmente, un lente colocado detrás de la gama de colores reúne en un punto único, o bien en un écran, los diversos colores.

El sistema que acabo de indicar tiene como aplicación inmediata la transmisión de fotografías en colores, cuya adaptación es en extremo sencilla analizando el procedimiento clásico empleado (ver capítulo II).

En varias aplicaciones industriales puede mencionarse su posible adaptación al análisis automático de substancias colorantes, líquidos de diversos colores, y otros mil donde la calidad o propiedad de la materia analizada dependa de su colorido; en casos bien concretos se puede analizar un solo color con distintas variaciones de tonalidad, como por ejemplo en el caso de las hojas de tabaco, anilinas, etc., etc. Desde luego, en estas diversas aplicaciones no se trata de enviar estas observaciones por radio sino hacer que actúen directamente en un aparato que mida una intensidad eléctrica (mili o microamperímetro) cuyo sector graduado en 100 partes da, por lectura directa, una cifra que pueda expresar las cualidades de la substancia en estudio.

La pequeña digresión que he hecho sobre las posibles aplicaciones que pueden derivarse de la transmisión de los colores, no tiene otro objeto sino explicar al lector que la industria utiliza y necesita el aprovechamiento de ciertos fenómenos al parecer sin aplicación utilitaria.

## CAPÍTULO VII

### **Transmisión de la energía**

Después de estudios matemáticos por una parte y fórmulas empíricas por otra, actualmente se tienen fórmulas que permiten calcular la energía que se recibe, en un sitio determinado, a cierta distancia de la emisora. Estas fórmulas, desde luego, no tienen en cuenta los efectos de desvanecimiento de las ondas ni otras causas que modifican los resultados obtenidos en la recepción, pero dan, no obstante, cifras que son suficientes para el tema que estamos tratando.

En realidad, desde el momento en que se hicieron las primeras experiencias de radiocomunicación a fines del siglo pasado, varios matemáticos célebres dijeron que estas ondas no se prestarían a la comunicación de señales a grandes distancias debido a que su amplitud (que representa la energía transportada) debiendo decrecer con el cuadrado de la distancia, sólo produciría efectos a distancias muy limitadas. En aquellos momentos se fundaban las hipótesis en las teorías de la óptica, aunque después se ha comprobado que con las ondas electromagnéticas no decrece el efecto con el cuadrado de la distancia sino sencillamente con la distancia: gracias a esta feliz circunstancia existe la radio, puesto que si sólo se hubiese podido transmitir en una forma semejante a un faro, su interés habría sido muy limitado.

Pero cuando se transmitió a través del Canal de la Mancha, luego del Mediterráneo y finalmente a través del Atlántico, fue preciso reconocer la equivocación de las primeras hipótesis y desde aquel momento establecer nuevas teorías que estuviesen en concordancia con los resultados obtenidos prácticamente. Es precisamente esta serie de oscilaciones de la teoría, siempre pronta a reconocer y rectificar sus errores, modificándola según la realidad de las cosas, que ha hecho fuerte a la Ciencia, de forma que lejos de debilitarla la fortalece, puesto que constantemente busca como base la verdad.

Como que una comunicación radiotelegráfica no es sino un transporte de energía eléctrica entre emisor y receptor, utilizando como vehículo de la energía las ondas electromagnéticas, el primer problema que debió resolverse fué de saber qué potencia debía radiarse para recibir una cantidad de energía suficiente para hacer mover la membrana del teléfono receptor.

Sin entrar en detalles sobre los dilatados e importantes trabajos que las Naciones más interesadas en el problema llevaron a cabo, durante muchos años, diré solamente que Austín llegó a obtener una fórmula que permite, aproximadamente, tener una idea del orden de magnitud de la potencia que debe radiar la emisora, o bien, conociendo ésta y la distancia, poder prever cuándo se recibirá.

Esta fórmula era necesaria. En radio, como en toda Ciencia, lo que interesa es conocer una cifra: sin ella todo es vago. Después de los tanteos propios de todos los descubrimientos, la idea primera que acude al hombre de ciencia es saber *cuánto* y determinar la relación que existe entre lo que se consume y lo que se obtiene; precisamente la misión fundamental del ingeniero es aumentar este rendimiento: el motor Diesel, las turbinas, los reflectores de ondas cortas, etcétera, etc., no ha tenido otro objeto su estudio: aumentar la relación entre lo producido y lo gastado.

Esta relación, en radio, es muy pequeña, pequeñísima. En la antena emisora se gastan millares de vatios y en la antena receptora se reciben millonésimas de vatio y en la mayoría de los casos, una fracción muy pequeña de millonésima de vatio. Luego ya veremos que con los reflectores de las ondas cortas se ha conseguido aumentar el rendimiento 27 veces, cifra verdaderamente extraordinaria si se tiene en cuenta que el motor Diesel ha aumentado sólo unas 3 veces el rendimiento de la máquina de vapor y este aumento se considera, con justa razón, una de las palmas más gloriosas de la ingeniería moderna.

De todas las maneras, incluso utilizando reflectores para canalizar las ondas, la energía recibida es despreciable si la

comparamos con las cantidades usualmente empleadas en la industria, con la que consume una lámpara eléctrica de 5 bujías, por ejemplo. He puesto este caso bien concreto de una lámpara incandescente para aclarar ideas sobre un experimento, que parece que ahora se ha puesto de moda y sobre el cual se tiene generalmente, según he podido comprobar, una idea completamente equivocada. Me refiero al clásico experimento de encender una lámpara, todas las de una ciudad si así se quiere, mediante un procedimiento, más o menos perfeccionado, que ya experimentó Branly a fines del siglo pasado en el Trocadero, de París. Actualmente, según acabo de decir, se ha puesto de moda el encender la iluminación de una ciudad desde un sitio lejano, mediante las ondas electromagnéticas.

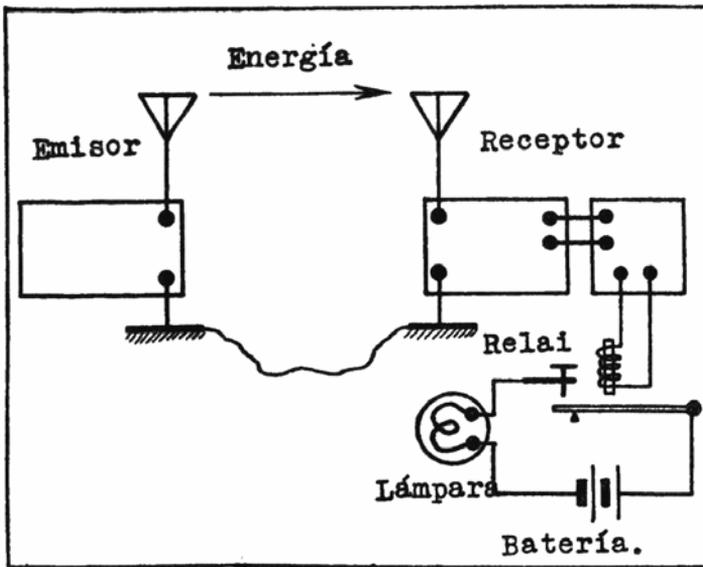


Fig. 60.— Esquema del procedimiento empleado para producir el movimiento de un mecanismo a distancia mediante la radio. Es un receptor telegráfico ordinario, sólo que el relai, en vez de inscribir un punto sobre la tira de papel, cierra un circuito local en el que puede conectarse lo que se quiera: un motor, lámpara, disparar un cañón, etc., etc.

El hecho en sí, es en extremo banal y para comprenderlo el lector basta que sepa que en la recepción radiotelegráfica a cada palabra que se recibe se repite varias veces esta experiencia: cerrar un circuito local, mediante un relai adecuado, que actúa un inscriptor Morse.

En el caso de querer encender una iluminación, un faro, poner un barco en marcha, un tren eléctrico, etc., etc., se dispone un radorreceptor sintonizado muy exactamente a la longitud de onda del transmisor y al funcionar éste enviando una raya por ejemplo, se recibe la señal por la antena, se detecta y amplifica lo suficiente para accionar un relai, el cual tiene por misión cerrar el circuito del aparato que se quiere accionar: lámpara, motores, etc.

El lector que ya conozca el Radio Control verá en la experiencia que acabo de mencionar el ejemplo más sencillo que puede realizarse, puesto que es de un solo mando. La Sociedad Francesa Radioeléctrica ha realizado el mando completo de una canoa automóvil, haciéndole hacer todas las evoluciones imaginables, pararla, volverla a hacer marchar, hacerla virar a babor, a estribor, cambiar las velocidades y para complicar más las cosas, se hicieron las operaciones de mando desde un avión que volando a gran altura dirigía el control del barco.

En todas las operaciones de Radio Control hay que tener bien presente un principio fundamental: la energía recibida por radio sólo sirve, una vez amplificada mediante válvulas electrónicas, para hacer funcionar un relai. Esta cantidad de energía es muy pequeña, despreciable, comparada con la que puede utilizarse en el circuito local del que forma parte el relai; bien entendido, la energía gastada en este circuito nada tiene que ver con la que se ha recibido por radio.

Una vez llegado a este punto puedo ahora aclarar el concepto equivocado que se tiene de las diversas experiencias que se hacen del Radio Control. En primer término es necesario hacer figurar el hecho de que las lámparas, motor, etc., que se pongan en funcionamiento desde un sitio lejano por medio de la radio no es accionado por la energía que trans-

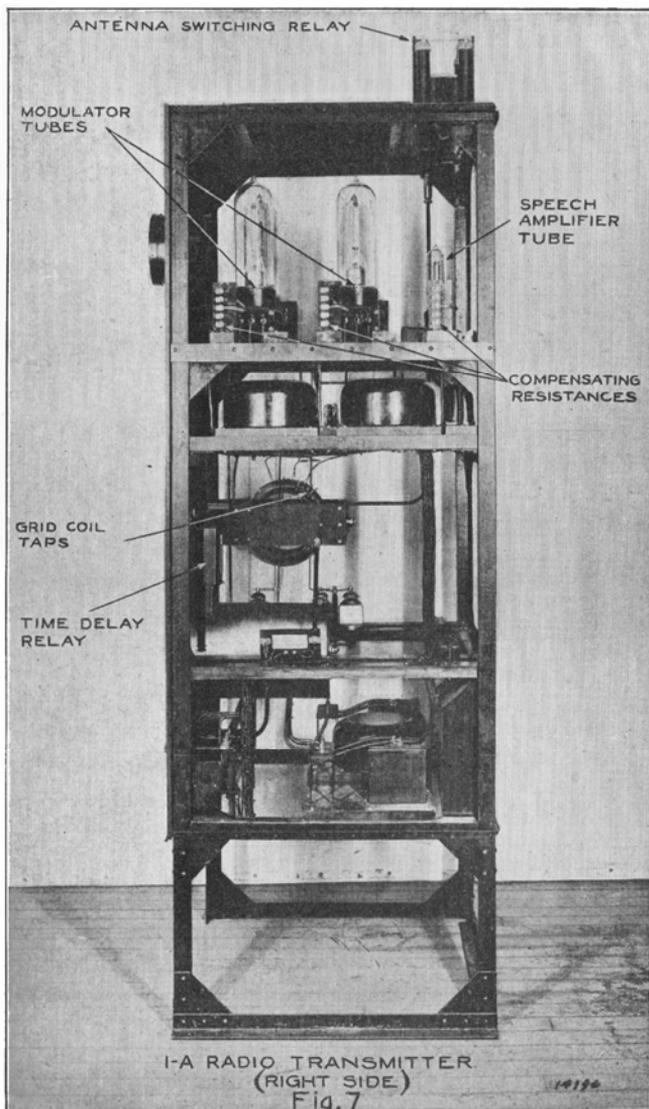


Fig. 65.—Vista lateral de la emisora Western Electric de 500 vatios en la antena

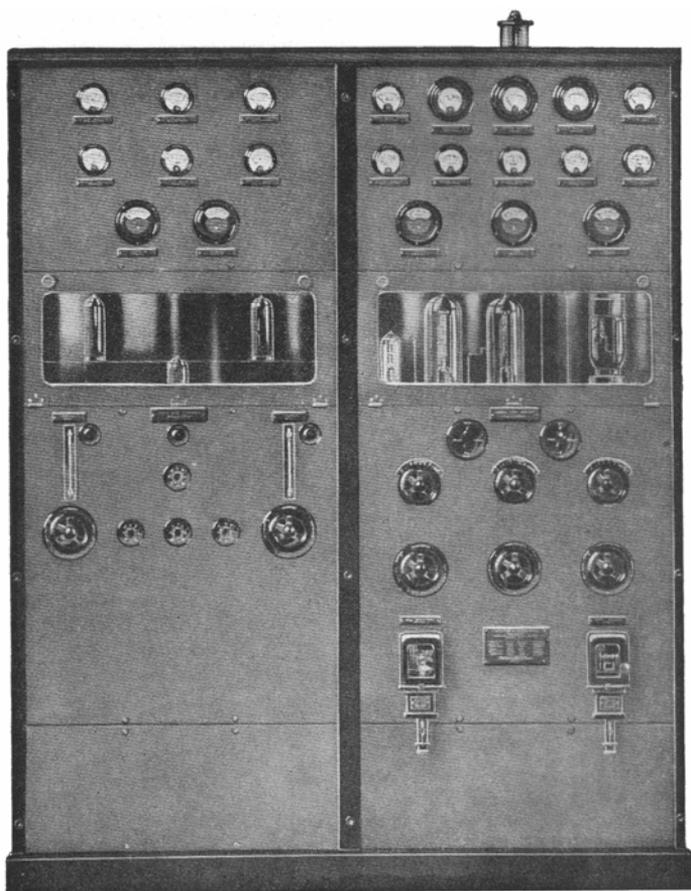


Fig. 68.—Vista de conjunto de la emisora Western Electric de 1kw en antena.

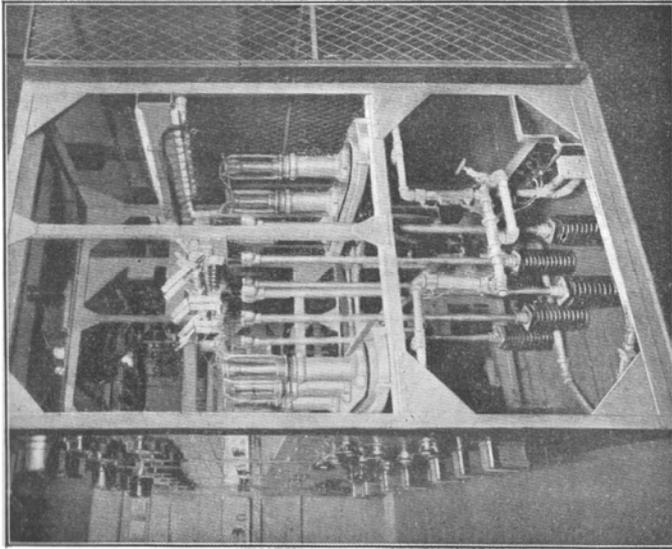


Fig. 70.—Unidad de potencia de la emisora de 50 kw.

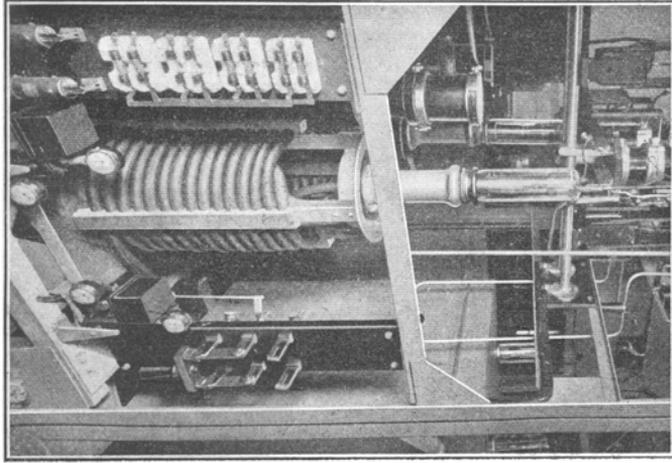


Fig. 71.—Paso de amplificación de la emisora Western Electric de 50 kw. en antena.

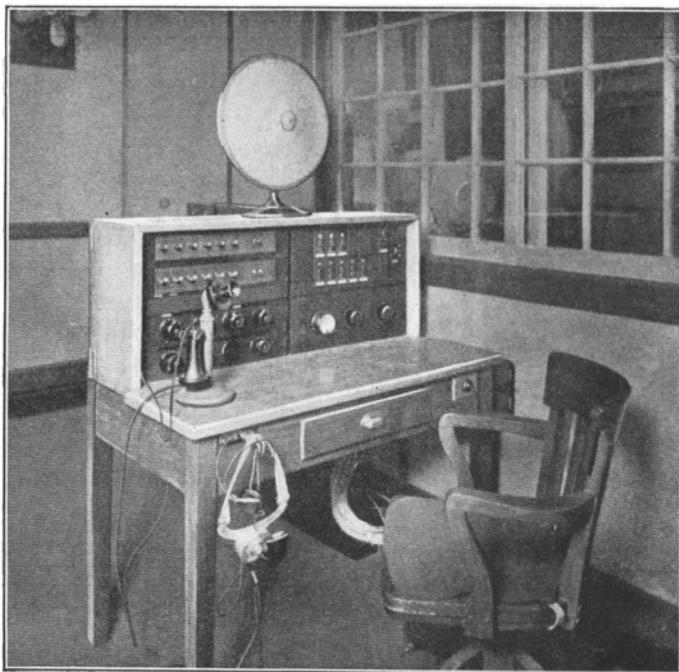


Fig. 72.—Pupitre de mando de la emisora de 50 kw. en antena.

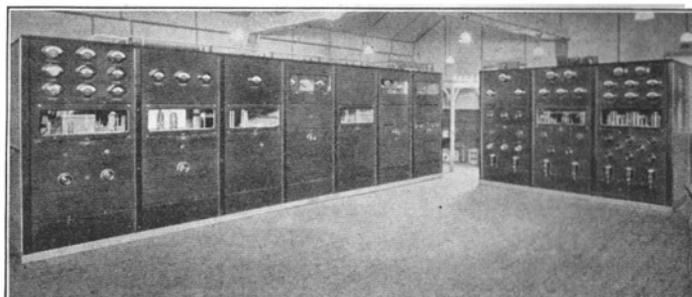


Fig. 73.—Conjunto de la instalación de la emisora de 50 kw.

portan las ondas electromagnéticas; esta energía es tan pequeña que no produciría ningún efecto si se enviase sola a los aparatos que se quieren accionar. No considero necesario insistir sobre este punto por haberlo desarrollado ya en el curso de este capítulo. En segundo lugar hay otro error al interpretar estas experiencias, que es más grave, si cabe, que el anterior. Me refiero a que se supone que basta que un señor, cómodamente sentado en su oficina, se decida a producir un efecto a distancia, mediante las ondas electromagnéticas y que este hecho se produzca cuándo y dónde quiera. Este error es de demasiado bulto para que pase fácilmente y sin embargo, la mayoría de personas del público con las cuales he hablado de estas experiencias creen que así suceden las cosas. Nada de esto. Hay que empezar por preparar de antemano, donde se quiere producir el efecto, un receptor bien sincronizado a la longitud de onda del transmisor que se utilizará y, en el receptor, disponer un amplificador y un relai, o sistema de relais, capaces de accionar finalmente el interruptor que cerrará el circuito de utilización: motor, faro, etcétera. Así las cosas, cada vez que la emisora emita una señal, ésta será amplificada, y finalmente accionará el sistema de relais; con ello funcionarán los aparatos intercalados en su circuito, en serie o en paralelo, con las generatrices o baterías que alimentarán a estos aparatos.

Luego ya vemos que hay una cadena bien definida de causas y efectos: emisor, propagación de las ondas y un receptor *preparado de antemano* para producir el efecto que se desea obtener. Hay que tener bien presente que estamos actuando en el plano físico y que el poder del hombre queda reducido a encadenar causas y efectos elementales, bien definidos: decir otra cosa es querer desprestigiar a la Ciencia, al atribuirle facultades que no tiene.

Desearía que este capítulo hiciese comprender el mecanismo de la transmisión de la energía por medio de la radio y luego el del Radio Control, cuyas aplicaciones, gracias a los perfeccionamientos de emisoras y receptoras modernos, serán cada día más importantes.

## CAPÍTULO VIII

### **Las grandes emisoras**

En un principio era la radio una ciencia de aventuras. Las potencias radiadas por las emisoras pasaban raras veces de medio kilovatio y con esta energía lanzada al espacio se trataba de batir récords de distancia: recibir en Europa las estaciones americanas, e inversamente. Pero, naturalmente, aquel mismo ambiente de aventura llevaba envuelto en sí mismo la inseguridad de los resultados. Tengo en convencimiento, no obstante, que precisamente estas circunstancias fueron las que hicieron contar por millares el número de experimentadores voluntarios, cuyos trabajos han sido de inestimable valor para establecer las verdaderas bases de la Radio Ciencia. En fin, aquel tiempo ya pasó y hoy día en los Congresos Internacionales de Radio se trata, por lo que a la radiodifusión se refiere, de establecer redes de emisoras que retransmitan un mismo programa y que por su potencia y reducida superficie que deben cubrir con sus ondas puedan rendir un servicio seguro, estable, incluso con receptores sencillos. Se trata, principalmente, de oír lo que podríamos llamar estación local, es decir, una estación que radie varios kilovatios a una distancia de dos o trescientos kilómetros solamente. Estas emisoras potentes, por diversas razones que no puedo desarrollar ahora, se instalan en los alrededores de la ciudad, a una distancia de unos 30 a 50 kms., utilizándose para la recepción aparatos de dos o más válvulas.

Desde luego, esta orientación se efectúa principalmente en las Naciones donde la Radiodifusión está reglamentada en el sentido del pago obligatorio de los receptores; a tales deberes tales derechos: no puede exigirse un buen servicio si el que lo disfruta no se compromete a pagarlo.

Esta orientación de utilizar la radio como un servicio público cualquiera: teléfono, luz eléctrica, tranvías, etc., ha obligado a las Compañías explotadoras del servicio de la ra-

dio a utilizar emisoras que dentro de las óptimas posibilidades científicas e industriales, rindiesen el mejor servicio posible. Esta ha sido la causa del maravilloso desarrollo que ha tenido la radiotransmisión en estos últimos años creando emisoras, que radian decenas, centenares y hasta millares de kilovatios cuyos edificios e instalaciones recuerdan las grandes centrales de distribución de energía eléctrica.

Nos proponemos describir varios tipos de emisoras habiendo elegido las producciones de una gran Compañía constructora americana: la Western Electric, y una gran Compañía constructora europea: la Societé Française Radioélectrique.

Para que el lector pueda apreciar la evolución que ha seguido la construcción de las emisoras radiotelefónicas, voy a empezar describiendo la emisora Western Electric de medio kilovatio de potencia en la antena. Esta emisora hace sólo unos ocho años era considerada, en América, como de las de mayor potencia y actualmente, con la orientación de un servicio seguro, sólo se recomendaría para una ciudad de a lo sumo cien mil habitantes y cubrir un círculo de unos doscientos kilómetros de radio.

Esta emisora se compone, en realidad, de tres unidades:

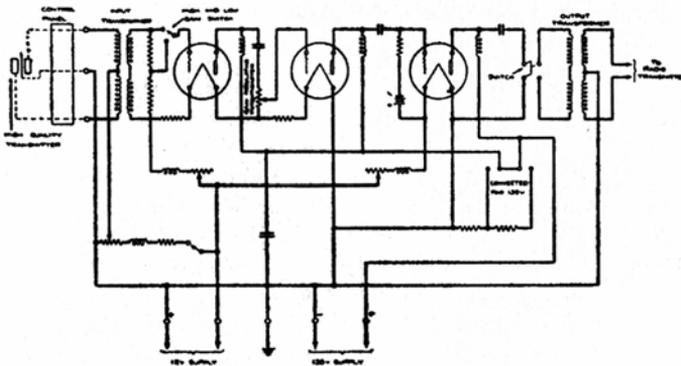


Fig. 61.— Esquema general del amplificador Western Electric, utilizado en su emisora de 500 vatios en antena.

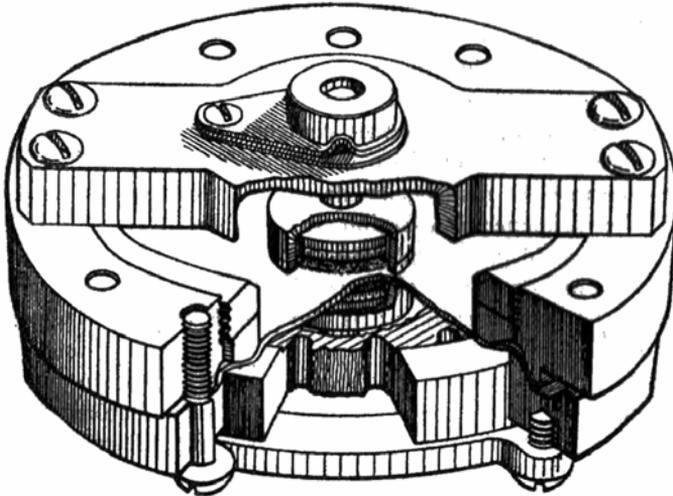


Fig. 62.- Vista, a tamaño natural, del micrófono de doble botón Western Electric, cuya buena calidad ha sido apreciada por los radioyentes de todo el planeta.

un equipo para producir energía necesaria, un amplificador interpuesto entre el micrófono y la emisora y el transmisor propiamente dicho.

El equipo generador de energía se compone de un motor conectado a la red y dos generatrices de corriente continua: una produce unos 16 voltios para caldear los filamentos y la otra unos 1.700 voltios para las placas. Un panel con interruptores, reostatos y dos voltímetros completan este equipo.

El amplificador, cuyo esquema reproducimos en la figura 61, se compone de tres pasos de amplificación, con acoplos mixtos y a transformadores, cuya uniformidad de amplificación, desde las más bajas frecuencias a las más elevadas de la audiofrecuencia, constituye una obra maestra de la Ingeniería Telefónica.

Este amplificador utiliza generalmente el micrófono de doble botón de carbón, cuyo aspecto indicamos en la Fig. 62, apreciándose en el centro los dos botones con sus granos

de carbón. Sin embargo, cuando se trata de transmitir los sonidos con la suma calidad posible, entonces se utiliza el micrófono-condensador que requiere, como ya indicamos en momento oportuno, un amplificador suplementario debido a la débil cantidad de energía que produce comparado con el micrófono de carbón. El amplificador utilizado en este caso lo indicamos en la Fig. 63, compuesto de dos pasos de amplificación, acoplados a resistencias. Por la izquierda se conecta al micrófono-condensador y su salida, a la derecha, se conecta a la entrada del amplificador antes mencionado (figura 61) en substitución del micrófono de carbón.

La emisora que estamos presentando al lector utiliza como sistema de modulación el de Heising, o de corriente constante; el esquema de principio lo indicamos en la Fig. 64, donde se ven dos válvulas, que deben ser lo más iguales posible, cuyas placas se alimentan a través de una bobina de

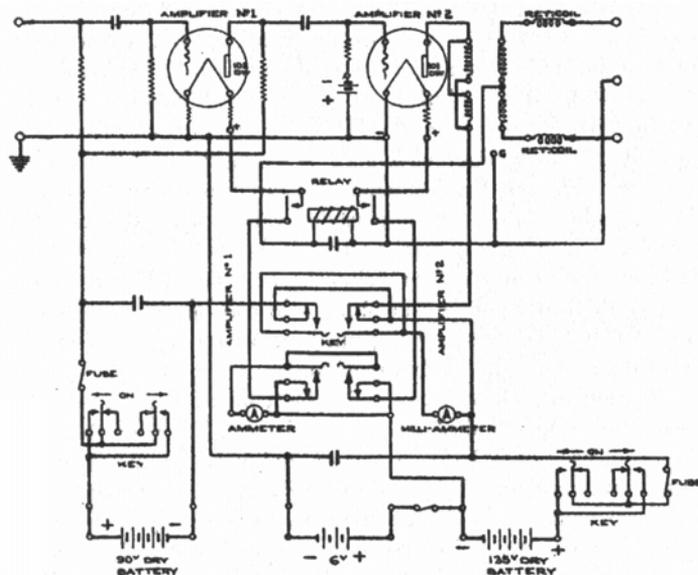


Fig. 63.— Amplificador suplementario utilizado con el micrófono condensador Western Electric.

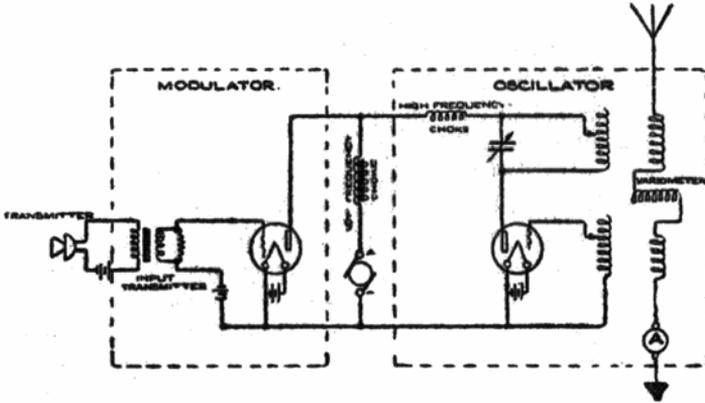


Fig. 64.— Principio de modulación sistema Heising, utilizado por la Western Electric.

choque con núcleo de hierro, a fin de ofrecer una elevada impedancia a las bajas frecuencias. El micrófono, a través de un transformador, ataca a la rejilla de la válvula moduladora. En realidad, en la práctica, se interpone el amplificador de la figura 61, y además, se amplifica nuevamente con otro paso (speech amplifier tube) visible en la fotografía lateral de la emisora (Fig. 65). La frecuencia del circuito oscilante se varía especialmente con el condensador variable, regulándose ligeramente mediante el variómetro de la antena. El proceso de la puesta en marcha por primera vez de este tipo de emisora sale del margen de esta obra; sólo diré que se puede, en breves segundos, ocasionar la inutilización de las válvulas así como del generador de alta tensión.

El esquema general, con todas las conexiones, de este tipo de emisora, lo indicamos en la Fig. 66. El autor de esta obra, que ha tenido bajo su responsabilidad, durante más de un año, una emisora de este tipo (la P.W.X. de la Habana) y que ha comparado los resultados con otros tipos de emisoras, tiene el convencimiento que este modelo constituye uno de los más grandes aciertos realizados hasta ahora por la Radio Ingeniería.

Ya en 1925 se consideró necesario aumentar la potencia radiada por las emisoras, aunque este punto de vista sólo pudo materializarse gracias a los resultados prácticos de un hecho que parece sin relación alguna con la radio: encontrar un metal que tuviese el mismo coeficiente de dilatación que el cristal y además poder realizar la soldadura de ambos. En efecto, desde el momento en que estos dos problemas fueron resueltos, se pudo pensar en construir una válvula electrónica de gran potencia, pues ya saben mis lectores que, aproximadamente, la mitad de la energía que se pone en juego en ellas se pierde en calor; ahora bien, si queremos construir una válvula de mil vatios, por ejemplo, quiere decir que le aplicaremos más de dos kilovatios y que uno se transformará en calor en el ánodo. Esta degradación de la energía, perdida para los fines de alimentar el circuito oscilante, debe ser absorbida por un cuerpo que tenga un coeficiente de temperatura específica superior a la del aire, acudiendo a la imaginación el agua pura, excelente aislante; pero, para que el agua circule en contacto con la placa, para absorber este calor, y a la par hacer el vacío en el interior de la válvula para que el movimiento de los electrones se efectúe sin ninguna alteración por el choque de estos con moléculas gaseosas (ya sabemos que de este choque se produce un gran desprendimiento de electrones, aunque, siendo incierta su cantidad, el funcionamiento de la válvula es irregular), resulta la necesidad de soldar la placa de la válvula con el cristal o envoltorio cristalino, cuya misión es hacer el vacío en el interior de la válvula.

Una vez conseguido, después de muchos años de experiencias, la soldadura del cobre (cuerpo excelente conductor del calor y de la electricidad) con el cristal, la técnica de las válvulas electrónicas ha recibido nuevas orientaciones y así como antes se consideraba un límite unos 250 vatios de disipación anódica, actualmente se hacen válvulas de varios kilovatios, que agrupadas en bancos (en paralelo) se obtienen potencias que hace poco tiempo habrían parecido cifras astronómicas.

Como ampliación de este principio, así como de otro esquema general de emisora, se construyó hace unos cinco años el tipo de un kilovatio de potencia radiada en la antena. El esquema general lo indicamos en la Fig. 67, y en él se ve que el circuito oscilante está constituido por una válvula de pequeña potencia cuyas oscilaciones son controladas por un oscilador de cuarzo. La frecuencia del oscilador es rigurosamente controlada; su débil potencial es amplificada dos veces, produciéndose la modulación en el segundo paso. Una vez las corrientes han sido moduladas, se amplifican con dos válvulas de 250 vatios y finalmente, con una válvula de potencia cuyo ánodo es enfriado con agua.

Este esquema tiene la ventaja de que el circuito aéreo no formando parte del circuito oscilante (por el hecho de tener varias válvulas neutralizadas interpuestas) toda variación accidental de la capacidad de la antena (variaciones del estado higrométrico de la atmósfera, variación de la altura de los

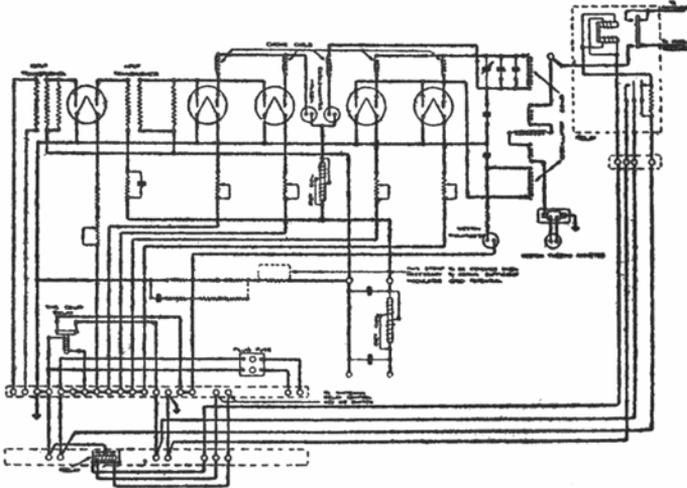


Fig. 66.— Esquema general de la emisora Western Electric de 500 vatios en la antena.

hilos por la acción del viento, etc.) no influye en la longitud de la onda transmitida y pro consiguiente se tiene una gran estabilización de la frecuencia, de hecho rigurosamente constante, por ser controlada por el oscilador de cuarzo.

Actualmente este tipo de emisora se ha hecho muy popular en América ya que sin recurrir a una instalación muy complicada, necesaria en las emisoras de mayor potencia, se obtienen resultados excelentes para todos aquellos casos donde se desea mantener un buen servicio de radiodifusión dentro de un radio de unos 300 a 500 kilómetros, es decir, en la mayoría de las circunstancias.

En la fig. 68, indicamos este tipo de emisora. El panel de la izquierda muestra tres válvulas pequeñas: una osciladora y las otras dos amplificadoras de las corrientes oscilantes de radio frecuencia. En el panel de la derecha se ven dos válvulas de 250 vatios, así como parte de la válvula amplificadora de potencia con ánodo enfriado por medio del agua.

La demanda creciente, por parte de las Compañías de Radiodifusión, de radiar cada vez mayor potencia, fué la causa de que la Western Electric estudiase un nuevo tipo de emisora, esta vez de 5 kilovatios de potencia en la antena. Esta emisora, cuyo esquema general de principio lo indicamos en la Fig. 69, es también del tipo de oscilador local, controlado por cuarzo piezoeléctrico; se amplifican estas oscilaciones modulándose luego con el sistema de Heissing; estas corrientes de alta frecuencia, moduladas, se amplifican en un tercer paso, constituido por tres válvulas en paralelo cuyas variaciones de corriente atacan las rejillas de dos válvulas de potencia, conectadas en paralelo; las placas de estas válvulas, alimentadas a 10.000 voltios, se conectan al circuito aéreo para radiar la energía bajo la forma de ondas electromagnéticas.

En el esquema de la Fig. 69 se indica, en la parte superior a la izquierda, el amplificador interpuesto entre el micrófono y la válvula, que modula las corrientes de radiofrecuencia. En el centro se ven las tres válvulas rectificadoras acopladas a un transformador trifásico para elevar la tensión del sector. Estas tres válvulas, rectificando las tres fa-

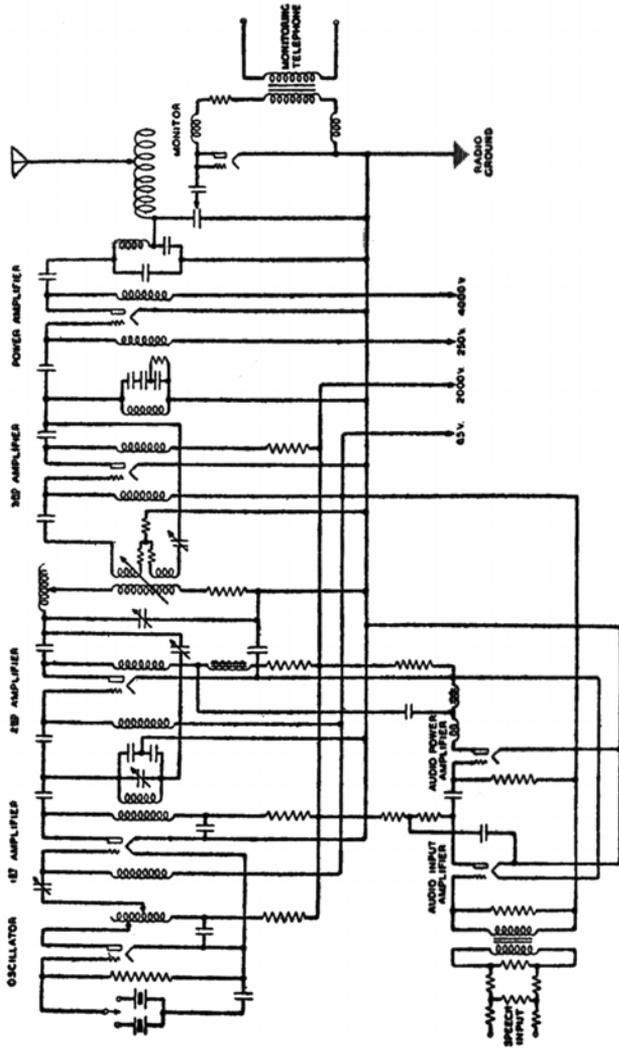


Fig. 67.— Esquema general de la emisora Western Electric de 1.000 vatios en antena.

ses, alimentan las placas de las dos válvulas de potencia acopladas al circuito de radiación.

Finalmente, la Western Electric ha estudiado y construido una emisora de una potencia de 500 kilovatios en antena. Este será el último tipo de transmisor americano que presentaremos a nuestros lectores. En realidad es una emisora cuya potencia radiada puede variar entre varios límites, pudiendo alcanzar la cifra de 200 kilovatios en antena según la cantidad de válvulas con ánodo enfriado por agua que se conecten en paralelo en el último paso de amplificación.

Los esquemas de emisoras tan potentes, debiendo forzosamente ser muy simplificados para evitar una confusión de circuitos, preferimos dar algunas fotografías para que el lector se dé cuenta de la importancia de esta clase de instalaciones. De todas maneras, en líneas generales es semejante al esquema de la Fig. 69, de la emisora de 5 kilovatios, difiriendo principalmente en el último paso de amplificación que constituye una unidad separada, de varias válvulas conectadas en paralelo.

La tensión placa de las válvulas amplificadoras de potencia es obtenida (Fig. 70) por una unidad separada que rectifica las tres fases a una tensión de 17.000 voltios.

El segundo paso de amplificación, una vez las corrientes oscilatorias han sido producidas por una pequeña válvula y controladas por un cristal piezoeléctrico, está constituido por una unidad que indicamos en la Fig. 71, constituida por dos válvulas con la placa enfriada por agua. En esta figura apreciamos muy nítidamente una de estas válvulas; en la parte superior el envoltorio cristalino y en la parte inferior un soporte de porcelana, que sirve de recipiente, en cuyo interior hay el ánodo en contacto con el agua. Esta circula desde la parte inferior mediante un tubo de goma, saliendo lateralmente y siendo conducida al refrigerante para perder las calorías que ha absorbido al estar en contacto con las paredes calientes de la placa. Los varios metros de goma constituyen una resistencia enorme, de millares de megaohmios y en cuanto al agua, que es lo más pura posible, representa una re-

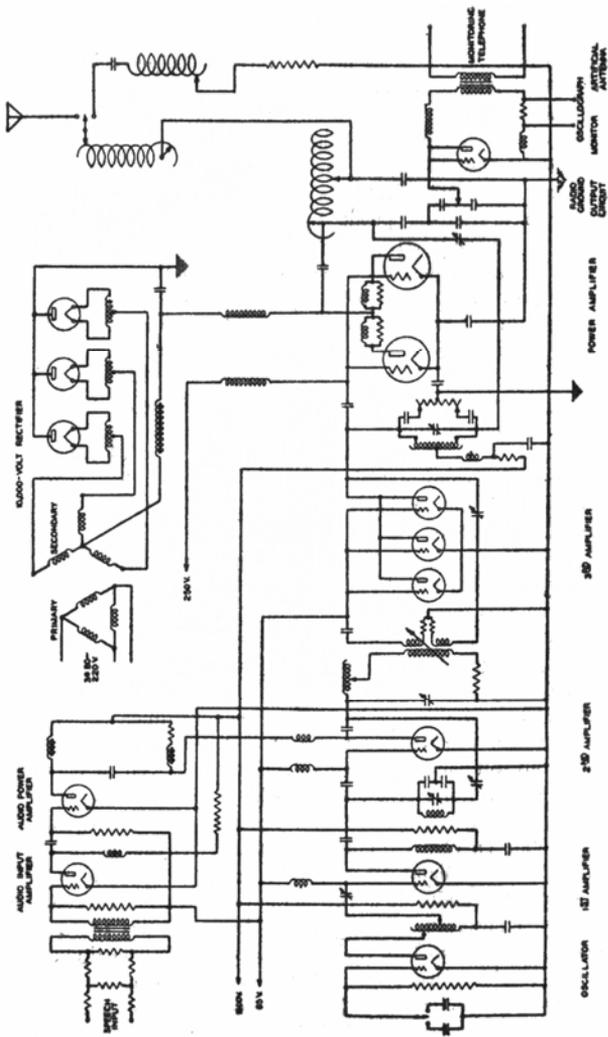


Fig. 69.— Esquema general de la emisora Western Electric de 5 kw. en antenna.

sistencia de tan elevado valor, que aunque las placas estén a una tensión de varios miles de voltios con respecto a la tierra, la corriente derivada es prácticamente nula. Para hacer circular el agua hay una instalación de dos o más bombas encargadas de este servicio; el agua es conducida a un radiador de superficie procurando que sea una canalización cerrada a fin de ser siempre la misma agua, destilada, la que se utilice con el fin de evitar que sus impurezas ataquen las paredes de cobre y al propio tiempo para que la columna líquida ofrezca una resistencia prácticamente infinita.

Contrariamente a lo que podría pensarse, esta emisora es extremadamente sencilla de controlar. El operador, desde su pupitre de mando, puede dirigir todas las operaciones (figura 72) y controlar el volumen de la modulación según estime la cantidad de los sonidos de un altavoz.

El conjunto de la estación lo indicamos en la Fig. 73. Los siete paneles de la izquierda son la emisora propiamente dicha, es decir: oscilador controlado por cuarzo (extrema izquierda), pasos de amplificación intermedia y modulación (segundo panel), segundo paso de amplificación (tercer panel y ver Fig. 71) etc., y en los dos últimos paneles hay el control y las válvulas amplificadoras de gran potencia, que pueden, según su número, hacer variar la potencia radiada de 50 a 200 kilovatios.

En la Fig. 74, representamos la instalación para la circulación del agua, enfriada en una habitación separada (fan room). Finalmente, en la Fig. 75 damos los planos de la instalación para que así el lector tenga una idea de la importancia de estas instalaciones modernas.

Damos por terminada la descripción de los cuatro tipos de emisoras estudiadas y construidas por la Western Electric, cuyos trabajos han sido de inestimable valor para difundir la radiodifusión por todo el mundo.

Entre las Compañías europeas que construyen emisoras he preferido elegir la Société Française Radiotélétrique, en primer término porque sus ingenieros jefes han sido mis profesores en la Escuela Superior de Electricidad y por lo tanto

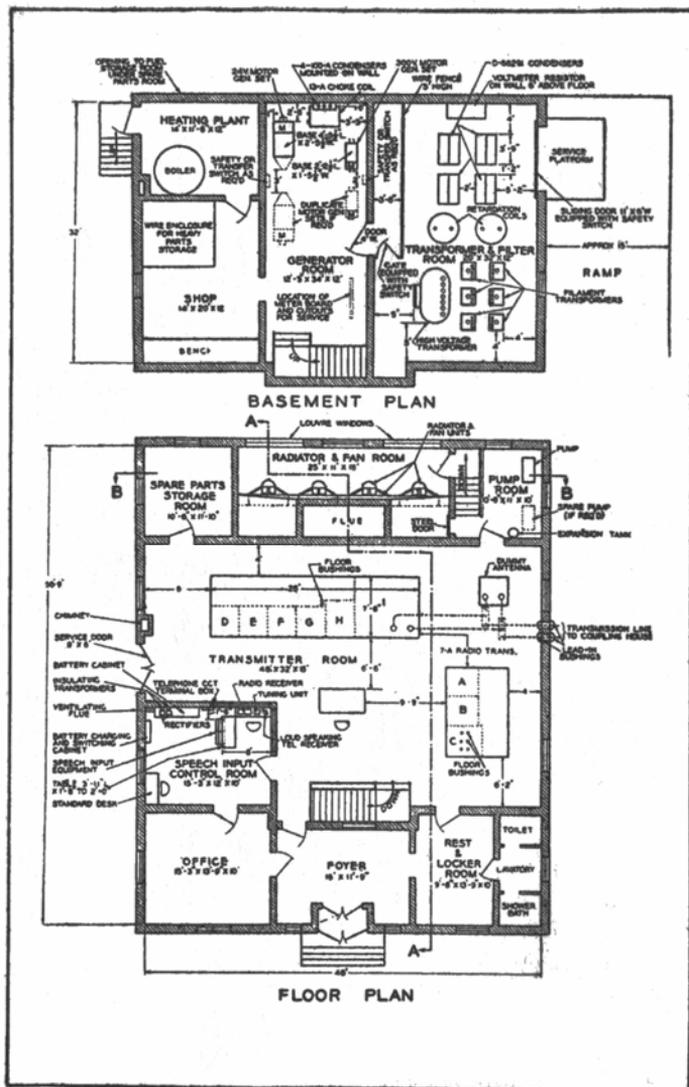


Fig. 75.— Planos de la instalación de una emisora Western Electric de 50 a 120 kw. en antena.

estos modelos de instalaciones me han sido enseñados con preferencia de otros y en segundo lugar porque dada la autoridad mundialmente reconocida, de estos eminentes ingenieros y hombres de ciencia (Mesny, Chireix, Brenot, etc.), estas instalaciones constituyen no sólo lo más moderno sino que llevan en sí el embrión de los más grandes perfeccionamientos de la técnica futura de la radiotransmisión.

Describimos tres emisoras cuya instalación ha sido recien-tísima: Radio París, Radio Argel y Radio Rabat. Con estos tres tipos de instalación el lector tendrá una idea de las orientaciones más modernas.

A fin de asegurar, sino la preponderancia, al menos un lugar preferente a sus emisiones, numerosas sociedades francesas de radiodifusión decidieron aumentar la potencia de sus emisiones. Entre ellas la Compañía Francesa de Radiotelefonía fué la primera en tomar esta decisión, e hizo lo necesario para que su antena radiase 80 kilovatios. Es fácil de comprender que con esta potencia, sus programas serán recibidos no sólo por toda Francia, sino también por toda Europa, África del Norte y una parte de Asia y así los programas de Radio París podrán difundir en todos estos países la cultura y el pensamiento francés.

Esta emisora (Fig. 76) está situada en San Rémy – l'Honoré, a unos treinta kilómetros de París y constituye un verdadero centro de radiodifusión, puesto que además de la emisora propiamente dicha hay varios edificios destinados al personal que la entretiene.

El edificio (Fig. 77) tiene una superficie de 400 metros cuadrados y comprende: en la planta baja los grupos convertidores, transformadores, baterías de acumuladores, bombas para refrigeración del agua, taller de reparaciones, almacén, etc., etc.; en el primer piso se halla instalado el emisor con su pupitre de mando automático, el rectificador a vapor de mercurio que produce corriente continua a 12.000 voltios, su filtro, los rectificadores auxiliares, igualmente a vapor de mercurio, que aseguran la alimentación de las placas de las válvulas más pequeñas y la polarización de las

rejillas. El amplificador final se encuentra en el primer piso, en un local completamente blindado, a fin de sustraerlo a la influencia de la antena.

El emisor es del tipo clásico denominado “a alta frecuencia modulada” y posee una potencia en antena de 80 kilo-

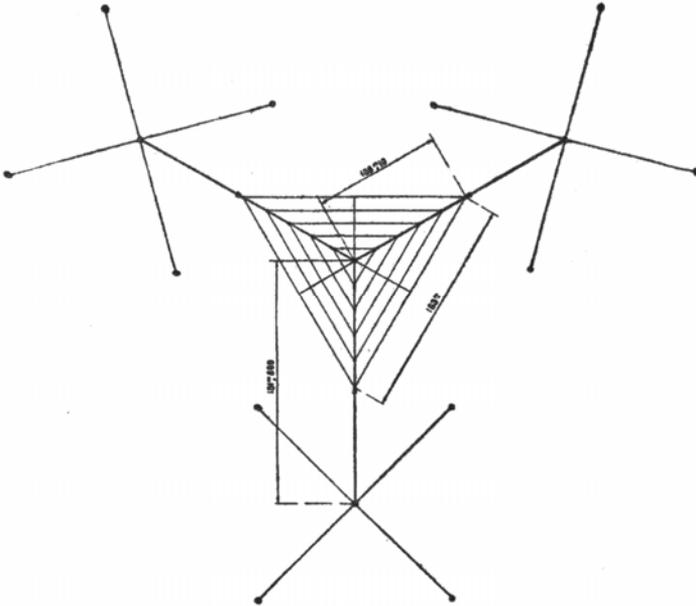


Fig. 79.— Esquema de la antena, torres y vientos de Radio París.

vatios. No obstante, gracias a un sistema de modulación por “desfase”, esta potencia puede ser aumentada a 120 kilovatios.

Esta emisora, como la antigua de Radio París, emite con una longitud de onda de 1.725 m.; el emisor comprende un oscilador local a cuarzo piezoeléctrico que fija la longitud de onda, con una variación máxima de 50 periodos, condición ésta en extremo importante dada la gran cantidad de emisoras que actualmente ocupan las gamas destinadas a la

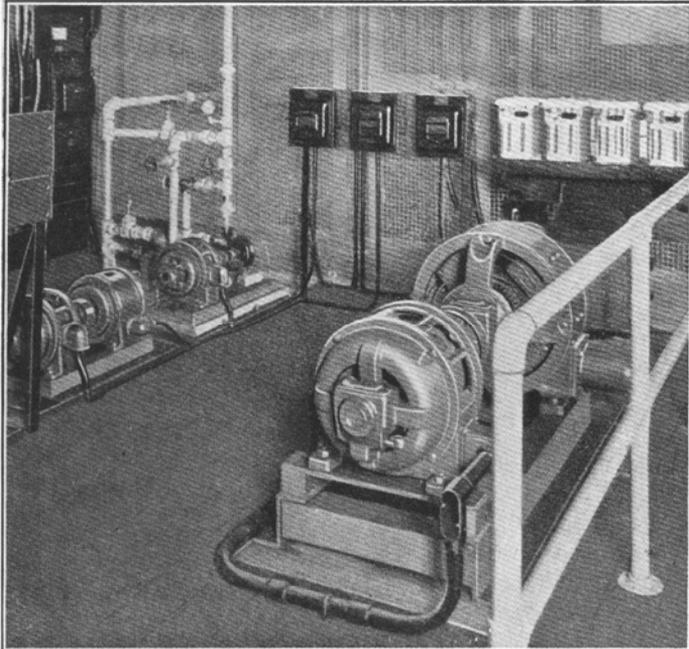


Fig. 74.—Instalación de las bombas de refrigeración de las válvulas y de los generadores para producir los voltajes para las rejillas.



El autor de esta obra, señor Riu, ajustando una emisora Western Electric , en América.

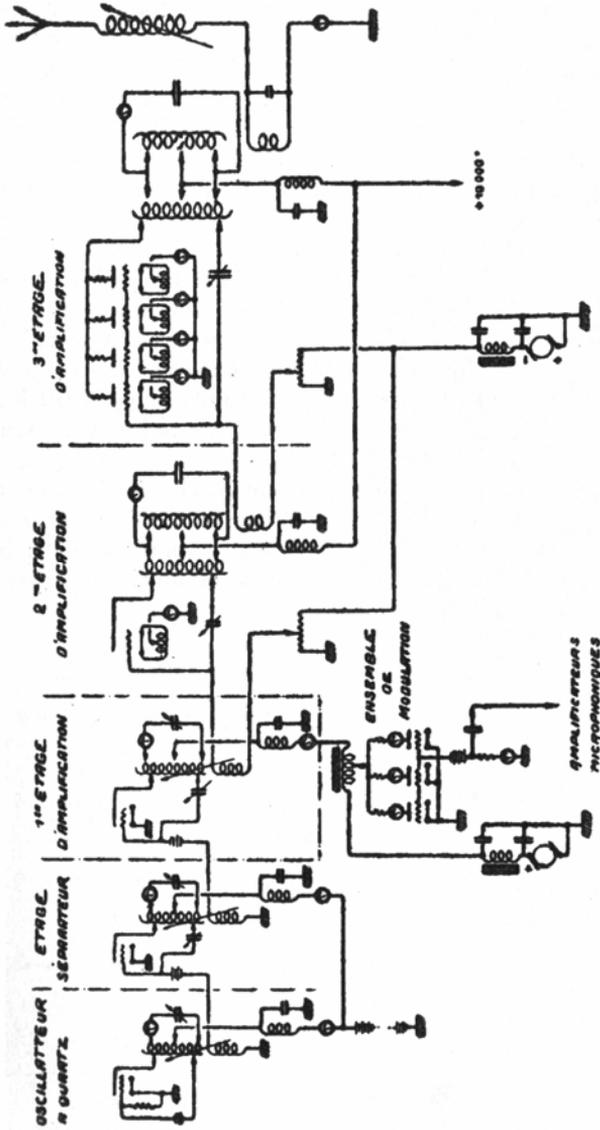


Fig. 80. — Esquema general de la emisora de Radio Argel.

radiodifusión. Este oscilador maestro, de muy débil potencia, está alimentado por fuentes de energía completamente separadas, de gran estabilidad; a continuación hay dos pasos de amplificación de algunas decenas de vatios: el segundo paso es modulado por la corriente microfónica. Así modulada la corriente de alta frecuencia, es amplificada una primera vez por un amplificador de dos triodos, de algunas centenas de vatios.

El segundo paso amplificador está constituido por dos grupos idénticos funcionando en paralelo y equipados con dos válvulas a circulación de agua, de 15 kilovatios útiles, trabajando a poca potencia. Este segundo paso es seguido de un tercero y último, constituido asimismo por dos conjuntos que trabajan en paralelo y equipados cada uno con 6 triodos a circulación de agua, evaluados a 20 kilovatios. Un circuito de antena termina el conjunto.

Un pupitre general (Fig. 78) reúne todos los órganos necesarios para la puesta en marcha y parar la emisora, así como un sistema de aparatos de señales que permiten localizar instantáneamente todas las averías que eventualmente pueden presentarse.

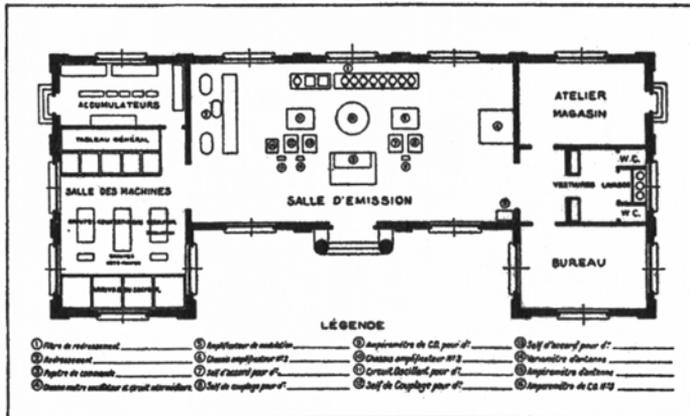


Fig. 81.— Planta de la estación de Radio Argel.

Disposiciones muy especiales se han tomado para reducir los armónicos radiados. A este efecto los circuitos oscilantes de cada paso de amplificación se acoplan al siguiente por medio de capacidades. Este dispositivo ofrece la particularidad de debilitar considerablemente los armónicos. Este mismo procedimiento de acoplo se utiliza para la antena. Señalamos finalmente que el nuevo Radio París está previsto para funcionar a plena potencia con 100 por 100 de modulación.

La antena (Fig. 79), a fin de obtener la mejor calidad posible, es indispensable que sea muy desarrollada. Está soportada por tres pilones de 210 m de altura, dispuestos en los vértices de un triángulo equilátero, de 315 m. de lado. La bajada de la antena es vertical, encontrándose en el centro del círculo circunscrito de los tres vértices del triángulo. La antena propiamente dicha tiene la forma de un triángulo equilátero, de 160 m. de lado y tiene las características siguientes:

Capacidad: 8/1.000 de mfd.

Longitud de onda propia: 2.000 m.

Resistencia: 16 ohmios.

Altura efectiva: 140 m.

Independientemente de la gran eficacia obtenida con estas características, se ven enseguida que su resistencia de radiación evitará que la curva de resonancia de la antena no sea demasiado aguda, obteniéndose así condiciones particularmente favorables para la transmisión de diversas frecuencias de la gran banda modulada. En fin, una red de 15.000 m. de hilo de cobre enterrado y bandas del mismo metal que sirven de colectores constituyen la toma de tierra.

Señalemos, por otra parte, que a pesar del elevado coste del cable de unión había interés en situar la emisora a una cierta distancia de la aglomeración parisién, puesto que la gran potencia radiada ocasionaría en los alrededores de la estación una cierta dificultad para percibir las otras estaciones de radiodifusión.

Completa la instalación el cable que une a la emisora con el auditorium, situado en París. Este cable, pupinizado, está

estudiado para transmitir, sin distorsión, todas las frecuencias comprendidas entre 30 y 10.000 periodos por segundo. A este cable se le conecta además un corrector de amplitudes y finalmente, un amplificador terminal. Todas las precauciones han sido tomadas para evitar que influyeran al cable las perturbaciones exteriores. Este cable posee tres pares de conductores afectados al servicio de radiodifusión y 4 pares de conductores telefónicos ordinarios.

La segunda emisora que vamos a describir, también construida por la S. F. R. (Société Française Radioélectrique) es la instalada en Argel. El emisor es también, como el de Radio París, del tipo de alta frecuencia modulada, componiéndose de tres grupos de circuitos como puede verse en la figura 80. Estos tres circuitos pueden considerarse de la siguiente forma: 1) Circuitos de modulación, que comprenden el amplificador de línea, el compensador y el conjunto modulador; 2) Los circuitos de emisión que comprenden: a) los circuitos generales y amplificadores de alta frecuencia pura, comprendiendo el oscilador maestro y los dos primeros amplificadores de potencia que alimentan al circuito de la antena. En la Fig. 81 indicamos la disposición general de la instalación.

1. Los circuitos de modulación los consideraremos desde el micrófono. La línea telefónica especial tiene el amplificador microfónico y en el otro extremo un amplificador de línea, con un corrector, que consiste en una línea artificial, de características variables, con un margen que permite utilizarla en la mayoría de las líneas telefónicas.

El amplificador tiene 4 pasos, a resistencias, excepto el último paso que es atacado por un potenciómetro con salida por self de choque y capacidad. El último paso delibera una potencia de unos 12 vatios.

La modulación se efectúa en uno de los pasos de amplificación de alta frecuencia de la emisora por medio de tres triodos de poca impedancia. Estos triodos están acoplados sobre el circuito anódico del amplificador, por medio de una self de choque, montada en autotransformador. Este proce-

dimiento ofrece la ventaja de adaptar un circuito con el otro, el cual representa un aumento del porcentaje de modulación que, en esta instalación, puede llegar a tener 100 por 100.

2. Los circuitos de emisión lo constituyen, en primer término el amplificador, en el cual se efectúa la modulación, constituido por una válvula capaz de disipar una potencia de 30 vatios. Este triodo está excitado por el oscilador maestro, a cuarzo, del cual está separado por un paso tampón, cuyo coeficiente de amplificación es la unidad.

Una vez las corrientes de alta frecuencia han sido moduladas, se amplifican por un paso intermediario antes de aplicarlas al amplificador de potencia. Este paso de amplificación intermediaria se compone de una válvula de débil impedancia, alimentada a 10.000 voltios, capaz de disipar una energía de 5 kilovatios. Este triodo es enfriado con circulación de agua; el ánodo es de cobre, soldado directamente al cristal; el filamento es de tungsteno y consume un kilovatio.

El último paso de amplificación de alta frecuencia modulada se compone de cuatro triodos en paralelo. Estos triodos son asimismo del tipo de enfriamiento con agua siendo capaces de disipar, en régimen estático, una energía de unos 6 kilovatios, sin que su enfriamiento deje de ser normal. El filamento es de tungsteno y consume, en régimen de explotación, unos 800 vatios.

La antena está constituida por un sistema de tres hilos, colocados a 75 m. de altura. La bajada lo está asimismo por tres hilos, situados en el medio de la antena. En la construcción de esta antena se han tomado precauciones especiales que permiten su reparación o cambio de un hilo en plena emisión.

Esta emisora, situada a unos 20 kms. de Argel, es explotada, técnicamente por el Estado, es decir por el ministerio de Correos, Telégrafos y Teléfonos (P. T. T.) y comercialmente por una asociación, muy activa, denominada Sociedad Amical de Radio Alger. Es admirable ver con cuánta clarividencia Francia ha resuelto un asunto de capital importancia para su prestigio colonial en el norte de África,

difundiendo además su influencia por todo el Mediterráneo.

La Fig. 82 muestra exteriormente esta emisora y la Fig. 83 el conjunto de la instalación.

La última emisora que vamos a describir es la que la Société Française Radioélectrique ha instalado en Rabat, Marruecos, denominada Radio Maroc.

La emisora está instalada a unos 4 kilómetros de Rabat, al lado de la carretera que va a Casablanca. En el mismo edificio hay instalada la emisora de ondas cortas, Maroc-France, para el tráfico de telegrafía y telefonía con la metrópoli, combinado con las redes de abonados de Francia y de Marruecos, para la explotación pública del servicio telefónico combinado con la radiotelefonía. Sólo nos ocuparemos de la instalación de Radio Maroc, que transmite con una longitud de onda de 416 m. con una potencia en la antena de 2 kilovatios, que muy próximamente será aumentada a 5 kilovatios.

El emisor se compone de tres conjuntos distintos:

1.º Un equipo rectificador, destinado a producir la energía de alta tensión. Está alimentado por el sector, sin la ayuda de ningún elemento auxiliar, tales como motor o dinamo.

2.º Un grupo para la generación de las oscilaciones.

3.º Un conjunto para la modulación.

El grupo rectificador está compuesto de 6 diodos, de 1 kilovatio, formando dos series de tres.

Las oscilaciones son producidas por dos válvulas montadas en paralelo, funcionando en autoexcitactrices. Pueden producir cada una de ellas una potencia oscilante de 1 kilovatio potencia disipada, enfriamiento a agua.

Digamos, finalmente, que los filamentos de esta instalación son alimentados por una batería de acumuladores, montados en tampón.

Damos por terminadas las explicaciones sobre las grandes emisoras modernas. La tendencia de todas ellas se ve que es la misma: utilización de un oscilador local, controlado por cuarzo, de débil potencia, amplificar luego, modulando por placa, y finalmente amplificar las corrientes de alta frecuencia moduladas con un paso de potencia compuesto

de varias válvulas conectadas en paralelo, para entonces atacar el circuito de radiación. Según parece, por lo tanto, se ha llegado a la estabilización o selección de un circuito emisor único, prevaleciendo este mismo principio en las emisoras de ondas cortas, aunque en este caso hay complicaciones, debido al espesor del cuarzo, que obliga a emplear multiplicadores de frecuencia.

## CAPÍTULO IX

### **Las ondas muy cortas**

No me ocuparé en este capítulo de las ondas cuya longitud está comprendida a partir de los 20 o 25 metros. Son bien conocidas por los aficionados, al menos por lo que se refiere a la manera de producirlas y utilizarlas. En cambio, las ondas de algunos metros y particularmente las de menos de un metro de longitud, han recibido actualmente una serie de aplicaciones que bien merecen digamos algo acerca de ellas.

Un hecho fundamental con estas ondas es que puede concentrarse la energía radiada en un sector muy agudo, canalizando, por decirlo así, la energía electromagnética transmitida con reflectores de muy reducidas dimensiones.

Es bien sabido por todos los que hemos estudiado la radio desde un punto de vista matemático, que la incógnita insoluble de esta Ciencia es la ley de propagación de las ondas. Todas las fantasías son admisibles, desde oír las antípodas, a oír mal una emisora situada a algunos centenares de kilómetros, con el mismo receptor y con algunas horas solamente de diferencia. Con todo el rigor matemático se sabe lo que pasa en la emisora, desde la alimentación de las válvulas hasta la corriente oscilante que recorre el circuito de la antena. Asimismo se sabe con toda exactitud lo que sucede desde que una tensión ha sido inducida en la antena receptora hasta actuar un altavoz o auricular; este análisis puede

aplicarse en un punto cualquiera del circuito, pero, entre antena emisora receptora, la más completa incertidumbre. Las propiedades del elemento que conduce la energía electromagnética cambian constantemente y si bien notamos sus efectos, no podemos actuar sobre sus causas puesto que empezamos por ignorarlas. Si el lector me lo permite, para hacerle comprender mejor lo que sucede, podríamos comparar este elemento conductor a un alambre cuya resistencia variase desde un valor casi nulo a valores elevadísimos: es fácil de comprender que si en el extremo de esta línea colocamos una lámpara incandescente, su brillo variará de acuerdo con las variaciones de la conductibilidad del conductor y si ésta no obedece a ley alguna, el sistema de alumbrado en cuestión parecerá responder a los más extraños caprichos. Algo así sucede con la recepción radiotelefónica, cuando se trata de recibir estaciones lejanas.

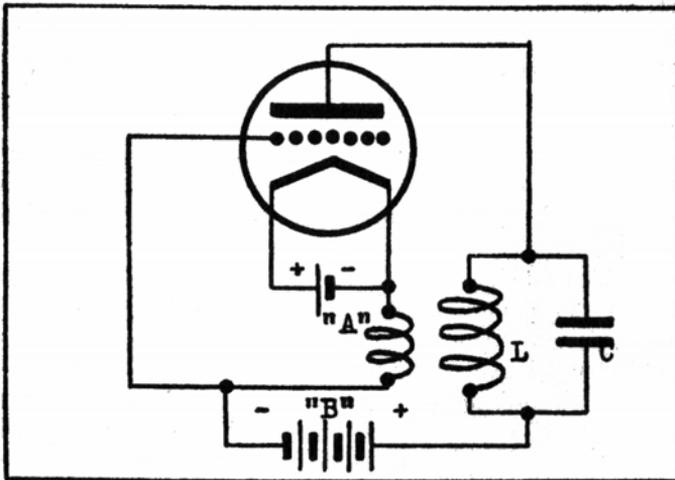


Fig. 86.— Si por cualquier causa se produce una perturbación en este circuito, toda variación de corriente de la placa produce una variación del campo magnético de L, induciendo a la bobina de rejilla, la cual reproduce, amplificada, dicha variación y así sucesivamente, generándose oscilaciones cuya frecuencia viene determinada por los valores de L y de C

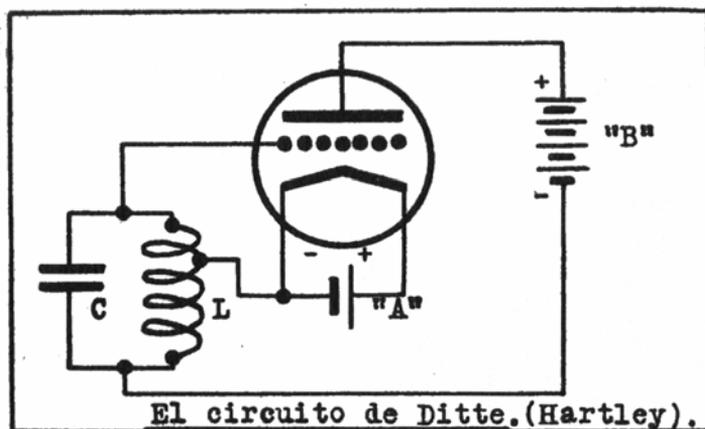


Fig. 87.— El circuito oscilante con acople inductivo puede transformarse constituyendo una sola bobina.

Un estudio sistemático de las leyes de propagación de las ondas ha demostrado no sólo la influencia de las cuatro estaciones del año sino asimismo la de las diferentes horas del día, efectos que, desde luego, se han atribuido a la influencia de los rayos solares. Sin embargo, un hecho que ha marcado un camino a seguir, ha sido que las ondas de diversas longitudes no son igualmente influenciadas por los elementos exteriores. Precisamente en los principios de la radio, se consideraron excelentes las ondas de más de 20.000 metros de longitud desechándose, como completamente inútiles, las ondas que ahora llamamos cortas, de alrededor de 30 metros, que fueron precisamente las que produjo Hertz en sus geniales experiencias.

La creciente cantidad de emisoras por una parte, que están saturando el éter de vibraciones electromagnética, y el espíritu de investigación científica que caracteriza a las razas del norte, han hecho que se pensase en investigar con las ondas muy cortas, a ver qué pasaba.

Antes de describir cómo se obtienen estas ondas digamos que los resultados más interesantes han sido obtenidos,

comprobándose que su propagación, a medida que la longitud de onda es más corta, se parece más y más a la de las ondas luminosas, es decir, una mayor seguridad de resultados; en cambio, como éstas requieren ciertas condiciones tales como visibilidad entre transmisor y receptor, etc.

Actualmente hay una comunicación radiotelefónica entre la Isla de Corcega y Niza, para la cual se utilizan ondas de 4 metros, obteniéndose resultados inmejorables de modulación con una ausencia absoluta de estáticos, fading, interferencias, etc., es decir como si se tratase de una línea telefónica perfectamente construida. Desde luego la extrema sencillez de esta clase de instalaciones las hacen ideales para fines militares, comunicaciones entre unidades de la marina de guerra, etc., así como para establecer comunicaciones especiales entre el Continente y algunas islas del Me-

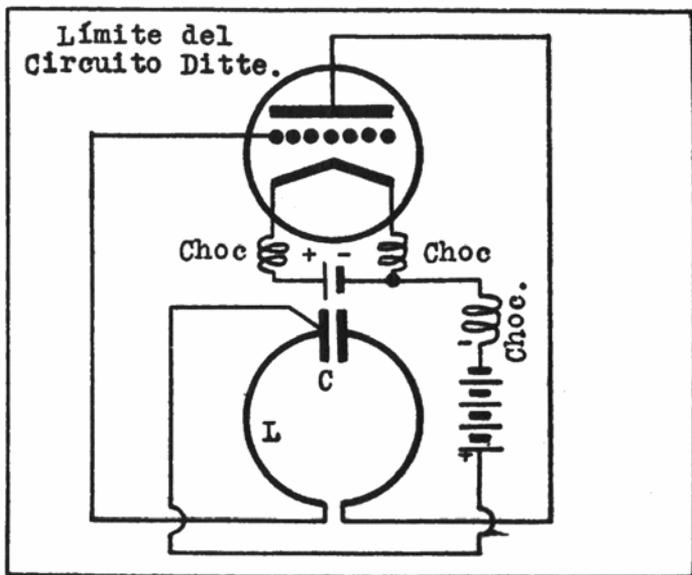


Fig. 88.— Si vamos disminuyendo espiras al circuito Ditte, llegaremos a su mínima expresión cuando se componga de sólo una espira, en cuyo caso genera ondas del orden de unos 2 metros.

diterráneo, costas del África, etc., para casos de emergencia, de roturas de cables, por ejemplo.

Unas experiencias recientes, hechas con ondas de 18 centímetros de longitud entre Calais y Dover, a través del Canal de la Mancha, han marcado una época en la historia de la propagación de las ondas ultra cortas. Estas ondas moduladas, se han sometido a una serie de experiencias del extremo interesantes debido a su enorme frecuencia (del orden de 1.600 millones de periodos por segundo) prestándose por consiguiente a ser moduladas por frecuencias de miles y hasta de millones de periodos por segundo; es así que se hicieron experiencias de transmisiones radiofotográficas y se alcanzó a transmitir el texto a razón de unas mil palabras fotográficas por minuto.

Para terminar esta introducción de las ondas ultra cortas, cuyo objeto ha sido demostrar que su utilidad compensa el tiempo que puede dedicarse a su estudio, diré que los futuros problemas que se plantearán a la Radio Ciencia son todos ellos a base de frecuencias cada vez más elevadas, que deberán modular una onda portadora y por consiguiente, la única solución posible consiste en emplear ondas muy cortas, cortísimas, cuyo estudio nos descubrirá tesoros que hoy ignoramos completamente.

Describiré dos procedimientos para obtener ondas ultra cortas; el de Mesny y el de Barkhausen, seguidos de las experiencias de Scheibe y de Pierret.

No creo inútil dar una rápida idea de la evolución que han seguido los circuitos oscilantes hoy día utilizados para la generación de las ondas ultra cortas.

Consideremos un circuito oscilante (Fig. 86) con acople inductivo entre la rejilla y la placa. Sabemos que la frecuencia del sistema depende de los valores de la self y de la capacidad, conectadas en paralelo e intercaladas en el circuito de placa. Este circuito puede simplificarse teniendo en cuenta que un extremo de las dos bobinas hace contacto directo, obteniéndose así el montaje de la Fig. 87, que debido a circunstancias que no puedo explicar ahora, se le ha denomi-

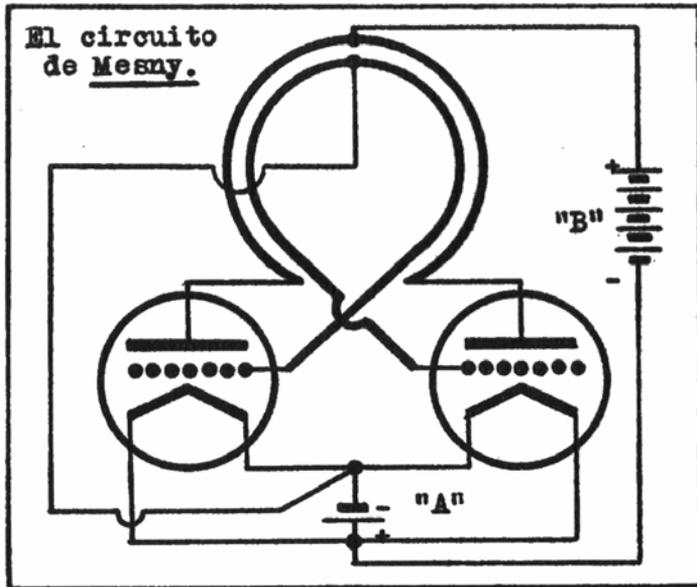


Fig. 89.— El circuito Mesny se caracteriza por estar alimentada la placa, así como el retorno de la rejilla, en un punto del circuito oscilante donde la variación de potencial es nula, de donde hay la posibilidad de obtener ondas muy cortas sin bobinas de choque ni otras pérdidas muy importantes a las frecuencias muy elevadas.

nado circuito Hartley, aunque no debería ser éste su verdadero nombre.

Es natural que si mentalmente deformamos las espiras hasta reducirlas a una sola, constituiremos el circuito de la Fig. 88, con el único aditamento de bobinas de choque para evitar la propagación de las corrientes de alta frecuencia. Este circuito permite, con una espira de 6 centímetros de diámetro y un condensador de 0,001 de microfaradio, obtener ondas de unos 2 metros de longitud. Acoplando dos hilos de unos 6 metros de longitud, separados de unos 20 centímetros (hilos de Lecher) se ponen en evidencia los nudos y vientres de las ondas estacionarias que se producen en es-

tos hilos mediante una pequeña lamparita de incandescencia (tipo de 4 voltios) conectada a dos hilos que constituyendo un puente, se desliza sobre los dos hilos de Lecher. Cuando se ilumina la lámpara se está en un vientre de tensión: dos vientres sucesivos determinan media longitud de onda; debido al poco amortiguamiento del sistema permite obtenerse la longitud de onda con una exactitud de uno o dos centímetros.

El circuito que acabamos de describir tiene el defecto fundamental de necesitar bobinas de choque y a estas elevadísimas frecuencias su capacidad, por débil que sea ésta, es suficiente para dejar pasar parcialmente estas corrientes.

M. Mesny (1) tuvo la idea de constituir un circuito simétrico, con dos válvulas gemelas, alimentadas por el punto central de las bobinas de rejilla y de placa. Los potenciales de estos puntos permaneciendo invariables, la corriente será nula y por consiguiente las bobinas de choque son inútiles. La Fig. 89 muestra el montaje simétrico de Mesny; con espiras de 6 centímetros de diámetro se obtienen fácilmente ondas del orden de un metro y medio de longitud.

Parece que prosiguiendo la reducción de las dimensiones de las dos espiras se podría llegar a producir ondas cada vez más cortas. Sin embargo esto no es cierto, debido a que ciertos efectos, tales como la capacidad entre la rejilla y la placa, intervienen y limitan la frecuencia. Cuando se trata de ondas del orden de los centímetros, lo que en último término limita la frecuencia del circuito oscilante es la velocidad de los electrones. Es efecto, esta velocidad es finita, es decir, tiene un valor, y por consiguiente necesitarán un cierto tiempo para recorrer el espacio rejilla-placa; pues bien, la frecuencia del circuito oscilante, constituido por una válvula electrónica, no podrá ser superior a la correspondiente a este tiempo. Admitiendo la velocidad de 10.000 kilómetros por segundo como velocidad de los electrones y de 4 milímetros el espacio rejilla-filamento, encontramos que la longitud de

---

(1) La idea matriz se encuentra en las experiencias hechas en 1916 por el coronel Jullien en los fuertes de Verdún, en los momentos más crudos de la Gran Guerra.

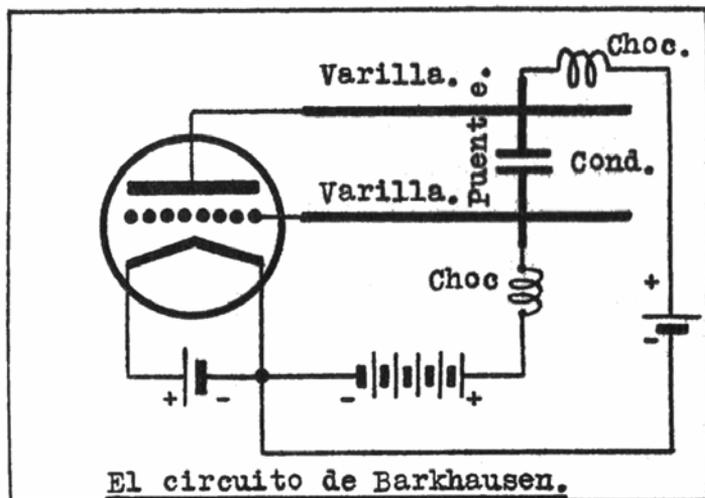


Fig. 90.— Este circuito permite obtener ondas muy cortas, del orden de unos 30 cm. de longitud.

onda mínima que puede obtenerse con una válvula de tres electrodos de pequeñas dimensiones es del orden de los 50 centímetros. He aquí un límite que no puede pasarse y el experimentador debe de tenerlo bien en cuenta para no perder tiempo en un procedimiento que es imposible mejorar, desde el momento en que no se pueden reducir las dimensiones de las válvulas, puesto que si bien es verdad que al disminuir el espacio a recorrer por los electrones aumentaríamos la frecuencia, en cambio, la capacidad entre los elementos de la válvula sería tan grande, que equivaldría a un corto circuito a estas elevadísimas frecuencias, del orden de 600 millones de periodos por segundo.

Debido a este inconveniente es francamente preferible no utilizar el circuito Mesny para ondas inferiores a un metro, empleando en cambio el montaje de Barkhausen que permite obtener ondas de una longitud de 35 centímetros con relativa facilidad y hasta de 30 centímetros, seleccionando la válvula.

En este montaje (Fig. 90) la rejilla hace la función de ánodo (placa), y la placa la de rejilla. Como que la velocidad de los electrones depende del potencial que existe entre los electrodos (potencial que desde luego tiene un límite, que no puede pasarse) se ve enseguida, teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, que la frecuencia queda determinada para una cierta válvula: todo se reduce, pues, a sintonizar el circuito oscilante a esta frecuencia, lo cual se consigue si sus constantes pueden variar, de una manera continua, en más y en menos del valor correspondiente a la frecuencia impuesta por el desplazamiento de los electrones en el interior de la válvula.

Para conseguirlo se conectan dos varillas metálicas, paralelas, a unos tres centímetros de distancia, sobre las cuales se hace deslizar un puente constituido por un condensador C cuya capacidad debe ser al menos cien veces más grande que la capacidad interna de la válvula. En estas condicio-

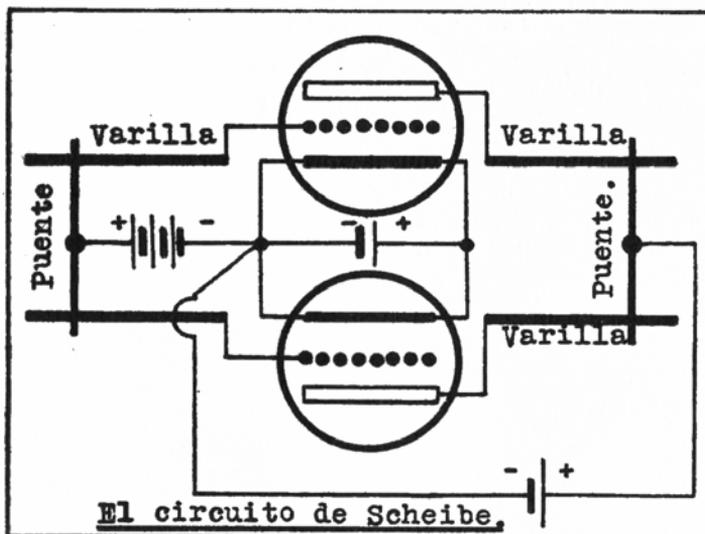


Fig. 91.— Los inconvenientes de los efectos de capacidad han sido evitados por Scheibe con un montaje semejante al de Mesny.

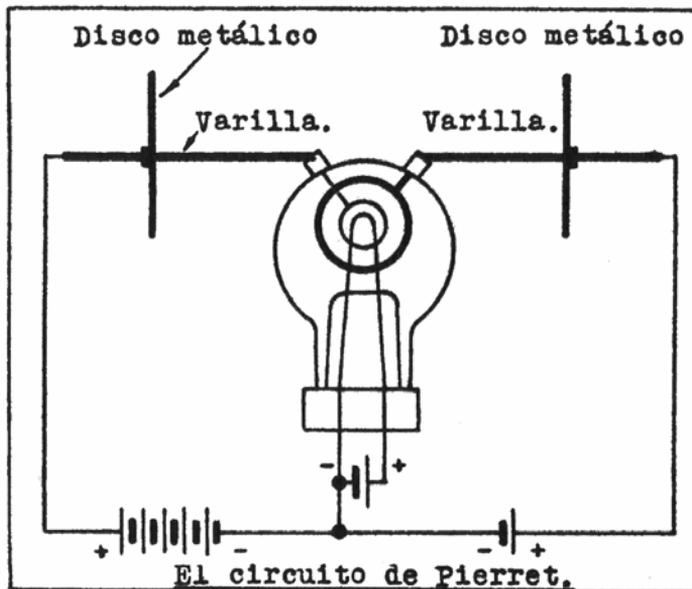


Fig. 92.— El circuito de Pierret, fundado en el movimiento de los electrones alrededor de la rejilla permite obtener ondas de unos 15 cms. de longitud.

nes el circuito oscilante queda formado por las dos varillas metálicas y el condensador constituido por la capacidad rejilla-placa, que es muy pequeña, desde luego.

Las dos varillas están recorridas por corrientes estacionarias cuyos vientres y nudos se ponen de manifiesto, intercaldando, por ejemplo, un par termoelectrico o una lamparita de muy baja tensión (de 2 voltios si es posible) entre dos condensadores como indica la Fig. 90. Al pasar por un vientre de tensión la lamparita se ilumina y si medimos dos iluminaciones sucesivas nos determinarán media longitud de onda (unos 15 centímetros).

En este montaje son necesarias las bobinas de choque, como se indica en el esquema. La tensión aplicada a la rejilla es del orden de 250 voltios y en cambio el de la placa de alrededor de 10 voltios, aunque este último valor de-

pende en gran manera en funcionamiento del oscilador, puesto que su efecto es comparable a variar la tensión de la rejilla de un oscilador ordinario.

El circuito de Barkhausen ha sido experimentado por Scheibe, quien ha adoptado el montaje simétrico de Mesny. En este caso, lo único que diferencia este montaje del simétrico clásico es que ahora se utiliza la producción de ondas estacionarias en las dos varillas, cosa que no sucedía, naturalmente, al unir las dos placas y las dos rejillas por medio de un bucle o espira. Además de haber la modificación fundamental, debida a Barkhausen, de invertir, por decirlo así, las funciones de la rejilla por la de placa, debido a las tensiones aplicadas a estos electrodos. Las ondas se producen cuando la posición de los dos puentes ocasiona la reflexión de las ondas en los extremos (Fig. 91).

Estudiando matemáticamente las influencias que sufre un

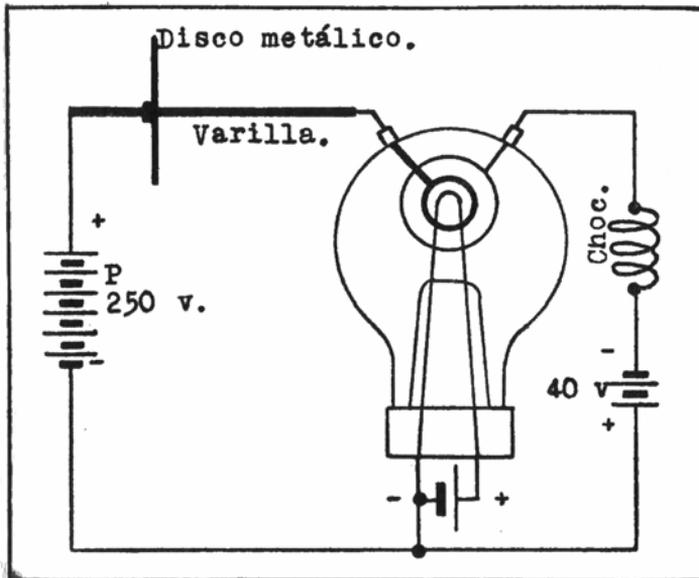


Fig. 93.— Variación del circuito de Pierret que tiende a transformarlo en un circuito emisor, que radie energía.

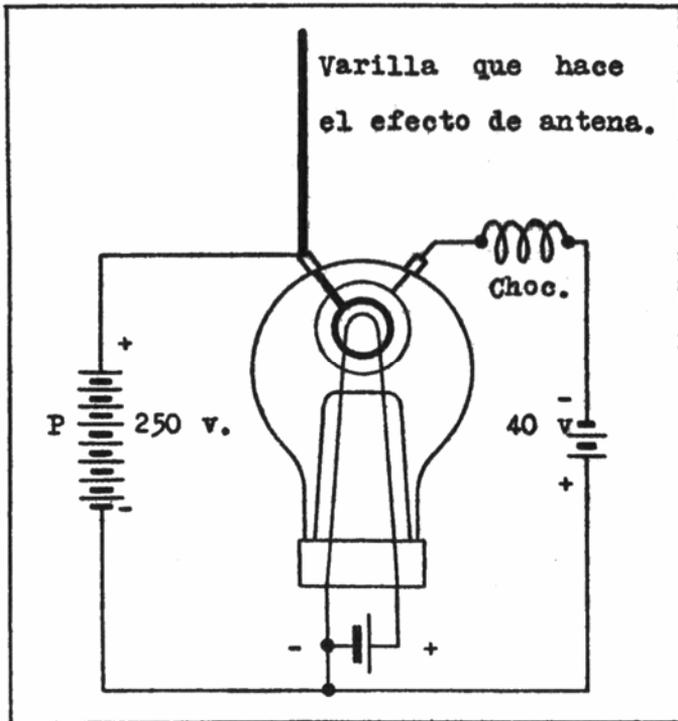


Fig. 40.— Forma definitiva del emisor de Pierret que radia ondas del orden de 15 cms. En realidad, todo el circuito está comprendido dentro de la misma válvula y una varilla de unos 10 centímetros sirve de antena (obsérvese que la antena está conectada a la rejilla y que la placa tiene aplicada una tensión negativa).

electrón en el circuito de Barhausen, especialmente al acercarse al circuito de la rejilla, Pierret ha demostrado que el electrón puede oscilar entre la rejilla y el filamento y entre la rejilla y la placa; al aprovecharse estas oscilaciones, se pueden obtener frecuencias tres veces superiores a las obtenidas con el circuito de Barkhausen, es decir, ondas de 12 centímetros de longitud, utilizando como válvulas las fran-

cesas del tipo T.M.C. Fácilmente se obtienen ondas de 18 centímetros con las cuales he podido repetir los fenómenos de reflexión, concentración de la energía, etc., con la particularidad que la semejanza con las ondas luminosas es muy grande, bastando que un obstáculo, conductor, se interponga en el trayecto para producir un efecto de *sombra*.

Los trabajos de Pierret son en extremo interesantes y por consiguiente vamos a describirlos rápidamente para que el lector pueda repetir sus experiencias.

En un primer circuito (Fig. 92), a lo largo de las varillas A y B se desplazan dos discos metálicos de unos 30 centímetros de diámetro al menos; las ondas se reflejan cuando las posiciones de los discos son adecuadas. En realidad, este montaje viene a ser un simétrico de Scheibe, pero con una sola válvula.

En una segunda experiencia de Pierret, se suprime la varilla y el disco del circuito de la placa, conectado a ésta el polo negativo de la batería auxiliar. Se observa que para una posición determinada del disco sobre la varilla, se entretienen oscilaciones en el circuito (Fig. 93).

En una tercera experiencia se trata de radiar estas ondas en las mejores condiciones posibles. Para ello Pierret dispone la varilla directamente conectada a la rejilla, constituyendo de esta manera la antena. Su longitud debe de ser tal que pueda vibrar en semionda, etc., es decir acordarla de acuerdo con la longitud de onda que se transmite, y por lo tanto de muy pocos centímetros.

Para terminar este importante tema, del cual cuanto he dicho en esta obra no es sino un ligero bosquejo, diré que estas ondas ultracortas se prestan admirablemente a ser canalizadas por medio de reflectores de pequeñas dimensiones (del orden de un metro, con las ondas obtenidas por Pierret), pudiéndose entonces concentrar la energía en cierta dirección privilegiada, obtener un máximo de eficiencia en esta dirección y guardar, dentro de ciertos límites, el secreto de las comunicaciones.

Vamos a explicar, en el capítulo siguiente, en que consisten estos reflectores de la energía electromagnética.

## CAPÍTULO X

### Los reflectores de ondas cortas

Desde las primeras experiencias hechas con las ondas electromagnéticas ya se encuentra la idea de procurar concentrarlas en una cierta dirección en una forma semejante a la de las ondas luminosas.

Los trabajos del sabio italiano Prof. Righi, de la Universidad de Bolonia, culminaron en 1894 pudiendo reproducir con las ondas electromagnéticas los mismos experimentos que con las ondas luminosas: reflexión, refracción, difracción, etc., utilizando para ello ondas de 6 milímetros de longitud, creadas con un oscilador de su invención. Estas ondas, desde luego, eran amortiguadas, puesto que se utilizaba para su creación el bien conocido fenómeno de la descarga de un condensador en un circuito conteniendo self, capacidad y resistencia, esta última de un valor tan elevado que amortiguaba rápidamente las oscilaciones producidas.

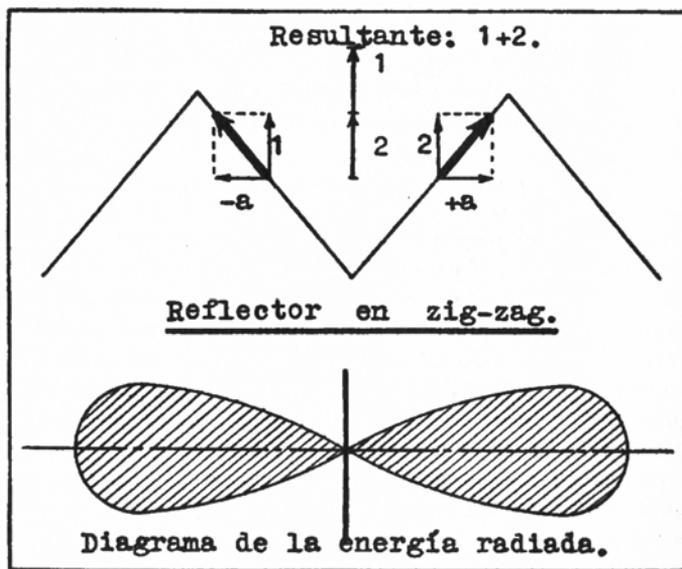
Desde los primeros trabajos de Marconi hechos en el Post Office de Londres, en 1896, encontramos la misma idea de reflejar estas ondas. Su longitud, de varios centenares de metros, no permitió obtener resultados prácticos por lo cual la idea tuvo que ser abandonada y a más fuerte razón cuando al cabo de poco tiempo se consideró que la solución de las comunicaciones a grandes distancias radicaba en la utilización de ondas de unos 20 kilómetros de longitud. La idea de los reflectores quedó completamente abandonada hasta que hace unos 10 años, poco después de terminar la Gran Guerra, se pusieron en evidencia ciertas propiedades de propagación de las ondas cortas (de unos 50 metros) que promovieron, como siempre pasa cuando se habla de una cosa nueva, primero incredulidad, luego controversia y finalmente se les atribuyó más de lo que verdaderamente eran.

Un estudio sistemático de estas ondas demostró que alrededor de los 30 metros ofrecían propiedades particularmente

interesantes para propagarse, haciendo intervenir para explicar este fenómeno, entre otras cosas, la teoría de la llamada capa de Heaviside. Sin embargo, se consideró que las ondas más cortas ya no ofrecían interés para el aficionado.

Ha sido recientemente y sobre todo en los Laboratorios de los Estados Mayores de distintas Naciones donde se han impulsado estas experiencias, con ondas cada vez más cortas, para establecer comunicaciones especiales a cortas distancias; incluso se piensa ahora establecer una red de comunicaciones, absolutamente secreta, en todo el territorio de una Nación vecina, aprovechando los picos de montañas en los cuales se instalarán retransmisiones, que por su constitución misma, cuestan precios insignificantes.

Estos experimentos han sido comprobado que las ondas de 4 metros son particularmente ventajosas para las comunicaciones radiotelefónicas, existiendo ya actualmente instalaciones de



Figs. 95 y 96.— Teoría del reflector en zig-zag y distribución del campo que resulta.

esta clase en pleno servicio. Estas ondas han permitido el uso de reflectores parabólicos de unos 10 metros de abertura y por consiguiente, después de 35 años de evolución de la Radio Ciencia volvemos a utilizar los mismos principios que utilizaron los que hicieron sus cimientos.

La utilización de las ondas cortas, entre 15 y 30 metros, han sido particularmente estudiadas en vista de ser utilizadas en las comunicaciones de larga distancia, especialmente en el tráfico entre los diversos Continentes. Las grandes compañías interesadas han estudiado a fondo la cuestión y si bien actualmente parece ser que hay una serie de diversas soluciones, en realidad sólo hay una sola, aunque presentada en distintas formas, con la única finalidad de salvar las dificultades que presentan las patentes tomadas por cada compañía. Se trata de reproducir ondas estacionarias en un sistema de hilos, disponiendo las cosas de tal manera que se sumen las corrientes de un mismo sentido y que las de sentido contrario no tengan efecto.

Los trabajos de Mesny y de Chireix han solucionado este problema en una forma muy sencilla, utilizándose por la Société Française Radioélectrique en sus instalaciones de ondas cortas.

Supongamos que tenemos un conductor formando zigzag, llamado "proyector" (Fig. 95), recorrido por ondas estacionarias y que cada trozo de hilo corresponda a media longitud de onda. En un punto cualquiera podemos descomponer la corriente en dos componentes, una vertical y otra horizontal; basta examinar la figura para convencerse que sólo prevalecerán los efectos verticales, destruyéndose los horizontales uno a uno. En esta forma podemos asimilar al "proyector" con un rectángulo de corrientes verticales, todas ellas en fase. Debido a esta última condición de estar todas las corrientes en fase, si analizamos el efecto que tendrán en puntos situados en la dirección perpendicular al plano formado por el "proyector" resultará que los efectos de todas las corrientes se sumarán y por lo tanto la energía radiada en esta dirección será máxima. En cambio, si consideramos la

dirección del plano del proyector debido a que en este caso el campo producido en un punto lejano de los distintos elementos no será el mismo (puesto que necesitan un cierto tiempo para propagarse de un extremo a otro del proyector), resultará una diferencia de fase de las ondas y por consiguiente una disminución de efectos en esta dirección. Resumiendo gráficamente los resultados de la teoría matemática, muy sencilla por cierto y comprobada por la experiencia en una forma extraordinariamente concordante, resulta que con este sistema de proyector de ondas electromagnéticas, la energía se distribuye sobre el horizonte según se indica en la Fig. 96, formando dos bucles muy estrechos, cuya agudeza puede modificarse a voluntad según las dimensiones del proyector.

Esta distribución del campo que acabamos de ver, representa, sin discusión alguna, un progreso enorme en el arte de enviar la energía electromagnética comparado con todas las tentativas anteriores; no obstante, ofrece el inconveniente de

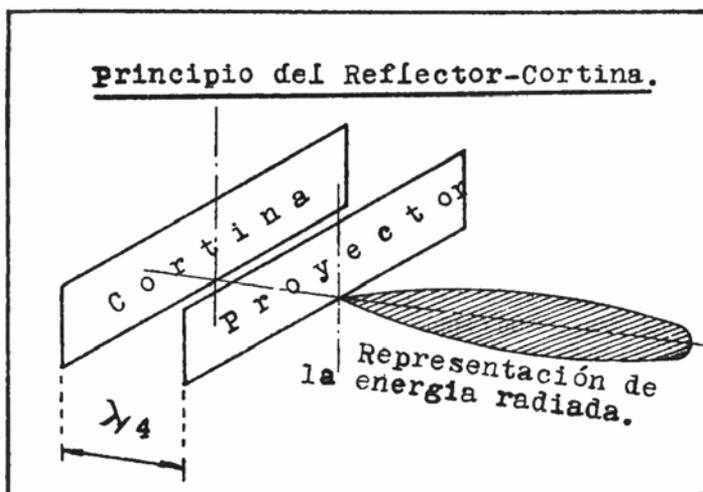


Fig. 97.— Disposición adoptada para proyectar la energía electromagnética en una sola dirección mediante un proyector-cortina.

formar dos bucles y por lo tanto enviar solamente la mitad de la energía en la dirección deseada. La solución de esta dificultad es muy sencilla, bastando con disponer dos proyectores paralelamente, uno detrás del otro y separados por una distancia igual a un cuarto de la longitud de onda; este segundo proyector, haciendo el efecto de cortina o superficie reflectora, anula los efectos hacia su dirección contraria. Fácil es de ver que basta con invertir la función de proyector al de cortina, es decir, alimentar el uno o el otro para radiar la energía hacia A o hacia B (Fig. 97).

El sistema que acabamos de indicar es el que se utiliza en el tráfico París — Buenos Aires, habiendo actualmente cerca de París una serie de proyectores con cortina situados en posiciones tales que aseguran el tráfico con las diversas Colonias francesas, América del Norte, etc., etc.

Un punto hay que definir sobre la utilización de los proyectores y es que no hay que pensar que la energía electromagnética se canalice en una forma neta, dentro del sector que hemos indicado en la fig. 9. Un telegrama enviado de París a Buenos Aires, pro medio de su reflector correspondiente, será también recibido en Roma, pero lo que es indispensable para asegurar el tráfico desde un punto de vista comercial, es la seguridad; es así que antes de utilizar los reflectores la cantidad de energía recibida en Buenos Aires no permitía garantizar una continuidad del servicio, mientras que ahora, el voltaje inducido en la antena receptora (que también es un proyector) es tan grande, que en todas las estaciones del año permite la recepción constante, haciendo funcionar receptores automáticos a gran velocidad, permitiendo así una transmisión rápida y segura que son las bases indispensables para un servicio telegráfico comercial.

El empleo de los proyectores — cortina requiere que reúnan ciertas condiciones de construcción y de alimentación; no obstante ser muy sencilla su teoría y cálculo, saldríamos al describirlo del margen de esta obra. Lo describiremos en otro momento más oportuno. Sólo diré que los proyectores, por sus mismas dimensiones, ocupan un espacio considerable y

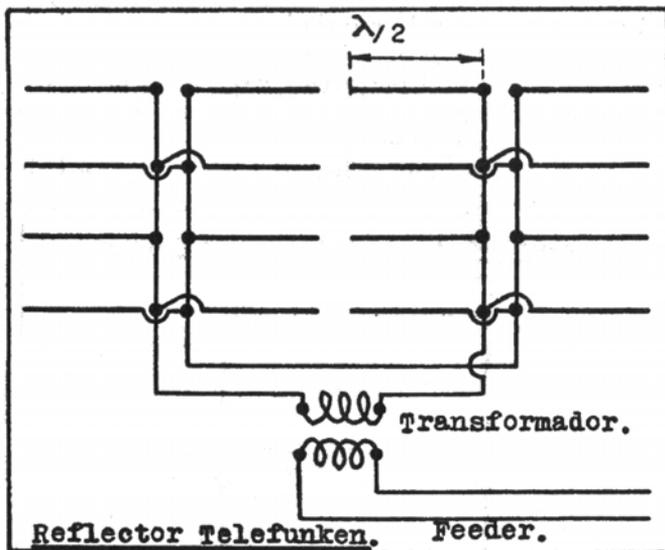


Fig. 98.— El reflector utilizado por la Telefunken en sus emisoras de ondas cortas dirigidas.

por lo tanto es necesario estén algo alejados de la emisora, en un campo llano y bien despejado de árboles, etc., conectándose el proyector con la emisora mediante una canalización metálica que sea la sede de ondas progresivas (es decir, no estacionarias) que se propaguen hacia el proyector sin volver a la emisora); esto se consigue haciendo que la impedancia del extremo de la canalización alimentadora, o “feeder”, tenga una gran impedancia, de forma que desde el punto de vista de la propagación se comporte como una línea infinita, en cuyo caso ya comprenderá el lector que toda propagación que enviemos a semejante línea no se reflejará e su extremo (puesto que lo suponemos en el infinito) y por consiguiente no volverá jamás (1).

(1) Los lectores que les interese el cálculo de los proyectores y cuanto se refiere a la teoría de las ondas cortas: emisión, propagación, etc., etc., les ruego pidan datos al apartado 1058, Barcelona, para enviarles información complementaria.

Una vez comprendido el principio en el que se funda la concentración de las ondas electromagnéticas mediante los proyectores descritos, el comprender los sistemas de proyectores de otros sistemas es inmediato. Así en la Fig. 98, indicamos el sistema Telefunken, constituido por una serie de antenas horizontales. En la Fig. 99, señalamos el procedi-

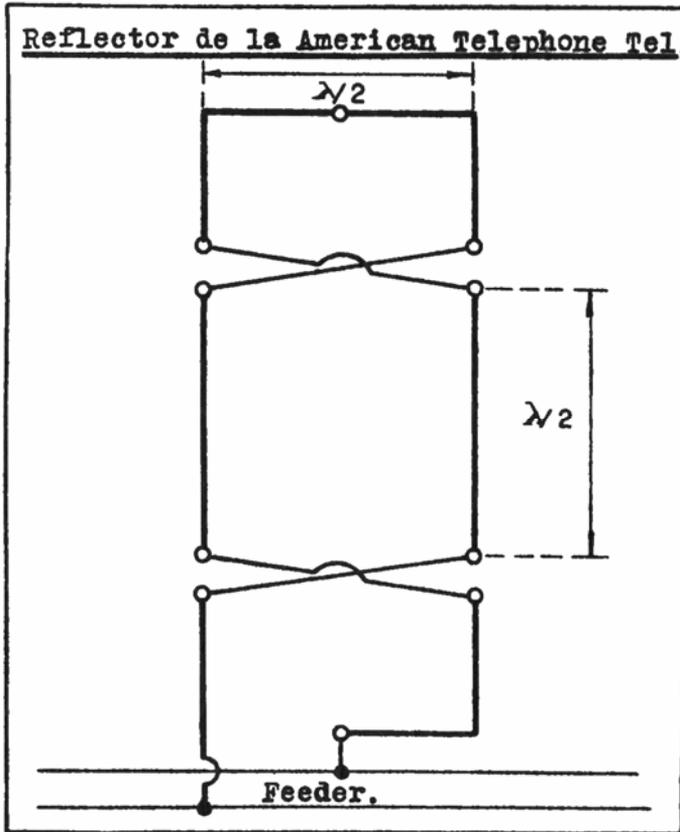


Fig. 99.— Disposición adoptada en América para conseguir que las porciones verticales del proyector estén recorridas por corrientes del mismo sentido, produciéndose en los cruces las de sentido contrario.

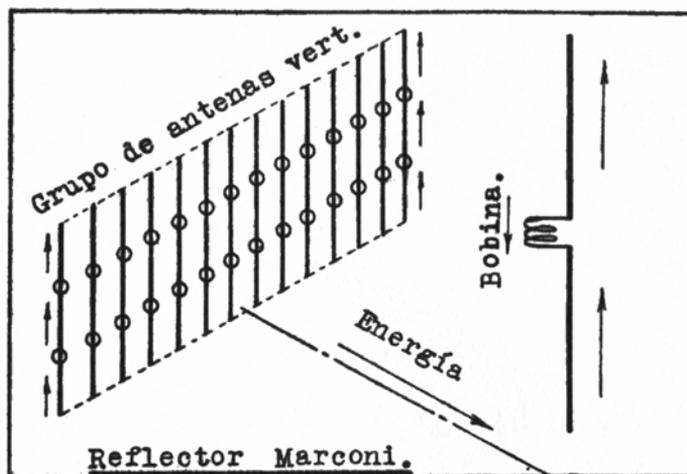


Fig. 100.— Disposición adoptada por Marconi para que las antenas, cuyo conjunto constituye el proyector, estén recorridas por corrientes del mismo sentido: las medias ondas de sentido contrario se producen en las pequeñas bobinas, que prácticamente no radian casi, energía.

miento de la American Telegraph & Telephone Co. y en la Fig. 100 el de la Compañía Marconi.

Merece señalarse que el sistema empleado por la Marconi se funda en un principio algo distinto al proyector Mesny-Chireix. Así como éste último presenta un efecto de continuidad, puesto que todo el proyector ofrece un todo continuo, en cambio el sistema de Marconi constituye un sistema de antenas; gracias a la interposición de pequeñas bobinas que prácticamente no radian, se compone de una serie de conductores verticales cada uno de ellos recorridos por semi-ondas estacionarias, todas del mismo sentido. Si se dispone una serie de antenas así constituidas, formando todas ellas un plano vertical y separadas entre sí por un cuarto de longitud de onda, si todas están recorridas por corrientes en fase, obtendremos un efecto en un todo semejante al del proyector anteriormente descrito.

Si las ondas transmitidas son muy cortas, sólo de algunos metros y especialmente las de menos de un metro, es ventajoso utilizar reflectores parabólicos de muy reducidas dimensiones.

Finalmente, para tener una idea de los resultados que se obtienen con los reflectores con cortina, citaré que en este caso, se recibe 27 veces más de energía en la dirección del eje que si la misma potencia se comunicase a una antena única.

## CAPÍTULO XI

### **La radio en la aeronáutica**

Me propongo dar en este capítulo una idea general de la utilización de la radio en la Aeronáutica desde los dos puntos de vista fundamentales: transmisión y navegación.

Es bien evidente que el navegante necesita comunicarse con tierra, ya sea para pedir informaciones meteorológicas y corregir su rumbo, caso de ser desfavorables las condiciones del estado del tiempo, bien para que lo auxilien si se ve obligado a aterrizar y finalmente para que los aeródromos le comuniquen noticias sobre las condiciones de aterrizaje. Si los aviones son militares, no sólo necesitan que la radio les informe sino que ellos deben de radiar inmediatamente los resultados de sus observaciones e indicar los aviones enemigos que se dirigen hacia retaguardia, para que estén alerta los servicios de defensa antiaérea, etc.

La transmisión a bordo constituye un problema desde el punto de vista del personal, sobre todo en los aviones ligeros. Llevar a un radiotelegrafista es a veces casi imposible después del personal especializado necesario: piloto, observador, mecánico, a menos que una misma persona sea capaz de cumplir diferentes misiones simultáneamente, lo cual naturalmente, es difícil. Desde luego, se puede utilizar la radiotelefonía pero su empleo es menos seguro que la radiotelegrafía y por otra

parte su alcance queda reducido a la mitad. Las líneas París-Londres emplean la radiotelefonía; en cambio los hidros que hacen la línea Marsella-Túnez y Marsella-Argel han preferido prescindir del mecánico y puesto en su lugar un radiotelegrafista.

Según acabamos de ver, el llevar un radiotelegrafista a bordo, cuando los trayectos a recorrer son grandes, es necesario, pero, ofrece el inconveniente de llevar una persona suplementaria, que en muchos casos requiere prescindir de otra, también indispensable, como el mecánico. Actualmente se están haciendo pruebas sobre un procedimiento que probablemente dará buenos resultados prácticos. Se trata de transmitir desde el avión en telegrafía, mediante un manipulador automático, con frases ya hechas de antemano; cosa bien posible desde el momento en que las preguntas que puede hacer un avión son muy restringidas y siempre las mismas: pedir su situación, estado del tiempo en distintos puntos de la ruta, etc. En cambio, la recepción se haría con radiotelefonía. De esta forma se puede hacer un transmisor, a bordo, sumamente ligero y sencillo, utilizando para la recepción un receptor muy reducido, puesto que la emisora radiotelefónica, situada en el aeródromo, puede ser tan potente como se quiera, sin ningún límite y su personal, especializado, recibirá sin dificultad alguna los mensajes telegráficos transmitidos automáticamente desde los aviones en ruta. De esta forma el servicio radio puede ser atendido por el mecánico de a bordo, sin ninguna dificultad. Cuanto acabamos de decir, se refiere, desde luego, a la aeronáutica civil.

El transmisor de a bordo, con el fin que sea bien ligero y sencillo, desde el doble punto de vista de construcción y de alimentación, acostumbra a construirse de a lo sumo una potencia de 300 vatios. Con esta potencia se obtienen los alcances necesarios teniendo en cuenta las distancias que separan a los aeródromos y que en éstos hay aparatos receptores muy sensibles, cuyo funcionamiento queda asegurado con un campo receptor muy débil.

La recepción a bordo es un asunto muy delicado, debido

en gran parte a los ruidos, vibraciones, viento, etc., etc. Se ha encontrado no obstante una solución prácticamente suficiente, utilizando un casco de cuero, que se adapta perfectamente a la cabeza, conteniendo en su interior los auriculares.

Los alcances que se obtienen, cuando la emisora del aeródromo es de 2 kilovatios, dependen, naturalmente, de la sensibilidad del receptor, aunque puede cifrarse por unos 400 kilómetros si el receptor está compuesto de un paso de amplificación de alta frecuencia, detectora, y dos bajas frecuencias. Si el receptor es un superheterodino de 5 válvulas: una bigrille, dos pasos de frecuencia intermedia, detectora y una baja frecuencia, el alcance puede evaluarse en 600 kilómetros. En ambos receptores se utiliza una antena. En cambio, si se quiere utilizar un cuadro, con un superheterodino de seis válvulas: una alta frecuencia, heterodina, dos pasos de frecuencia intermedia, detectora y una baja frecuencia, el alcance es de unos 500 kilómetros, utilizándose en este caso el receptor como radiogoniómetro.

El segundo punto de la utilización de la radio a bordo de los aviones consiste en poderse situar y seguir un rumbo determinado. Esto puede conseguirse por distintos procedimientos, aunque hay dos generalmente utilizados: el avión emite y dos o más radiogoniómetros desde tierra determinan la situación de la nave, o bien ésta se sitúa mediante la intersección de dos relevamientos o marcaciones tomadas con el radiogoniómetro de a bordo (recepción con cuadro).

En el primero de los dos casos (Fig. 101), el avión emite una señal de cierta duración; dos radiogoniómetros, A y B, situados en tierra, toman una marcación que permite calcular los ángulos  $a_1$  y  $b_1$ ; la intersección de las dos marcaciones determinará el punto 1, con la particularidad que como se conoce la distancia que separa las dos estaciones terrestres A y B, un sencillo cálculo trigonométrico permite determinar, muy exactamente, la situación del punto 1, que se comunica por radio al avión en ruta. Esta operación puede repetirse cada media hora, por ejemplo, y así va determinando los puntos 2 y 3, es decir, corrigiendo el rumbo, cuya des-

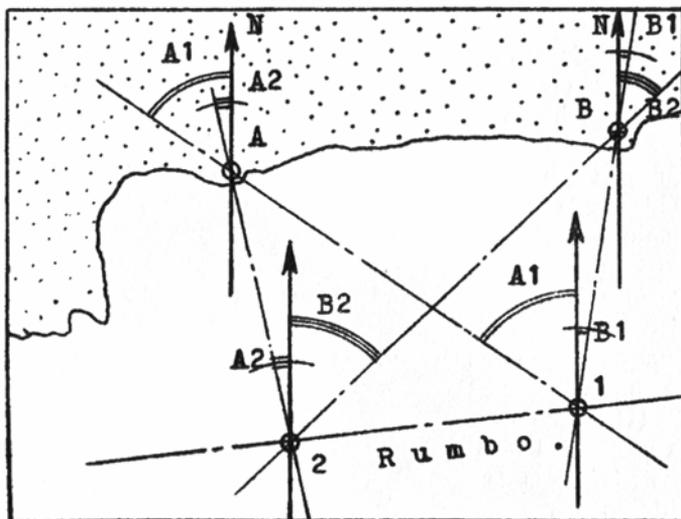


Fig. 101.— Procedimiento que puede utilizarse para orientarse un avión o un barco transmitiendo señales al recibirse por dos estaciones terrestres especiales destinadas a este servicio.

viación es inevitable debida, entre otras causas, a la acción del viento.

La situación puede efectuarse muy bien mediante un radiogoniómetro a bordo, es decir, un receptor superheterodino con cuadro. Sobre el eje del cuadro se fija un limbo para determinar el ángulo que forma el norte con la emisora recibida. Se procede por extinción, es decir, cuando la recepción se anula: esto ocurre cuando el plano del cuadro está colocado perpendicularmente a la dirección de la emisora. Una vez esto explicado el entender la utilización del gonio a bordo es inmediato. En efecto, si desde distintos sitios del territorio, o de la costa (supongamos sólo dos, A y B, para simplificar) emiten constantemente, o con intervalos ciertos signos que los identifiquen (combinación de rayas y puntos) y determinamos en las posiciones de extinción de las señales, que la emisora A forma un ángulo  $\alpha$  con el norte

magnético y que la emisora B forma un ángulo  $b_1$ , como que la distancia entre A y B es conocida, el problema queda reducido a resolver un triángulo conocido de un lado y los tres ángulos, problema de la trigonometría elemental. En fin, se puede proceder gráficamente, trazando sobre la carta los ángulos  $a_1$  y  $b_1$ , en A y B respectivamente, con el norte magnético, y la intersección de las dos marcaciones determina el punto donde se encuentra la nave.

El procedimiento que acabamos de indicar, llevando un gonio a bordo, es más práctico que el pedir la situación a tierra, puesto que con el gonio se puede seguir el rumbo punto por punto, marcando la posición cada minuto, si así se quiere.

(Haciendo una pequeña digresión, vemos que habiendo la posibilidad bien manifiesta de poder utilizar las recepciones telefónicas de las emisoras de radiodifusión, en todos los sitios o mares donde existen varias estaciones, es muy fácil orientarse mediante la radio puesto que cada cinco minutos a lo sumo anuncian a la ciudad donde están instaladas. Este último procedimiento da buenos resultados, sobre todo de noche, y su utilización es preciosa en aquellos casos donde no se necesita una gran exactitud en la determinación del punto de situación, como por ejemplo en los cruceros por el Mediterráneo de los yachts de recreo.

Para que el lector comprenda hasta qué punto puede situarse una nave mediante el gonio, transcribimos la relación del Capitán Ruiz de Alda, durante el vuelo España-Argentina del Comandante Franco:

“A 50 kilómetros de la costa española, encontramos nubes a 200 metros de altura que se extendían hasta las Canarias. Volando bajo las nubes no pudimos hacer observaciones astronómicas y sobre, no pudimos determinar la deriva. Después del primer punto obtenido que nos daba Las Palmas a  $7^\circ$  a estribor hasta el fin del vuelo, el trabajo del radiogonio fué matemático. Nos daba la diferencia de los ángulos de Las Palmas y Tenerife. En resumen, desde las 11 de la mañana nos dirigimos únicamente con el radiogonio.

“Yo marqué varios puntos obtenidos por la intersección de dos relevamientos y ninguno difería de la ruta ideal de más de 8 kilómetros. Como nos aproximábamos, oímos todos los vapores cercanos a las islas, dándolos todos un punto único (estando repartidos alrededor de las islas).

“A las 3 de la tarde percibimos indistintamente una isla muy lejana a babor y Franco decidió de poner la proa. Yo le dije que era Lanzarote, aunque no le convencí. Le di los puntos del radiogonio que dieron matemáticamente el número de grados que nos desviábamos de nuestra ruta. Franco, convencido, volvió a la ruta primitiva y continuamos sin percibir tierra durante muchos kilómetros; nos descubrimos muy cerca de una isla. Atravesamos un claro y tuvimos a la vista el puerto de Luz de Las Palmas, donde llegamos y tuvimos que permanecer a causa del mal tiempo”.

Actualmente existe una red de radiofaros de los cuales deseo decir algunas palabras debido a su utilidad, tanto a la navegación aérea como a la marítima. Los hay que son sencillamente emisoras, situadas en sitios convenientemente elegidos, que emiten rayas y puntos que los identifican de la misma manera que los faros luminosos mediante sus destellos, duración, etc.; teniendo un cuaderno de radiofaros, nada más sencillo que situarse mediante dos relevamientos sucesivos, con un procedimiento semejante al indicado en la Fig. 102. Este procedimiento requiere el uso de un radiogonio a bordo.

Los radiofaros constituyen hoy día una de las muchísimas ramificaciones de la Radio Ciencia, a la cual hay dedicados célebres ingenieros especialistas que procuran resolver los numerosos problemas que se presentan; su objeto consiste en poder navegar, relativamente a grandes distancias de las costas, orientándose tan seguramente como ahora con los faros luminosos, con la ventaja de que la niebla y otros fenómenos meteorológicos no intervienen para poder determinar la situación de la nave.

Hay radiofaros giratorios ordinarios, giratorios conjugados, con dos cuadros, de campo interferente, etc., etc. Sólo

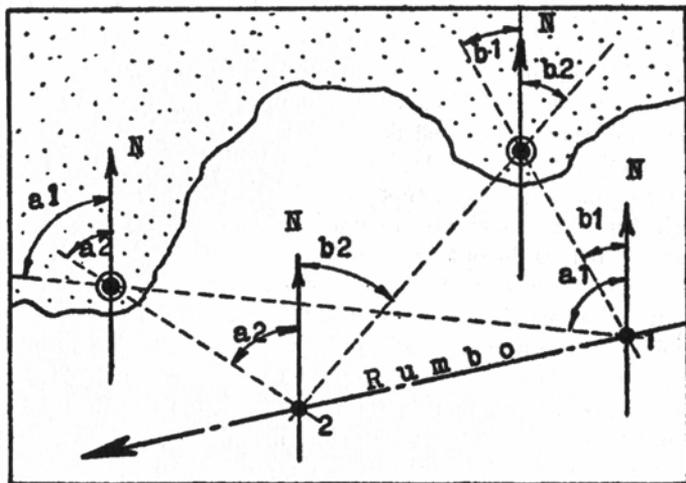


Fig. 102.— La situación de la nave puede determinarse también desde a bordo mediante un cuadro y un receptor sensible.

diré algo sobre el primero y el tercero para que el lector tenga una idea de esta nueva clase de instalaciones y sobre todo cómo se utilizan los radiofaros.

Un radiofaro giratorio ordinario es una radioemisora que dirige, con ciertos intervalos, un haz de ondas electromagnéticas en una forma semejante a un haz de ondas luminosas en el caso de un faro. Un radioreceptor, con antena, instalado a bordo, recibirá un máximo de intensidad cada vez que el haz pase por la antena receptora. Supongamos que el radiofaro en cuestión emite sólo un haz y que da una revolución cada 30 segundos, por ejemplo. Si cuando el haz está dirigido hacia el norte se interrumpe un breve instante y contamos los segundos que tarda desde aquel instante hasta volver a percibir un máximo, sabremos inmediatamente el número de grados que hay entre el norte del radiofaro y nuestro relevamiento, puesto que cada segundo equivale, en este caso, a 12 grados (360 grados cada 30 segundos); tomando el relevamiento de dos radiofaros próximos determinaremos nues-

tra posición ya que ésta será el punto de intersección de las dos marcaciones. Bien entendido que con una velocidad angular del radiofaro más pequeña se puede obtener una precisión mayor en la lectura del ángulo, que sería de 6 grados por segundo, caso de dar una revolución por minuto, y si apreciamos una fracción de segundo al notar el paso por el máximo y tomamos el promedio de algunas lecturas sucesivas, habremos determinado nuestra posición con una gran exactitud, si los radiofaros no están muy lejos. La forma más sencilla de hacer un radiofaro giratorio de este tipo consiste en alimentar un cuadro con una emisora de cierta potencia; este cuadro gira con la velocidad angular deseada y al pasar por la dirección norte se interrumpe la emisión un brevísimo instante.

El otro tipo de radiofaro, del cual deseo dar su principio y utilización, consiste en dos cuadros que forman cierto ángulo entre sí. Cada uno de ellos transmite con la misma longitud de onda y con la misma intensidad. En este caso las ondas electromagnéticas son transmitidas siguiendo la bisectriz del ángulo que forman los dos cuadros. Ahora bien, un cuadro transmite la letra *a* ( $\cdot$  —) y el otro la letra *n* (—  $\cdot$ ) de tal forma que los espacios de la una llenan la transmisión de la otra. En esta forma si un avión, o barco, se sitúa constantemente sobre la dirección de la bisectriz oirá con el radio-receptor un trazo continuo, por recibir igualmente las dos letras interligadas, mientras que si se desvía hacia un lado u otro de esta ruta, oirá un refuerzo de una de las dos letras, señal evidente que se ha desviado del rumbo ideal. Digamos, finalmente, que ahora en vez de dos letras se transmiten dos notas musicales, una de unos 60 y otra de unos 80 periodos por segundo, que actúan, en la recepción, sobre dos vibradores acústicos, del tipo de lámina metálica, que obstruyen cada uno una pequeña abertura detrás de la cual hay una lámpara; si se sigue la ruta verdadera, marcada por la emisora, las dos aberturas están obstruidas, mientras que si se desvía hacia uno de los lados se recibe un refuerzo de una de las dos notas musicales, el vibrador acústico entra en acción y se ve la luz que ilumina un cristal esmerilado con la

mención “izquierda” o “derecha” para ir así guiando al piloto el rumbo a cada momento.

Este tipo de radiofaro está en servicio en los Estados Unidos para los servicios nocturnos de navegación aérea entre Nueva York y Cleveland. En Francia se utiliza especialmente en el servicio París-Londres, con una precisión del orden de un 2 %, es decir que el rumbo de Barcelona a las islas Baleares puede seguirse con un error máximo de dos millas al determinar el punto de situación más distanciado, es decir, al llegar ya a las islas.

Quisiera proseguir el atractivo estudio de los radiofaros tomando como base los trabajos de Adcock, Barfield, Busignies, Bellini, Aicardi, Loth, Dunmore, etc., etc., pero la descripción de sus aparatos y procedimientos nos ocuparía muchísimo más espacio que el de toda esta obra. Basta con lo dicho, no obstante, para que el lector comprenda que por medio de la radio es posible guiarse tanto en la noche oscura; sin luna y sin estrellas, como en la más densa niebla y esto con una precisión que en la mayoría de circunstancias es más que suficiente para el navegante.

## CAPÍTULO XII

### **Telefonía sin hilos absolutamente secreta**

Al tratar, en capítulos anteriores, las ondas muy cortas, hemos podido poner en evidencia sus propiedades especiales y en particular, la posibilidad de concentrarla en un haz muy agudo, en una forma semejante a las ondas luminosas. Asimismo hemos visto que la tendencia de la técnica moderna es de experimentar con longitudes de onda cada vez más cortas, es decir, frecuencias más elevadas. Llegadas las cosas a este punto, cabe preguntarse si hay otras ondas, que no sean las electromagnéticas y que pudiesen resolver totalmente el problema.

En la figura 103 indicamos las vibraciones del éter que mejor conocemos. En principio, todas estas ondas pueden modularse o bien, interrumpiendo periódicamente su emisión, utilizarse para transmitir un código telegráfico. Pero estas ondas, de cortísima longitud, puesto que se cifra por una fracción de millonésima de milímetro, ¿pueden utilizarse para comunicar la inteligencia? La respuesta es afirmativa; en la Gran Guerra el Ejército americano utilizó las ondas infra-rojas para comunicaciones a corta distancia, mediante un detector especial. Por otra parte, las ondas luminosas han sido utilizadas, con pleno éxito, para transmitir la música y la palabra a distancias de unos cuantos kilómetros; en la emisora se modula un haz de luz, proyectándolo a la estación receptora, constituyendo así un sistema absolutamente secreto de telefonía sin hilos.

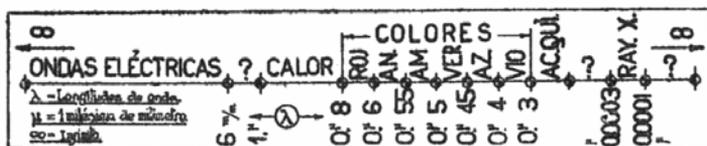


Fig. 103.— Gama de las vibraciones del éter.

Tenga el lector muy presente que ya no estamos tratando de radiotelefonía, sino simplemente de telefonía sin hilos, puesto que no empleamos las ondas electromagnéticas. Sin embargo, las experiencias hechas por Ruhmer tienen actualmente un interés muy importante, en primer lugar porque la técnica de la radio tiende a obtener resultados semejantes a los de las ondas luminosas y en segundo término porque cuando se hicieron aquellas experiencias no se disponía de los medios actuales: la célula fotoeléctrica y el amplificador electrónico. Con estos elementos, no sólo se obtienen resultados inmensamente superiores a los originales, sino que para pequeñas distancias (algunos centenares de metros) la instalación es sencillísima, pudiéndose establecer comunicaciones

de telefonía sin hilos que guarden el más absoluto secreto de las comunicaciones. Luego, el sistema que vamos a describir es, en muchísimos casos, inmensamente superior a la radiotelefonía.

Empezaremos por tratar un modelo pequeño, es decir, de pequeña potencia, utilizando en la emisión una lamparita de 4 voltios, de las empleadas en las lámparas de bolsillo. Este haz de luz, concentrado por un reflector parabólico representa, en el caso de la radiotelefonía, la antena emisora cuando, al ser recorrida por corrientes de alta frecuencia, radia ondas electromagnéticas. Las ondas luminosas se propagan a razón de 300.000 kilómetros por segundo y en una forma que supondremos rigurosamente rectilínea. El circuito de la emisora (Fig. 104), se compone: de una lámpara, una batería de pilas o de acumuladores para mantenerla encendida y un transformador en cuyo primario se conecta el micrófono o el pick-up. Si la lámpara es muy potente es necesario interponer uno o dos pasos de amplificación entre el micrófono o el pick-up y el transformador de salida, con el fin de aumentar la profundidad de la modulación de las ondas luminosas. La potencia de la emisora se expresará en vatios, que serán los que consumirá la lámpara.

Tenga bien presente el lector que el aumentar la potencia

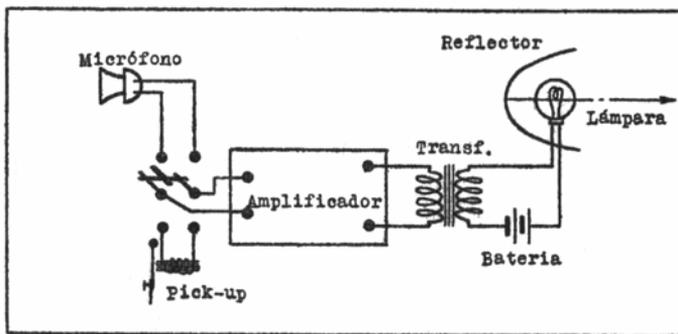


Fig. 104.— Transmisor de telefonía sin hilos secreta.

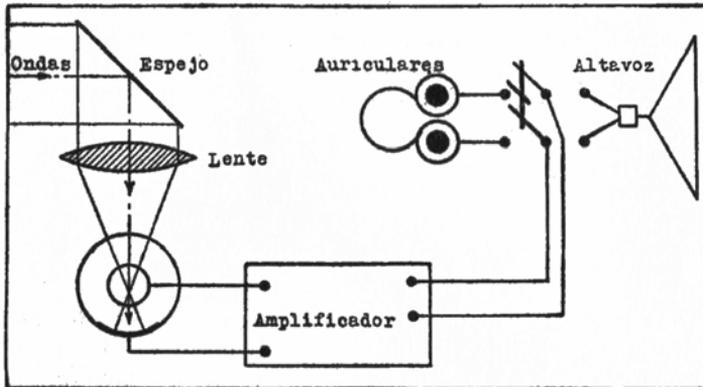


Fig. 105.— El receptor de telefonía sin hilos.

de la emisora es en extremo sencillo: basta con cambiar la lámpara por otra que consuma más vatios, la potencia luminica aumentará y con ello podremos, o bien recibir más energía luminosa en un mismo punto que anteriormente ya teníamos establecida la comunicación, o alejar el receptor caso ya de ser suficiente la energía recibida antes.

Referente al emisor no es necesario que dé más detalles por ser sumamente sencilla su realización práctica. Sólo diré que siendo tan fácil aumentar la potencia de la emisora, creo conveniente que el aficionado empiece con pequeñas potencias y aumentarlas progresivamente hasta obtener resultados satisfactorios para cubrir la distancia que se proponga establecer comunicación.

El receptor (Fig. 105) se compone esencialmente de un espejo de a lo sumo 30 x 30 cms., colocado a 45 grados con la vertical y situado de tal forma que reciba las ondas luminosas de la emisora y, a ser posible, que no reciba luz de ninguna otra procedencia. Esto es relativamente fácil de obtener colocando el espejo dentro de una caja de cartón alargada, ennegrecida en su interior con tinta china o negro de humo.

El espejo hace desviar las ondas luminosas haciéndolas cambiar la posición horizontal que tenían al propagarse entre la emisora y el receptor, por la posición vertical. Un lente que abarque las ondas reflejadas por el espejo (unos 25 a 30 cms. de diámetro), nos concentrará el haz luminoso en su foco; en este punto colocaremos una célula fotoeléctrica que nos transformará las ondas luminosas moduladas en corrientes telefónicas mediante un proceso idéntico al caso del cine sonoro (ver página 66). Estas corrientes ya vimos que son muy débiles, pero las amplificaremos cuanto queramos con varios pasos de amplificación. Ya vemos, desde ahora, que salvo la condición de visibilidad entre el emisor y el receptor, lo que nos limitará la distancia o alcance de la comunicación será la potencia de la lámpara emisora y los pasos de amplificación que tengamos en la receptora. Asimismo ya vemos que la superficie del espejo receptor tiene una gran importancia, puesto que el haz de ondas luminosas, aunque sea proyectado por una superficie parabólica, los rayos sufren siempre una cierta divergencia, que por pequeña que sea, puede hacer que al cabo de unos cuantos kilómetros la energía recibida por la superficie del espejo sea, sólo una fracción de la enviada por la emisora. Esto tiene un remedio muy sencillo que consiste en disponer varios espejos, mucho más pequeños, constituyendo una superficie parabólica que puede llegar a tener, por ejemplo, un metro de abertura, recogiendo entonces en el foco la casi totalidad de las ondas transmitidas. En este punto se puede poner la célula o bien un pequeño espejo y utilizar el procedimiento indicado en la figura 105.

Deseamos señalar al lector que siendo absolutamente independientes los circuitos emisor y receptor, las comunicaciones son simultáneas, es decir, como el teléfono con hilos. Asimismo, si la distancia a cubrir es muy grande (cien kilómetros, por ejemplo) se puede establecer una red de emisoras que reciba la comunicación, la amplifique y la retransmita nuevamente, todo ello automáticamente, sin que nadie tenga que intervenir puesto que todo el funcionamiento queda reducido a que el receptor module automáticamente la emisora-

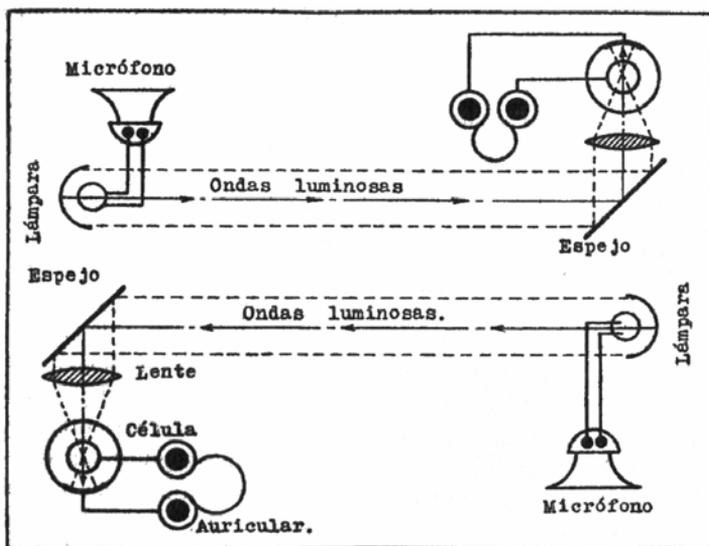


Fig. 106.— Instalación completa del sistema de telefonía sin hilos secreto

relai. Digamos, finalmente, que la condición de visibilidad entre emisor y receptor (muy fácil de obtener en nuestras zonas montañosas) es asimismo necesaria en el caso de las ondas electromagnéticas ultracortas, de hasta algunos metros de longitud, que se consideran actualmente como el punto de partida de la radio ingeniería moderna.

Para terminar este asunto que podríamos considerarlo como el límite inferior al cual podrán llegar las experiencias de las ondas electromagnéticas, explicaré el proceso de la transmisión. En ausencia de modulación, es decir, cuando no se hable o no se haga funcionar el pick-up, por el circuito primario del transformador de salida sólo circulará la corriente de placa de la última válvula del amplificador. Esta corriente, siendo constante en estas condiciones, no hará variar el flujo magnético del transformador y por lo tanto en el secundario no se inducirá ninguna corriente. De esta forma

la corriente de la batería pasará por el secundario y alimentará la lámpara emisora con un brillo constante, sin ninguna fluctuación y por consiguiente la célula receptora recibirá un flujo luminoso invariable, que traducido en una corriente constante, no producirá ningún sonido en el altavoz o en el auricular.

En cambio, cuando funcione el micrófono o el pick-up, las corrientes telefónicas producidas, una vez amplificadas, circularán por el primario del transformador de salida y, por consiguiente, inducirán en el secundario una corriente variable, que se superpondrá a la corriente continua de la batería. Ya hemos dicho que la misión de esta batería es mantener encendida la lámpara con el fin de que radie ondas luminosas. De esta superposición de las dos corrientes, la continua y la variable, resultará que la luz seguirá las fluctuaciones de la corriente resultante y por lo tanto, las ondas luminosas llevarán impresas, por decirlo así, las variaciones de corrientes debidas al micrófono o el pick-up; hablando con rigor, habremos modulado las ondas luminosas.

Las aplicaciones que puede tener este medio de comunicación son muchísimas, debiéndose de tener muy en cuenta la preciosa condición de guardar el secreto de las conversaciones; desde este punto de vista, la radiotelefonía le es muy inferior y, en muchos casos, insustituible. Todo sucede, en realidad, como si la línea telefónica fuese reemplazada por el haz de ondas luminosas, con una ventaja que es preciso señalar, y es que no sólo el establecimiento de una línea es en este caso inmediato y sin coste alguno, sino que siendo la frecuencia de las ondas que estamos tratando del orden de millones de millones de periodos por segundo, pueden modularse con frecuencias extremadamente elevadas y, por consiguiente, utilizarse en muchísimas nuevas aplicaciones.

Como ejemplos de utilización inmediata citaré la comunicación entre dos casas de una misma ciudad o bien de pueblos limítrofes (Fig. 106). Establecimiento de comunicación entre tierra y una isla cercana evitando así la construcción de un cable submarino; la utilización de los faros

cercanos ayudan poderosamente a que la distancia entre transmisor y receptor pueda cifrarse por varios kilómetros y hasta decenas de kilómetros utilizando una lámpara potente en el emisor y una amplificación considerable en el receptor. Intercomunicación entre pueblos o ciudades no muy lejanas aprovechando los sitios altos para instalar los aparatos. En fin, entre las múltiples aplicaciones, no olvidemos el recurso que puede tener para el ejército el poder establecer un sistema de comunicaciones telefónicas, con la condición imprescindible de guardar el secreto de las órdenes, para comunicarse a distancias de unos cuantos kilómetros que es, quizás, el caso más útil así como el más delicado de obtener.

## CAPÍTULO XIII

### **Orientaciones modernas de la radiorecepción**

Los receptores actuales se diferencian de los antiguos no tanto por los circuitos que emplean como por el uso de ciertas válvulas modernas que han simplificado el problema de la alimentación. Por otra parte, estas nuevas válvulas, poseyendo un gran factor de amplificación, han permitido reducir su número y finalmente alimentar altavoces electrodinámicos que necesitan varios vatios de energía modulada para funcionar correctamente.

En este capítulo voy solamente a dar una idea de las orientaciones actuales de la radiorecepción, dando más bien preferencia para ver como se puede transformar un montaje alimentado con batería, en otro de “enchufable”, “electrificado”, etc., como acostumbran a designarse los receptores que son alimentados por el sector sin utilizar baterías de pilas ni acumuladores (1).

---

(1) En una próxima obra que voy a publicar muy pronto, trataré, con toda la extensión que merece este capítulo de la Radio Ciencia, no sólo la construcción de una serie de receptores alimentados con corriente continua y con corriente alterna, sino la forma, por demás sencillísima, de calcular sus componentes, para que el lector pueda adaptarlos, tanto para las válvulas llamadas «europeas» como «americanas».

hay muchos miles de aficionados que poseen un aparato (que llamaremos anticuado para diferenciarlo de los actuales) que por diversas causas no quieren “jubilarlo”, aunque desearían modernizarlo, con el mínimo de modificaciones y por lo tanto de gastos. Esta finalidad ha fijado nuestro plan de desarrollo de este capítulo que será el siguiente:

- a) Alimentación de placas y filamentos con la corriente continua del sector.
- b) Alimentación de un aparato antiguo con la corriente alterna del sector, utilizando válvulas llamadas “alternativas”.
- c) Amplificador alimentado con corriente alterna, para pick-up.
- d) Adaptador para recibir las ondas cortas con un receptor construido para recibir las ondas de más de 250 m.
- e) Adición de un paso de alta frecuencia a un receptor ya construido, para aumentar su sensibilidad.
- f) Filtros para aumentar la pureza del altavoz.
- g) Receptor de dos válvulas para corriente alterna.

Luego, el lector ya ve que este capítulo es un período de transición entre los aparatos antiguos y los modernos; las normas que aquí indico permitirán mejorar las audiciones de los receptores en una forma muy apreciable, recibir estaciones que antes no se recibieron y finalmente obtener una mayor pureza del altavoz. El montaje de dos válvulas lo publico respondiendo a una infinidad de demandas de poseer un aparato del menor número de válvulas posible, que dé en altavoz las estaciones locales y que esté totalmente alimentado con la corriente alterna del sector.

*a.—Alimentación de la corriente continua*

Se supone que se posee un receptor antiguo y que la corriente del alumbrado es continua. Pueden suceder dos casos: a)—el receptor está totalmente alimentado con pilas y acumuladores; b)—las placas ya se alimentan directamente del

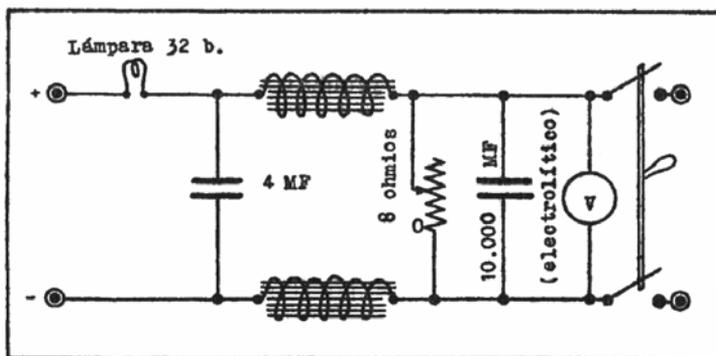


Fig. 107.— Alimentación de los filamentos con la corriente continua

sector, mediante un filtro, pero los filamentos se caldean mediante un acumulador.

El caso más frecuente es aquel en que la tensión de las placas ya se obtiene del sector y por lo tanto, sólo se necesita la corriente para el caldeo de los filamentos. En este caso da excelentes resultados la disposición indicada en el esquema de la figura 107, que se compone esencialmente, de una lámpara eléctrica, de filamento de carbón, de 32 bujías o más, según el número de válvulas que posea el receptor y un filtro, formado por dos condensadores fijos, de unos 4 y 10.000 microfaradios de capacidad y dos selfs, que pueden ser los primarios de dos transformadores de baja frecuencia. La resistencia  $R$  puede ser de unos 10 ohmios y de una sección que permita el paso de una corriente de unas 8 décimas de amperio.

El funcionamiento es el siguiente: poniendo el reostato en el punto cero, la corriente del sector atravesará la lámpara de carbón, la bobina pasará luego por el cortocircuito del reostato  $R$  y finalmente por la otra bobina de choque, cerrando por fin el circuito por la línea del sector. Como que la resistencia en  $R$  es casi nula y los filamentos de las válvulas, en cambio, ofrecen una resistencia relativamente ele-

vada (unos 70 ohmios), resulta que la lámpara de carbón brilla normalmente y en los bornes de salida la tensión es inapreciable. En cambio, tan pronto como vamos aumentando la resistencia del reostato R, entre los puntos A y B se crea una diferencia de potencial ( $E=I.R.$ ) que ajustaremos hasta que el voltímetro indique 4 voltios. El uso del voltímetro es *indispensable* y debe de permanecer conectado permanentemente, debe ser un buen aparato de al menos 100 ohmios por voltio y preferible que tenga mucha más resistencia por cada voltio que mida.

Obsérvese muy bien que al aumentar la resistencia R aumenta la tensión E aplicada entre A y B y por lo tanto, *para disminuir* la tensión aplicada a los filamentos hay que mover el contacto del reostato hacia la posición de *resistencia mínima*.

Al experimentarse este eliminador de batería de filamento es preciso ajustar el valor de 4 voltios funcionando el aparato, es decir, cuando los filamentos estén encendidos, lo cual requiere un pequeño ajuste complementario del reostato R.

Este montaje es algo delicado debido a las variaciones de la tensión de la corriente del sector y además que el menor descuido de manejar inversamente el reostato R puede inutilizar las válvulas. Se evita este contratiempo colocando un tope que limite el movimiento del botón del reostato R.

Si el lector ha construido su aparato y le es fácil hacer una pequeña modificación, le recomiendo que conecte todos los filamentos en serie, en cuyo caso necesitará tantas veces 4 voltios como válvulas tenga, admitiendo a todas ellas de filamentos iguales, es decir, que consuman la misma intensidad (0,06 de amperio, si son válvulas de débil consumo). Esta disposición ofrece ventajas; en cambio, presenta el inconveniente de tenerse que modificar el aparato.

Puede suceder que la tensión del sector sea lo bastante uniforme para que no sea necesario ajustar la resistencia R, esto es, calcular una que haga la función de la resistencia de la lámpara incandescente para que nos produzca una caída de tensión que nos rebaje el voltaje del sector al necesario para

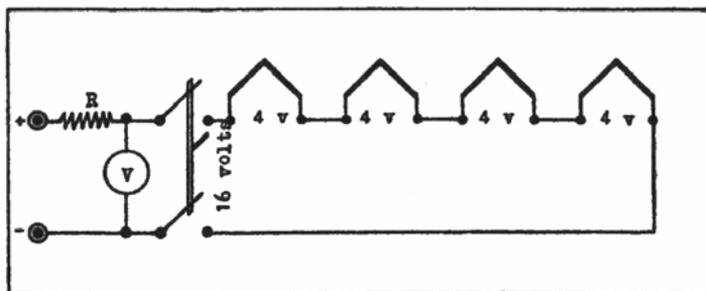


Fig. 108.— Alimentación de los filamentos con la corriente continua.

los filamentos. En este caso sí que es recomendable disponer los filamentos en serie, pues hay que tener presente que la energía consumida en la resistencia R (Fig. 108), es absolutamente perdida desde el punto de vista del funcionamiento del aparato. Para fijar las ideas, supongamos que tenemos un aparato con cuatro válvulas, cada una de las cuales necesita 4 voltios y que todas ellas consumen la misma intensidad de corriente. En este caso, si los filamentos están conectados en serie, necesitarán  $4 \times 4 = 16$  voltios y, por consiguiente, si el sector nos da la energía a 150 voltios, por ejemplo, la resistencia R deberá de producir una caída de tensión de  $150 - 16 = 136$  voltios. Por otra parte, como que la intensidad de la corriente que pasa por un circuito en serie es la misma en cualquiera de sus puntos y este valor, en este caso, es de 6 centésimas de amperio (consumo de las válvulas antiguas, que éste suponemos es el caso que estamos tratando), deducimos el valor de R que en este caso particular deberá tener:

$$R = \frac{E}{I} = \frac{16}{0,06} = 266 \text{ ohmios.}$$

Bien entendido, este valor de R puede obtenerse bien con una resistencia hecha expreso, o bien con una lámpara de filamento de carbón, de valor ligeramente inferior y conectando en serie un reostato que permita obtener el valor de



voltios. Por lo tanto, ya tenemos la posibilidad de alimentar las placas de ciertas válvulas llamadas de potencia que funcionan a esta tensión. Ahora bien, admitiremos que el receptor tiene válvulas que necesitan diversos voltajes, por ejemplo 90 v. y 40 voltios, proponiéndonos calcular los valores de las resistencias R1 y R2.

Si hay tres válvulas que funcionan a 90 voltios y consumen cada una de ellas 2,5 miliamperios, las tres consumirán 7,5 miliamperios. El valor de R1 lo obtendremos dividiendo por esta intensidad, 7,5 miliamperios, el número de voltios que necesitamos rebajar la tensión de 135 v. o sea,  $135 - 90 = 45$  v.; por lo tanto, dividiendo 45 por  $0,0075 = 6.000$  ohmios. Será el valor de R1.

Para calcular R2, admitiendo, que la detectora consume, por ejemplo, 2,5 miliamperios, encontraremos procediendo en una forma semejante:  $90 - 40 = 50$  c. y dividiendo 50 por  $0,0025 = 20.000$  ohmios. Este será el valor de R2.

He preferido indicar le método para calcular estas resistencias porque en los esquemas se acostumbran a indicar valores determinados que, desde luego, no tienen significación alguna salvo para un determinado número de válvulas; el resultado es que se obtienen los voltajes más distintos que pueden imaginarse, menos lo que indican el esquema. De esta forma el lector, sabiendo las válvulas que tiene en su aparato, podrá calcular estas resistencias y dentro de una aproximación de dos a cinco por ciento, puede encontrarlas ya hechas en el comercio de radio.

#### *b.—Alimentación con corriente alterna.*

Si el lector tiene un receptor antiguo y dispone de corriente alterna, lo más sencillo y práctico para “electrificarlo” consiste en adaptarle un eliminador de baterías. Este caso ha sido tan divulgado, que no me ocuparé ahora de la construcción de este eliminador; sólo insistiré para analizar el caso que quiera cambiar las válvulas antiguas por otras modernas,

del tipo llamado “alternativo”, es decir, cuyo filamento es caldeado al ser recorrido por una corriente alterna.

Generalmente los eliminadores que utilizan como alimentación la corriente alterna del sector, no producen la tensión para caldear los filamentos de las válvulas, de forma que la adaptación de las válvulas “alternativas” completa la “electrificación” del aparato.

En principio, hay que hacer muy pocas modificaciones al receptor. Los retornos de rejilla se conectan al cátodo propiamente dicho, bastando que no se noten zumbidos en la recepción, tomar ciertas precauciones al hacer el circuito de alimentación de los filamentos. Este circuito debe de hacerse con cordón trenzado del que se utiliza en las instalaciones de luz, colocándolo dentro del tubo “Bergmann” y conectando a tierra la parte metálica de este tubo, que, desde luego, no tendrá ninguna conexión metálica con el circuito. De esta forma, los efectos de inducción quedan eliminados y el receptor funcionará como antes, sin necesitar ya ni acumuladores, pilas, etc.

Si el aparato tiene blindaje, puede conectarse el tubo Bergman con estas láminas y si se notase efecto de zumbido, probar la conexión a tierra como se indicó anteriormente.

Debe de procurarse que la línea que alimenta los filamentos pase lo más alejada posible de los circuitos de rejilla y de placa a fin de evitar que la corriente alterna induzca sobre estos circuitos.

### *c.—Amplificador alimentado con corriente alterna*

Describiremos a continuación un amplificador alimentado completamente con corriente alterna que puede utilizarse conectándolo a un pick-up o bien a un receptor antiguo, sea cual sea su circuito.

Este amplificador reproduce con gran fidelidad la música y la palabra, siendo muy indicado para locales de hasta unos 150 metros cúbicos. Las conexiones se indican en la figura

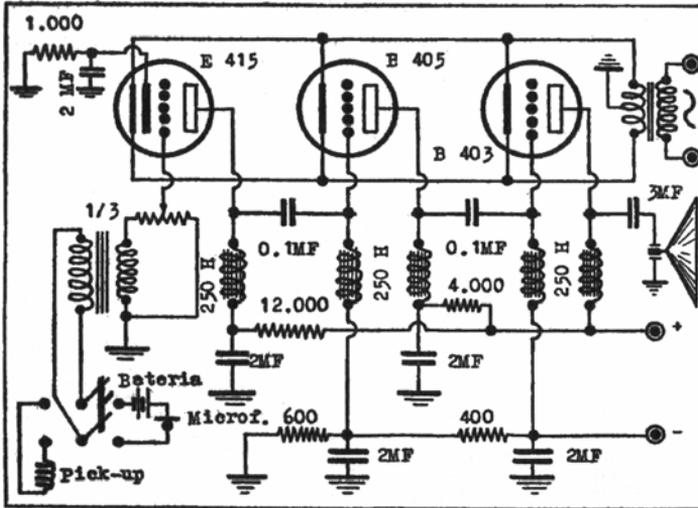


Fig. 110.—Esquema del amplificador.

110; se ha suprimido el eliminador, suponiéndose que en los bornes +B y -B llega la tensión, continua, necesaria para el funcionamiento de las válvulas. Estas son una E 415, una B 405 y como salida una B 403; la primera de caldeo indirecto y las otras dos de caldeo directo. Bien entendido que pueden utilizarse válvulas equivalentes de otras marcas.

Una vez los cálculos hechos, tomando como base de los mismos las características de estas válvulas, vemos que el eliminador debe de proporcionarnos la tensión, continua, de 170 voltios (para la B 403) y teniendo en cuenta las corrientes y tensiones de placa que se necesitan así como los voltajes de polarización de las rejillas, resulta que debemos de intercalar varias resistencias cuyos valores ya indicamos en el esquema.

Es necesario hacer el circuito de los filamentos con cordón trenzado y colocarlos dentro de tubo Bergmann para evitar efectos de inducción sobre las líneas de rejilla y de placa.

Este amplificador puede combinarse para funcionar con un pick-up o bien con un micrófono, para intercalar noticias, etcétera entre la audición.

*d.—Recepción de las ondas cortas con aparatos antiguos*

Generalmente los aparatos receptores antiguos (y la mayoría de los modernos) están contruidos para recibir ondas desde unos 200 metros de longitud. Indicamos a continuación cómo puede, sin modificar lo más mínimo su receptor, recibir ondas desde unos 25 m. de longitud.

Sea cual sea el montaje que usted tenga, deberá tener una válvula detectora, seguida, generalmente, de amplificación en baja frecuencia. Es a partir de la válvula detectora que utilizaremos en aparato dejando inservible el resto, caso de tener amplificación en alta frecuencia.

Se construye una pequeña unidad, indicada en la Fig. 111, cuyos tres bornes de salida se conectan en substitución de la

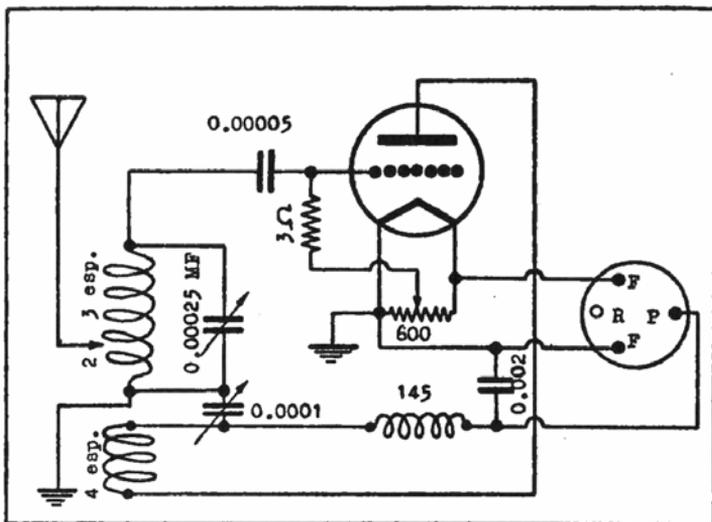


Fig. 111.—Conexiones del adaptador de ondas cortas.

válvula detectora del receptor antiguo, observando que el contacto de la rejilla queda inservible. Esto puede realizarse con una plaquita de ebonita con tres espigas que coincidan con los taladros de filamento y el de la placa. La válvula a emplear es conveniente sea amplificadora de alta frecuencia de factor de amplificación 10, a lo sumo.

Las bobinas deberían de construirse con hilo de cobre desnudo, de un milímetro de diámetro, montadas al aire. Pueden disponerse sobre una reglilla de material muy aislante (preferible no ebonita) para reducir al mínimo las pérdidas.

Estas bobinas, de 7 cms. de diámetro, se construirán espaciando las espiras unos 2 milímetros. Se componen de 2, 3 y 4 espiras, teniendo presente que al ir aumentando, si así se quiere, este número de espiras, las ondas recibidas serán cada vez de mayor longitud. La bobina de choque puede tener unas 140 espiras.

El condensador variable de sintonía, así como el de reacción, es muy conveniente que tengan demultiplicación debido a que las ondas cortas, siendo su frecuencia muy elevada (10 millones de periodos para la onda de 30 m. de longitud), resulta que una pequeñísima variación del valor de la capacidad representa una muy notable variación de la frecuencia y por lo tanto de la longitud de onda, traduciéndose todo ello en que el condensador debe tener demultiplicación y moverse muy lentamente; de lo contrario, no se percibe cuando se recibe una estación al hacer variar la capacidad.

La posición del potenciómetro se gradúa una vez para siempre.

*e.—Adaptación de un paso de A. F.*

Los aparatos antiguos, y muy especialmente lo que se componen de una detectora seguida de amplificación en baja frecuencia, adolecen del doble defecto de que son poco sensibles y que la válvula detectora, al aplicársele variaciones de potencial muy pequeñas, ocasiona una distorsión muy grande tanto mayor cuanto más débiles son las señales recibidas.

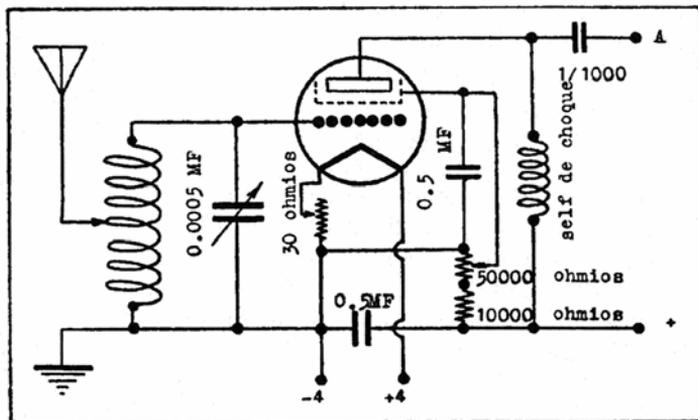


Fig. 112.—Esquema de la unidad amplificadora de radiofrecuencia.

Vamos a ocuparnos de la manera de aumentar la sensibilidad del receptor, considerando el caso bien concreto de que el aparato funciona con antena, en cuyo caso, generalmente, el aparato será del tipo llamado de “reacción”.

Para aumentar la sensibilidad del receptor existente se trata de construir una unidad separada, constituida por un paso de alta frecuencia y de tal manera construido que se adapte al receptor ya existente. Las conexiones se indican en la figura 112, considerando los dos casos siguientes: 1) el receptor antiguo tiene el circuito de la antena acoplado por inducción en el secundario; 2) el receptor es un Bourne.

Estos dos casos se indican en la figura 113, para demostrar cómo se deben de efectuarse las conexiones entre esta unidad amplificadora y el receptor ya existente.

Los valores de las resistencias, capacidades e inductancias ya se indican en la figura 112. La construcción de esta unidad no es difícil, bastando con disponer los accesorios en la forma indicada en la figura 114; de todas maneras, es absolutamente necesaria la lámina de blindaje que separa la válvula en dos regiones.

Una vez construida esta unidad, para obtener de ella todo el rendimiento, es preciso empezar por saber cuál es el objeto de sus diversos órganos. Así se tendrá en cuenta que el reostato de 30 ohmios sólo sirve para polarizar la rejilla de la válvula y que, en cambio, el potencial de la rejilla-ecrán es controlado por medio del potenciómetro de 50.000 ohmios. Estos dos accesorios, una vez ajustados a sus debidos valores, ya no es necesario tocarlos más mientras se utilice la misma válvula. Todo queda, pues, reducido a sintonizar las estaciones con el condensador variable, acordando también el receptor antiguo a esta misma longitud de onda.

Téngase bien presente que este paso de amplificación de alta frecuencia aumenta la selectividad en una forma tan grande que al principio será algo difícil acordar una recepción, pero, en cuanto se hayan pasado algunas horas para dominar se manejo, los resultados obtenidos compensarán con creces este trabajo. Para empezar, es bueno acordar el receptor antiguo para recibir una estación conocida y entonces, conectando esta unidad, mover muy lentamente, con el demultiplicador, el condensador variable hasta oír aquella misma emisora; proceder así con varias estaciones: las posiciones relativas de los diversos controles atudarán a encontrar las estaciones intermedias.

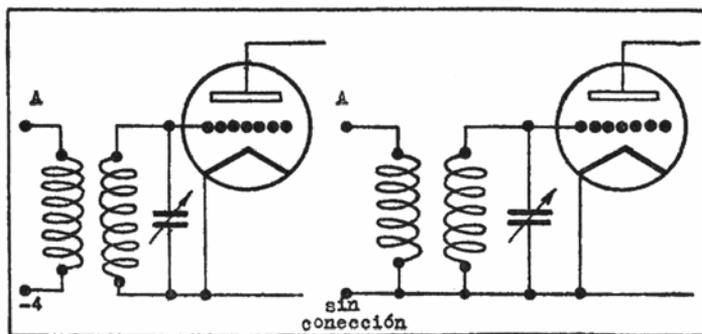


Fig. 113.—Forma de conectar la antena con la unidad amplificadora según que el receptor sea a acoplo inductivo o un Bourne.

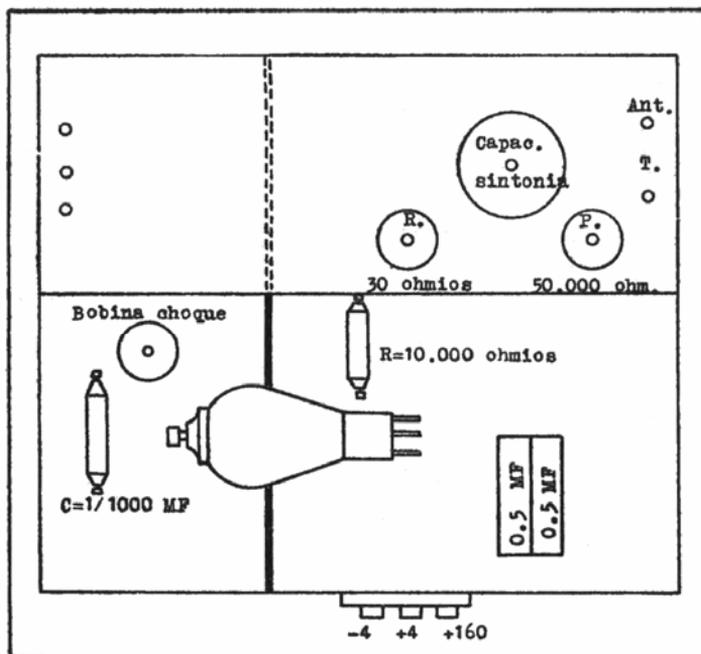


Fig. 114.—Disposición general de las piezas.

Si una vez añadida esta unidad amplificadora se encuentra que el aparato amplifica excesivamente, puede entonces utilizar un cuadro en vez de la antena. Para adaptarlos, basta con suprimir la bobina A, conectando en su lugar, a los bornes del condensador variable, los dos extremos del cuadro, que puede constar de unas 15 espiras, espaciadas unos 5 milímetros, formando un cuadro de 60 x 60 cms. En este caso, se aprovecharán los efectos direccionales del cuadro, orientándolo hacia las emisoras que se deseen recibir.

#### *f.—Filtros para los altavoces*

Sobre todo en los aparatos antiguos se acostumbraba a conectar el altavoz en serie en el circuito de la placa de la

última válvula. Esta disposición presenta unos inconvenientes que es necesario evitar mediante ciertas disposiciones que describiremos a continuación.

En la figura 115 se indica la forma más correcta de conectar el altavoz, con lo cual se obtiene una calidad de los sonidos muy superior.

En primer lugar, sólo se hace pasar por los devanados del altavoz la corriente telefónica variable, evitando así que el paso de la corriente continua deforme la membrana o desmane el altavoz, cosa que sucede muy frecuentemente por

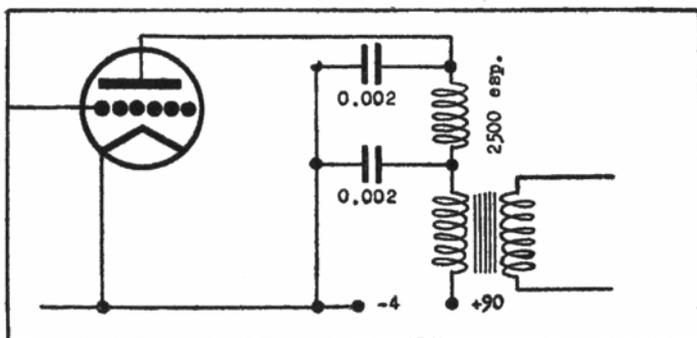


Fig. 115.—Filtro para el altavoz.

colocarse invertidas las polaridades de las conexiones de la alta tensión.

Por otra parte, al ofrecer a las corrientes de placa una fuga suplementaria, a través de los dos condensadores fijos del filtro, se consigue eliminar muchos ruidos.

Estos filtros, iguales al que acabamos de indicar, u otros de semejantes, son muy eficaces en los aparatos antiguos y absolutamente indispensables en los modernos.

#### *g.—Receptor "Familiar"*

Este aparato de dos válvulas, funcionando completamente con la corriente alterna del sector, responde a la demanda hecha por una gran cantidad de aficionados que me han es-

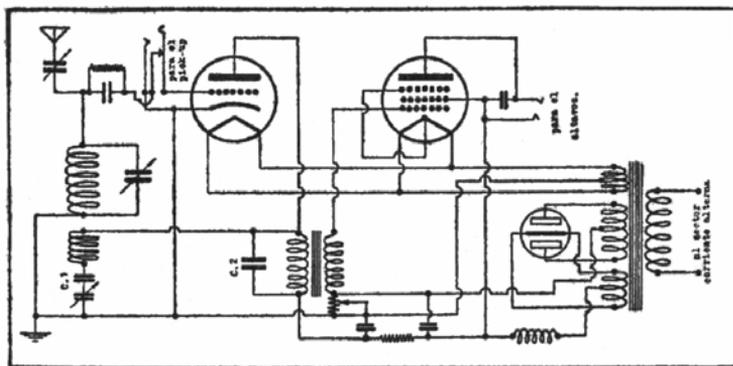


Fig. 116.—Esquema del receptor.

crito solicitando un esquema lo más sencillo posible, para recibir las estaciones locales en altavoz con el mínimo de controles y molestias, de forma que la familia pueda hacerlo funcionar por las tardes, cuando no hay ningún “técnico” en la casa. Voy a procurar complacerles.

Se compone de una detectora, seguida de una válvula amplificadora de baja frecuencia, con una lámpara rectificadora. La figura 116 indica el esquema general de las conexiones que, según puede apreciar el aficionado, es sumamente sencillo de construir; aconsejo, si el lector no ha construido nunca ningún aparato de radio, no empiece construyendo uno que sea alimentado por el sector. Si ya ha construido aparatos y sobre todo de los llamados “electrificados”, no tengo que hacerle ninguna recomendación porque el montaje que presento no ofrece ninguna dificultad.

Este aparato está provisto para funcionar también con pick-up, y cuando así funcione, se observará que el volumen de los sonidos es bastante superior a cuando recibe radio. La causa es fácilmente visible: la amplitud de la fuerza electromotriz generada por el pick-up es bastante superior a la que generan las ondas al encontrar la antena.

En la figura 117 indicamos la forma de conectar el aparato al sector, a la antena, al altavoz y al pick-up y, por



- 1 self de filtro de 50 henrios.
  - 1 jack de tres láminas para el pick-up.
  - 1 jack de dos láminas para el altavoz.
  - 2 paneles de ebonita de 24 x 35 cms.
- Alambre, tornillería, escuadras metálicas, etc., etc.

Una vez el aparato construido, es conveniente probarlo por primera vez con el pick-up. Para ello, una vez conectado el transformador al sector y el pick-up funcionando, se ajusta el valor de la resistencia R3 hasta obtener una reproducción fiel de la música.

La recepción por radio no presenta ninguna dificultad y si se anotan los valores de las graduaciones de los condensadores variables, se volverán a recibir las mismas estaciones con gran facilidad.

Si acaso, debido a transmisiones simultáneas en una misma ciudad, se notase algún efecto de interferencia en las recepciones, se puede acoplar inductivamente el circuito de antena al de la rejilla, aunque el montaje, como se indica, tiene un rendimiento mucho mayor que en aquel caso.

# INDICE

## PRIMERA PARTE

	Págs.
Introducción . . . . .	9
La válvula termoiónica . . . . .	10
La célula fotoeléctrica . . . . .	16
El micrófono . . . . .	20
El altavoz . . . . .	22
El pick-up . . . . .	24
La lámpara de neón . . . . .	25

## SEGUNDA PARTE

Preliminares . . . . .	9
La radiofotografía . . . . .	10
El radiocine . . . . .	16
La radiovisión . . . . .	20
Los altavoces potentes . . . . .	22
El cine sonoro . . . . .	24
La transmisión de los colores . . . . .	25

Transmisión de la energía .....	77
Las grandes emisoras .....	82
Las ondas muy cortas .....	103
Los reflectores de ondas cortas .....	116
La radio en la aeronáutica .....	124
Telefonía sin hilos absolutamente secreta .....	132
Orientaciones modernas de la radiorrecepción .....	139
<i>a)</i> Alimentación con corriente continua .....	140
<i>b)</i> »       »       »       alterna .....	145
<i>c)</i> Amplificador alimentado con corriente alterna ...	146
<i>d)</i> Recepción de las ondas cortas con aparatos antiguos .....	148
<i>d)</i> Adaptación de un paso de alta frecuencia .....	149
<i>e)</i> Filtros para los altavoces .....	152
<i>g)</i> Receptor «Familiar» .....	153