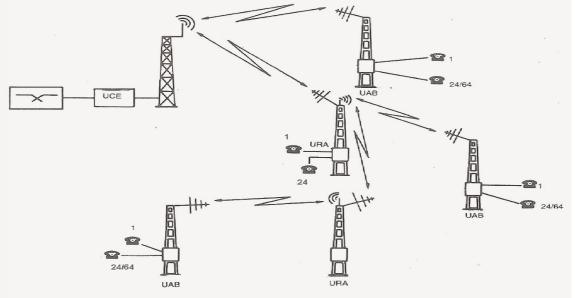


BIBLIOTECA

Historia de la Telecomunicación Española





Telefonía Rural



Ciclo innovaciones propias (I)









BIBLIOTECA

Historia de la Telecomunicación Española Ciclo Innovaciones Propias (I)

Telefonía Rural

Ponentes

Antonio Golderos Luis Méndez José Luis Adanero Mariluz Congosto

Moderador

Juan Mulet



Edita

Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación

Imprime

Maquetación Gema Gracia

ISBN:

Depósito Legal:

Edición 2019

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la trans-misión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico o por fotocopias.



Ciclo Innovaciones Propias

El **Foro Histórico de las Telecomunicaciones** inicia con este libro un Ciclo de Innovaciones Propias, con el fin de dejar constancia de los esfuerzos y logros de los ingenieros de Telecomunicación, que en la segunda mitad del siglo XX fueron capaces de dar respuesta a las demandas sociales de comunicación en nuestro país.

Para realizar esta labor contamos con la inestimable colaboración José Luis Adanero, Carlos Blanco, Antonio Golderos, Juan Mulet, Félix Pérez, César Rico y Eduardo Villar, y el coordinador Manuel Avendaño.











Índice

Introducción Juan Mulet	9
Capítulo 1 El problema del desarrollo de la telefonía rural en la España del último cuarto del siglo XX Antonio Golderos	13
Capítulo 2 La solución tecnológica para la conmutación: PC32 Luis Méndez	23
Capítulo 3 El servicio telefónico en las zonas rurales. El problema del acceso y sus soluciones en el último cuarto del siglo XX José Luis Adanero	37
Capítulo 4 MORE: Un avance hacia la digitalización Mariluz Congosto	53
Anexo I El sistema Pentaconta	65
Anexo II MAR-801 // MAR-1604 Sistema Multiacceso radio para telefonía rural (96 abonados, 8/16 canales)	89
Anexo III Arquitectura del Sistema More	99









Historia de la Telefonía Rural

Introducción

Juan Mulet Meliá

Aunque en la década de los sesenta del pasado siglo, la percepción social de la importancia de la Telecomunicación era mucho menor que la de hoy, ya era evidente que la tecnología tendría un papel creciente para el desarrollo de la comunicación, que ha sido siempre una actividad fundamental de la sociedad, tanto para las personas como para las empresas y las administraciones públicas. La forma en la que el hombre trabajaría, se divertiría y, en definitiva, viviría estaría cada día más determinada por la disponibilidad de **servicios de telecomunicación**.

La España de los años sesenta estaba inmersa en un proceso de desarrollo, consecuencia directa del Plan Nacional de Estabilización Económica de 1959, que abrió las puertas de una fase de incorporación de nuevas formas de producción y de vida, cuyo resultado habría de ser un cambio social acelerado en los años siguientes. Y esto ocurría en un momento en que las economías europeas vivían una etapa de gran desarrollo, basado en un crecimiento intenso del comercio mundial. El acceso a servicios de telecomunicación modernos se convertía en una urgente necesidad si se quería participar en este floreciente desarrollo económico, porque ya entonces era bien aceptado que la red de telecomunicación se convertiría en el **sistema nervioso de la futura sociedad**, porque por ella circularían los procesos que permitirían las relaciones económicas y culturales, que son la base de la economía y de la vida social.

La necesidad de una red de telecomunicación que llegara a toda la geografía nacional era evidente y urgente. El despliegue dentro y entre los núcleos urbanos era caro, pero ofrecía garantías de rentabilidad, y así se hizo notar en las **inversiones** de Telefónica, pues mientras la formación bruta de capital se multiplicó por 4,5 entre los años 1954-1965 para el conjunto de la economía española, para el sector de telecomunicación este factor fue de 12,3. Sin embargo, la expansión en las zonas rurales era muy poco atractiva. Se calculaba que las inversiones necesarias por línea eran cinco veces superiores a la línea urbana, y su rentabilidad cinco veces menor.



Como tanto desde el punto social como económico era importante llevar a las zonas rurales, incluso a las más alejadas y dispersas, este servicio activador de la economía y de la vida social, se buscaron y se implementaron **soluciones españolas** que hicieron posible, en tiempos sorprendentemente cortos, la extensión de la telecomunicación rural en el país. Este libro está dedicado a describir estas innovaciones españolas por personas que intervinieron en su desarrollo e implantación, por lo que es un documento veraz de esta parte de la necesariamente corta **Historia de la Telecomunicación**.

El primer capítulo, firmado por **Antonio Golderos**, analiza el problema del desarrollo de la telefonía rural en la España, aportando datos relevantes que justifican su tesis y justifica el esfuerzo que se hizo para diseñar y desplegar los tres sistemas que hicieron posible no solo llevar el servicio telefónico a las zonas más remotas y menos accesibles del país, sino también los servicios de telefonía más avanzados del momento.

El siguiente capítulo, escrito por **Luis Méndez**, presenta el sistema PC 32, el equipo que permitió automatizar la conmutación automática de la red rural. Un sistema ideado en Suecia, por la filial de ITT en aquel país, pero que fue adaptado a las necesidades españolas con tal acierto que SESA, la filial española de ITT, se convirtió en Product Control Center 32, responsable de coordinar, a nivel mundial, todos los desarrollos que, tanto en España como en otros países, se realizasen sobre el PC 32, y que Standard Eléctrica fuera el centro de diseño para los futuros sistemas de conmutación rurales.

El tercer capítulo describe la solución netamente española para solucionar el grave problema de acceso, verdadero talón de Aquiles de la telefonía rural. **José Luis Adanero**, responsable de este ambicioso proyecto, ha descrito con su precisión habitual los distintos equipos desarrollados, añadiendo además los datos que justificaron su desarrollo y las consecuencias económicas que supuso la adopción de esta solución.

Finalmente, el cuarto capítulo -de la mano de **Mariluz Congosto**, también una de las personas que hicieron posible este desarrollo-, presenta la solución que permitió dotar a la telefonía española de servicios más modernos que los ofrecidos por las centrales de conmutación electrónica que en aquellos años se instalaban. Con esta solución se dotó a las centrales electromecánicas de conmutación de la capacidad de ofrecer los servicios característicos de las centrales de conmutación electrónica que se estaban instalando. Fue una manera de evitar la rápida y antieconómica obsolescencia de las muchas centrales de conmutación, que España había instalado en la reciente, pero tardía en términos mundiales, etapa de expansión de su servicio de telecomunicación.

Esta publicación no habría sido posible sin la entusiasta implicación de estos cuatro expertos, que entendieron y fueron capaces de implementar las pretensiones del Foro Histórico de las Telecomunicaciones que ideó este ciclo de conferencias para recoger la experiencia vivida por sus principales actores para colocar la Telecomunicación española en el mapa mundial.

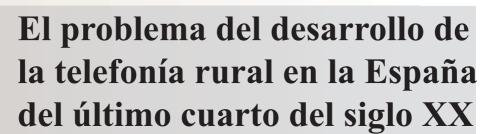
Juan Mulet Meliá Dr. Ingeniero de Telecomunicación











Antonio Golderos Sánchez



1. INTRODUCCIÓN

El último cuarto del pasado siglo constituyó una verdadera revolución en el mundo de las telecomunicaciones, desde diferentes puntos de vista, no sólo en España, sino en todo el mundo. La desmembración del monopolio de ATT en USA primero y la liberalización de los servicios telefónicos en Europa después, convirtiendo los antiguos PTT en escenarios de competencia, el fenómeno de la digitalización de las infraestructuras clásicas de telefonía analógica, la automatización total de las comunicaciones telefónicas, la creación acelerada de nuevos servicios, incluyendo los servicios integrados y la evolución de las redes a la tecnología IP, con la consiguiente convergencia de los datos, la voz y el audiovisual, convierten a estos 25 años en apasionantes desde el punto de vista económico, empresarial y profesional, para los que nos hemos dedicado a estos menesteres.

No es el objetivo de esta jornada analizar toda la vasta problemática asociada a esta época, pues sería imposible cubrir todos los aspectos (regulatorios, políticos, tecnológicos, empresariales, etc). Queremos centrarnos en los aspectos que conciernen al mundo rural, siempre el gran olvidado. La carencia de los servicios mínimos necesarios para el bienestar y el desarrollo de las zonas rurales en España, por ser muy costosos y poco rentables, ha sido siempre una preocupación de las instituciones. Sin embargo, la limitación de los recursos disponibles y las prioridades que era necesario establecer, impidieron una implantación de los servicios en las áreas rurales, especialmente en las zonas de más difícil acceso y en las que los usuarios estaban más diseminados.

La necesidad de reducir al máximo las inversiones impulsó la creación de tecnologías propias, desarrolladas y fabricadas en España, que tuvieron un gran éxito y que deben ser motivo de orgullo para los ingenieros de Telecomunicación y para cuantos profesionales contribuyeron a este éxito, no sólo a nivel nacional sino internacional.

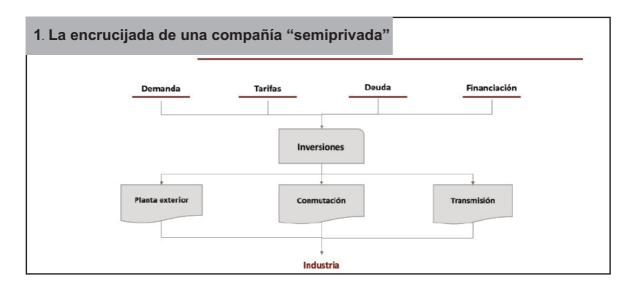
En esta jornada, se expondrán tres proyectos, que hemos denominado "emblemáticos" y que creemos constituyen unos buenos ejemplos de la preparación técnica y del ingenio de los profesionales involucrados en su desarrollo. Estos proyectos cubren el reto de la conmutación (PC-32), el acceso (Multiacceso Rural) y la modernización de las centrales de barras cruzadas (MORE).

2. LA PROBLEMÁTICA DE LA TELEFONÍA RURAL

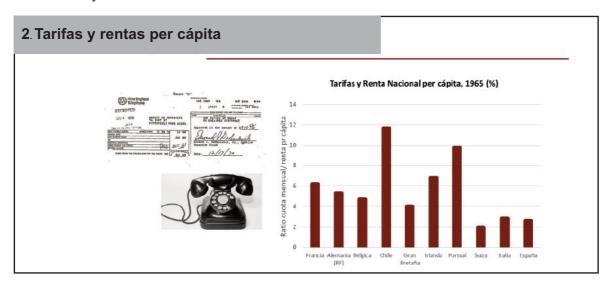
En una compañía "semiprivada" como era la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE) en los años 70, la principal fuente de inversión era la generación de "cash flow" propio, derivado de su cuenta de resultados. Las necesidades de la citada inversión eran casi infinitas, dado el escaso desarrollo de las infraestructuras y de la alta demanda de servicio telefónico en un país que estaba en un esquema de fuerte desarrollo.



Historia de la Telefonía Rural



Un esquema de demanda muy alto, con una financiación exterior escasa y una intervención decisiva del Gobierno en el establecimiento de las tarifas, hacía muy difícil encontrar recursos para invertir en llevar el teléfono a las áreas rurales, especialmente a las de alta diseminación de "abonados" y de difícil acceso.



Las soluciones que la tecnología ofrecía para las ciudades no eran aplicables, en general, a los ambientes rurales, tanto en costes de implantación como de explotación y mantenimiento. En una publicación de la UIT de 1979 - "Telecomunicaciones Rurales"-, se concluía que la rentabilidad de las inversiones del servicio telefónico en estas áreas era cinco veces inferior a la de las áreas urbanas. Se entenderá, así, la dificultad que tenía la resolución de este problema. Esta no era una situación exclusiva de España, aunque la complicada orografía, la gran dispersión de la población y el deficiente grado de desarrollo que el país tenía agravaban considerablemente el problema.

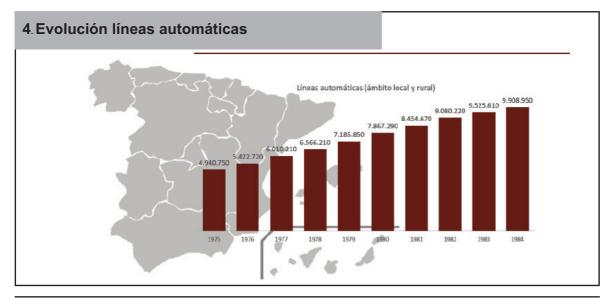




Por otro lado, la preocupación de la clase política por el desarrollo de las áreas rurales era muy justificada. En países más industrializados y con mejores condiciones orográficas se evidenciaba un menor desequilibrio entre el desarrollo económico de las zonas rurales y las urbanas. Las consecuencias de este retraso secular se pueden observar, desgraciadamente, aún hoy.

NICA NACO					
		Numero de telefonos	Incremento anual	Telefonos por 100 habitantes	Tiempo medio de espera de un tlf. Meses
	1971	5.129.501	12,3%	15,0	
	1972	5.712.549	11,4%	16,5	24
	1973	6.331.474	10,8%	18,1	25
	1974	7.042.968	11,2%	20,0	19
	1975	7.835.970	11,3%	22,0	16
	1976	8.604.768	9,8%	23,9	13
	1977	9.527.781	10,7%	26,2	14
	1978	10.311.423	8,2%	28,0	14
	1979	11.107.624	7,7%	29,4	13
	1980	11.844.623	6,6%	31,0	12
	1981	12.384.656	4,6%	32,9	11
	1982	12.820.190	3,5%	34,0	10
	1983	13.345.332	4,1%	34,9	9

Como puede observarse en el cuadro de evolución del número de teléfonos en España, el ritmo de implantación era muy elevado, pero en 1983 aún eran nueve meses el tiempo medio de espera para conseguir un teléfono. Obviamente, una buena parte de esta demanda no satisfecha estaba en el mundo rural, en el que aún quedaban bastantes líneas sin automatizar.



3. ALGUNOS HITOS EN EL DESARROLLO DE LA TELEFONÍA RURAL EN ESPAÑA

La preocupación política por el desarrollo del mundo rural en España impulsó una serie de iniciativas de los gobiernos, sobre todo a raíz de la transición, en colaboración con Telefónica y con las entidades provinciales (Diputaciones, Cabildos, etc.), que a continuación se van a resumir brevemente.

5. Algunos hitos en el desarrrollo de la telefonía rural Real Decreto 1228/81. Real Decreto 2248/84 Extensión Plan Operacional de Extensión del Plan Nacional de Extensión del del Servicio Telefónico en el Medio Servicio en el medio Rural marzo Servicio Telefónico Rural de 1993 (Cons. de Ministros) 3000Mpts de inversión Incorporación de Plan 1993 – 1996 entidades de población Se pasó de 912 a 10615 Utilización de la Red de menor tamaño uds de Teléfonos Públicos TMA-900 (ETACS 900) 8021 entidades de de Servicio población, 64753 líneas Involucración de de extrarradio y 5158 TPS Diputaciones Provinciales, Cabildos, etc.

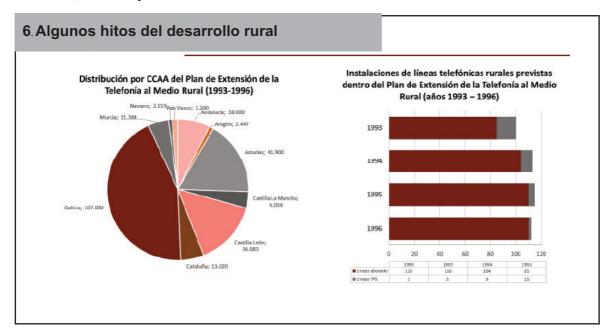
La orden Ministerial de 31 de octubre de 1978, siendo ministro de Transportes y Comunicaciones Salvador Sánchez-Terán, posteriormente presidente de Telefónica, estableció las directrices para atender a la demanda de servicio telefónico en los extrarradios y en las áreas rurales. El Real Decreto 1228/81, de 5 de junio, definía un Plan de Extensión del Servicio Público Telefónico que tenía como objetivo la instalación de Teléfonos Públicos de Servicio (TPS) en los núcleos de población igual o superior a 50 habitantes y que no dispusieran de servicio telefónico. Las inversiones se financiarían al 50 por ciento entre las diputaciones provinciales y la Compañía Telefónica. La inversión ascendió a unos 3.000 millones de pesetas.

El Real Decreto 2248/84, de 28 de noviembre, ya con el primer gobierno socialista, amplió los objetivos del anterior decreto. No sólo se continuaba con la creación de TPS, cuya titularidad pasaba a ser de los ayuntamientos hasta que se dispusiera de otros servicios telefónicos, sino que se urgía a la creación de nuevas áreas telefónicas que contaran con un mínimo de 50 habitantes. Se decidió que, durante la primera etapa, las nuevas entidades tuvieran 300 o más habitantes, o que teniendo al menos 50 habitantes tuvieran un potencial de crecimiento de hasta 900. Se abordaba también, en este decreto, la solución para los teléfonos de extrarradio; es decir, de la demanda particular no incluida en las áreas urbanas. La contratación se hacía mediante la aplicación de una tarifa adicional en función de la distancia a la que se encontrara la instalación a realizar, medida por el camino más corto desde la zona urbana más próxima en el momento de la contratación.



El proyecto contemplaba la creación de 8.021 entidades de población, 64.753 líneas de extrarradio y 5.158 TPS.

En plena discusión de la liberalización del servicio telefónico en España, aún quedaba pendiente, en gran medida, la solución para el Servicio Telefónico Universal en una buena parte del mundo rural, especialmente de aquellos núcleos más diseminados y de difícil acceso, sobre todo en Galicia, Asturias y Castilla León.



El Consejo de Ministros del 12 de marzo de 1993 aprobó un último proyecto, muy ambicioso: el Plan Operacional de Extensión del Servicio Telefónico en el Medio Rural (1993-1996). Pretendía hacer llegar el servicio telefónico a todos los españoles que lo desearan, en igualdad de condiciones e independientemente de su lugar de residencia, en un periodo de tres años, gracias a la utilización de la tecnología TMA-900, con un interfaz que permitiera el servicio como si de un teléfono fijo se tratara.

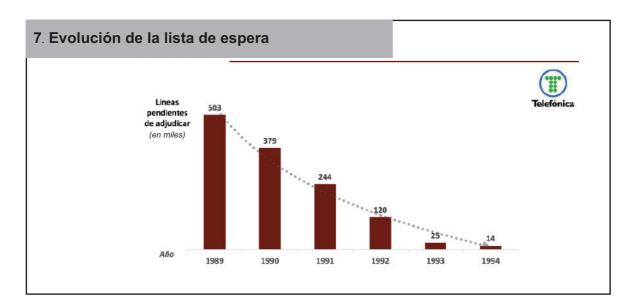
A partir de ese momento, todo el territorio español sería zona urbana telefónica a efectos de solicitud, precios y plazos para conseguir un teléfono. Además, todas las poblaciones de más de10 habitantes dispondrían de un teléfono público de servicio (TPS) y desaparecía, en consecuencia, la tarifa de extrarradio.

A comienzos de 1993, no tenían acceso todavía al teléfono 1.259.730 habitantes, el equivalente al 3,25 % de la población. Entre las entidades de población se encontraban sin servicio 22.894 (un 36,5%); sólo con servicio público, 11.433 (un 45,2%); y con servicio urbano, 28.318 (un 45,2%). A 31 de diciembre de 1992, existía una lista de espera de 120.414 peticiones en toda España.

El Plan preveía una inversión de 103.100 millones de pesetas, de los que 77.325 millones serían aportados por Telefónica y 25.775 millones por las comunidades autónomas, diputaciones y ayuntamientos.



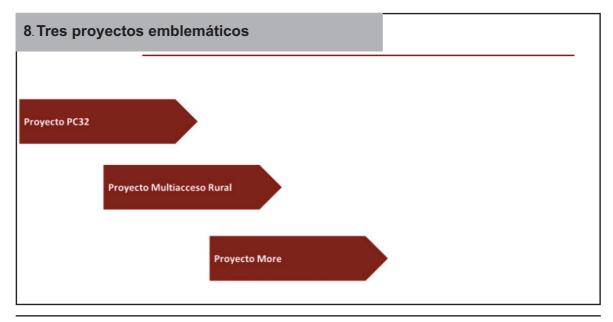




Después de desarrollar esta iniciativa la lista de espera se redujo, por fin, a un número muy pequeño de nuevas líneas demandadas.

4. TRES PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

En el ambiente antes descrito -de mucha demanda de servicio telefónico sin satisfacer en el medio rural, muy baja o nula rentabilidad y escasez de dinero para invertir- tanto Telefónica como la Industria de la Telecomunicación, que en aquellos momentos estaba ávida de nuevos proyectos y en pleno periodo de desarrollo, con profesionales de alta preparación y con ganas de







trabajar, tenía el reto de encontrar soluciones adecuadas a esta problemática y a un coste lo más bajo posible.

Muchos fueron los proyectos y las iniciativas que se tomaron en aquellos años. Hemos elegido tres que consideramos "emblemáticos" por el esfuerzo de desarrollo y fabricación que supusieron, los extraordinarios resultados que conllevaron y porque demostraron la alta preparación que los profesionales, tanto en *software* como en *hardware* y fabricación demostraron tener.

Estos proyectos fueron:

- 1-. PC-32, que daba solución a los temas de conmutación, reduciendo drásticamente los costes de instalación y mantenimiento de las centrales urbanas de barras cruzadas.
- **2-. Multiacceso Rural**, con todas sus variantes, que solucionaba los altísimos costes de la planta exterior en el acceso.
- **3-. MORE**, que solucionó, de modo brillante, la modernización de las centrales de conmutación PC.1000 y ARF, que aún no estaban amortizadas, equiparando, y en algunos casos mejorando, la oferta de servicios de las centrales digitales que en aquellos momentos se estaban instalando en Telefónica (AXE y 1240).

BIBLIOGRAFÍA.

- Memorias anuales de Telefónica.
- Telecomunicaciones Rurales. UIT. Ginebra, 1979.
- Crónicas y testimonios de las telecomunicaciones españolas. COIT, 2006.
- Historia de Telefónica 1924-1975. Ángel Calvo. Fundación Telefónica- Ariel. 2010.







Luis Méndez

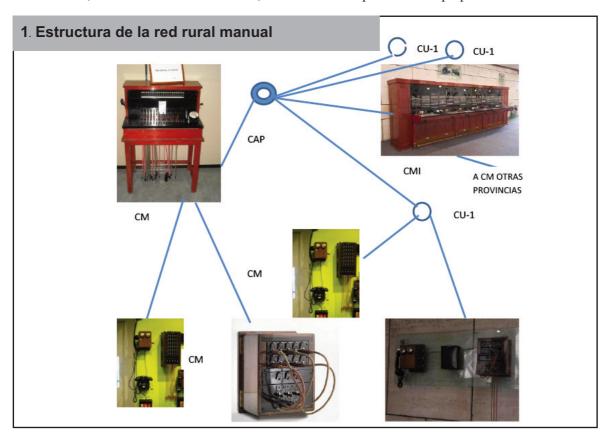


1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo experimentado en España, al final de los años 50 y principio de los 60, demandaba unas comunicaciones ágiles y eficaces que acabasen con las demoras en las conexiones telefónicas y permitiesen a las personas y empresas una comunicación telefónica acorde con las necesidades del crecimiento de la actividad, ofreciendo soluciones que permitiesen el establecimiento de una red totalmente automática y dotada de todos los servicios que la sociedad demandaba. Este capítulo presenta la solución adoptada por Telefónica para el equipo de conmutación, que resolvió esta parte del problema. Fue un equipo que aprovechaba la economía de escala que hacía posible la fabricación masiva de las centrales urbanas y que se integraba sin dificultad en la red nacional. La solución rural fue adoptada en otros países que tenían idénticos problemas, lo que supuso una contribución al comercio exterior español de bienes de equipo.

La telefonía rural manual

La red telefónica rural partía del Cuadro Interurbano Provincial, el primero en ser sustituido, al menos en la parte provincial, por una central automática. La jerarquía estaba basada en cuadros de batería central para pueblos con una cierta entidad, a los cuales se conectaban los cuadros de batería local, última unidad de la cadena, ubicados en los pueblos más pequeños.







Toda esta **estructura provincial**, dotada de muy pocos recursos en cuanto a enlaces de interconexión y con una obvia precariedad del servicio, prestado por personal trabajando en un régimen de contratación de servicios, basado en la familia y sus allegados, hacía que las comunicaciones telefónicas fuesen un freno para la incipiente industrialización del país.

Los que vivieron en los años 40 y siguientes, hasta el advenimiento de la red automática, recordarán aquellos años en los que completar una llamada telefónica era una pequeña odisea. En los pueblos pequeños había una centralita de batería local, con capacidad máxima de diez abonados, todos ellos con teléfono de magneto que, para establecer la conexión con la operadora, requería activar la manivela del mismo, lo cual hacía sonar un timbre en la centralita y esperar pacientemente a que la operadora, ocupada normalmente en las tareas domésticas, atendiese la llamada. En los pueblos más grandes, la centralita era de batería central, siendo necesario descolgar y esperar, resignadamente, con el teléfono descolgado hasta que la operadora atendiese la solicitud de llamada.

Si la llamada era local no había espera, ya que la operadora realizaba la conexión mediante las clavijas y cordones, pero si se trataba de una llamada al pueblo próximo, ya dependía de éste la realización de la conexión, bien con un abonado del mismo o, en el caso de llamada interurbana, de la disponibilidad de enlaces, ya fuese hacia la central automática provincial o hacia el Cuadro Interurbano.

Esta **precariedad** del servicio local en el medio rural se agudizaba con la carencia de enlaces desde dichas centrales hacia la de mayor nivel o hacia la red automática, por lo cual si era hora punta y la demanda de llamadas era elevada se generaba una cola de espera. "Tiene demora" te decían, y cuando tocaba el turno llamaban para avisar de que "ponían la conferencia". Ello obligaba a que cuando se solicitaba una llamada interurbana, había que estar a la espera de que avisasen cuando estaba establecida la conexión y el problema surgía cuando el interlocutor estaba ocupado o no contestaba por estar ya cerrada la oficina; o simplemente, no había nadie en casa. Si se quería conunicar era necesario repetir todo el proceso. Éste, a veces, era más ágil si tenía "enchufe" con la telefonista y ella daba prioridad a la conferencia solicitada tan pronto disponía de un enlace libre.

En la telefonía manual, y pese a la obligación de confidencialidad que las operadoras debían guardar, la "excusa" del monitoreo de la llamada daba lugar a que se produjesen escuchas que, por desgracia, se convertían en "noticias" que pronto circulaban por el pueblo: "noviazgos, embarazos, bodas, defunciones y demás" eran pronto de dominio público.

Existía una posibilidad de asegurarse de que el interlocutor estaría disponible para hablar cuando se necesitase, sobre todo para hablar con la mayoría que no tenían teléfono, mediante el servicio "aviso de conferencia". El solicitante hacía su petición en un locutorio o por teléfono, si tenía, la solicitud de conferencia para, al menos, el día siguiente con una persona física a la que los encargados de la centralita entregaban en mano el aviso para que el día y hora señalado se presentase en el locutorio para celebrar la conferencia. Todo este proceso "operativo" era el que Telefónica debía afrontar para automatizar el servicio, lo cual requirió grandes trabajos de planificación y un importantísimo desembolso económico.

La automatización de las zonas rurales traía aparejado, como es lógico, el aumento de capacidad en toda la red de tránsito, no solo en lo que a conmutación se refiere, sino también en





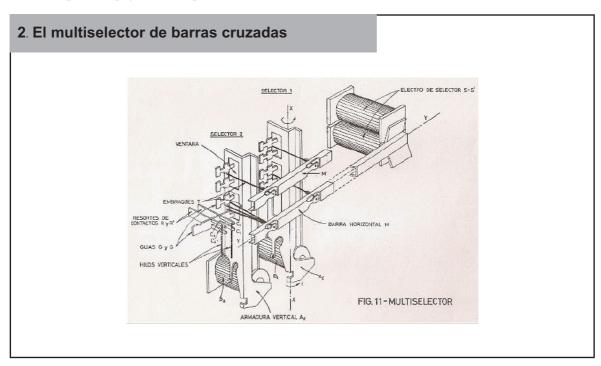
los enlaces, bien por cable bien por radio, lo que motivó la instalación de diversos sistemas. La automatización de una central local partía de la búsqueda de un edificio en alquiler a largo plazo o bien de un terreno donde construir el edificio para la central; su adecuación o construcción; el despliegue, desde el mismo, de la red de abonado; la instalación del equipo de conmutación; y la solución de enlace con las centrales de tránsito, mediante los medios adecuados.

Éste es, en breves palabras, el escenario al cual se enfrentaba Telefónica para conseguir el desarrollo de la telefonía rural automática, mediante un **sistema de conmutación flexible** que se adaptase a las necesidades del entorno rural, evidentemente de pequeñas capacidades, con eficiencia, eficacia y un coste adecuado.

2. EL MULTISELECTOR DE BARRAS CRUZADAS El corazón de una nueva solución para la conmutación electromecánica

Cuando se generalizó la automatización de las redes telefónicas, su progresiva extensión y complicación de las conexiones interurbanas hacían excesivamente altos los tiempos de establecimiento de las llamadas con las primeras soluciones adoptadas. En ellas, la multiplicidad de etapas introducía un ruido específico en las comunicaciones por la vibración de los contactos generada por la actuación de las máquinas. Se necesitaba un sistema que resolviese ambos problemas, el tiempo de actuación de la conmutación y el ruido de los contactos.

Todo ello llevó al desarrollo de los selectores de barras cruzadas. Su actuación se limitaba a dos operaciones muy simples: orientación de una pequeña varilla (embrague) en una de las dos posiciones admitidas por una barra horizontal y actuación de una armadura vertical que presionaba la varilla para empujar un bloque de contactos.





Estos se apoyaban sobre un conjunto de conductores verticales mientras que los bloques se conectaban en paralelo sobre otro conjunto de conductores horizontales. El dispositivo resultante de agrupar un cierto número de estos elementos constituye un **multiselector** capaz de establecer varias conexiones entre la serie de conductores verticales y los horizontales en los puntos de cruce determinados por los órganos de control. En realidad, cada multiselector se comporta como un conjunto de selectores "paso a paso" o *rotary* en paralelo, con el resultado de un equipo muchísimo más rápido y compacto.

Aunque las primeras ideas para esta nueva solución surgieron alrededor de 1920 tanto en Suecia (Administración sueca, LM Ericsson y Betulander) como en EE.UU. (Western Electric), los sistemas prácticos no aparecieron hasta los años 30. C. Jacobaeus, de LM Ericsson, estudió y estableció las reglas para este tipo de selección.

Tal método de funcionamiento obligó a que la transferencia de la información de selección se tuviera que realizar por vías distintas de las de conversación y, ya de paso, utilizando códigos que no estaban basados en trenes de impulsos, sino en señales simultáneas aplicadas sobre varios conductores "haz conectador" con lo que se **ganó espectacularmente en velocidad y en seguridad** al poder emplear técnicas de corrección de errores. Como ya se ha mencionado, fue en los años 30 cuando se inició la implantación de los sistemas de "barras cruzadas" tanto en Europa con los diseños de la Administración sueca—LM Ericsson, que dieron origen a la familia ARF/ARM para centrales locales y de tránsito, como en EE.UU., donde Western Electric fue introduciendo la familia *crossbar* 1/5.

En 1953, F. Gohorel, de la *Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques* (una asociada de ITT en París) diseñó el **sistema Pentaconta** adoptado por Telefónica en los años 60 para nuevas centrales, no solo de abonados sino también de tránsito e interconexión, para comenzar la automatización de la red y para el remplazo progresivo de los sistemas *rotary*.

Este fue el reto de Telefónica que, con la disponibilidad de sistemas de conmutación de barras cruzadas mucho más ágiles y versátiles que los sistemas *rotary*, comenzó una casi, podíamos llamar, explosiva expansión de la red de conmutación nacional para satisfacer estas necesidades.

3. BUSQUEDA DE LA SOLUCIÓN PARA LA CONMUTACIÓN RURAL

Si bien las ciudades y poblaciones grandes podían ser equipadas con centrales Pentaconta 1000 de SESA/ITT o ARF de LM Ericsson, de conmutación automática y marcación directa local o con otras ciudades, el servicio telefónico rural respondía a la ya descrita estructura manual muy primaria con unas **características socioeconómicas** tales como la baja densidad en términos de abonados por kilómetro cuadrado, muchos y pequeños pueblos y suburbios, topografía adversa para el despliegue de redes, dificultades para las comunicaciones por carretera con una precaria red de transporte terrestre, bajo nivel de actividad económica, falta de potencia disponible, grandes dificultades para conseguir mano de obra técnica, etc.; todas estas circunstancias hacían difícil alcanzar unos niveles de rentabilidad mínima de las inversiones necesarias con la explotación del servicio y, sobre todo, con las tecnologías del momento.

La disponibilidad, como veremos después, de tecnologías, tanto de conmutación como de conexión entre centrales permitieron a Telefónica hacer frente a las inversiones necesarias aunque no resultasen todo lo económicamente rentables que un negocio como tal requería, sí fueron pro-





vechosas, porque estas comunicaciones tuvieron un efecto socioeconómico multiplicador en todas las comunidades en que se llevaron a cabo, recibiendo Telefónica un mayor retorno de sus inversiones.

3.1 El desarrollo de la central PC 32

El éxito obtenido en el mundo por el sistema Pentaconta 1000 animó a ITT a buscar una solución similar, pero **adaptada a las necesidades del entorno rural**. Por ello, a principios de los 60, ITT encargó a un equipo de diseñadores de la asociada sueca SRT el desarrollo de una variante del PC adaptada a las necesidades de automatización del entorno rural, utilizando los mismos materiales, relés y multiselector de barras cruzadas del sistema Pentaconta.

El hecho de que fuese SRT la elegida para desarrollar el sistema tiene mucho que ver con el papel que dicha compañía tenía que jugar en Escandinavia, sobre todo en Noruega, país en el que la automatización de las áreas rurales tuvo un papel pionero y muy importante.

El sistema fue perfeccionado y ampliado por otras casas asociadas de ITT, entre ellas y de manera muy especial por SESA (por ejemplo, en el desarrollo del bloque de enlaces, que permitió al sistema descargarle de tráfico de salida en centros de fuerte tráfico).

Surgió así el **Pentaconta 32**, nombre derivado de su matriz de conmutación formada por un conmutador de 7 barras horizontales de 2 posiciones cada una. El ingeniero E. Ekbergh, responsable de su diseño, lo definió como:

"Un sistema de conmutación de gran flexibilidad con centrales que, partiendo de una instalación inicial de 32 líneas, llega hasta un máximo de 3.800 líneas, con un cableado muy simplificado, un eficiente uso de la matriz de conmutación tanto para llamadas locales como para llamadas salientes o entrantes, y un control muy simplificado".

Objetivos básicos de diseño fueron la simplicidad de su funcionamiento, el corto tiempo de instalación y sus pruebas, la simplicidad de su mantenimiento y una larga vida.

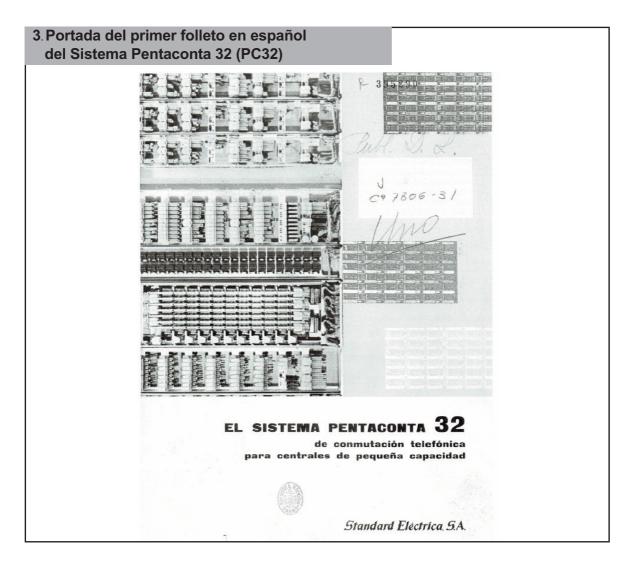
Conscientes de la necesidad en el mercado español, se tuvo que analizar, organizar y poner en visibilidad la información que estaba sin revisar desde entonces.

En paralelo con el análisis de la misma, se preparó un primer folleto en español para presentar el producto, no solo a Telefónica sino como lanzamiento en los mercados de América Latina, del cual se ha recuperado una copia en la Biblioteca Nacional.

Por otra parte, la dirección de la Línea de SESA decidió apostar por el sistema y su industrialización, con la fabricación de la primera central para 32 abonados que se construyó en Villaverde.

Junto con personal de instalaciones y de fábrica, se consiguió que se depurasen los errores y se consiguiera poner, a principios de 1967, la primera central totalmente operativa en la fábrica de Villaverde.

Se preparó un documento técnico muy amplio y detallado sobre el sistema para su presentación a Telefónica y diversos responsables de Telefónica acudieron a la Fábrica de Villaverde para conocer y valorar el sistema que SESA les estaba ofreciendo.



3.2 El despliegue español del sistema PC 32

En julio de 1967, Telefónica lanzó una licitación restringida, solo para SESA y LM Ericsson, que había que presentar el 12 de octubre. En ella se solicitaban centrales específicas de 10 y 20 líneas, y luego una amplia gama de capacidades. No se disponía de las centrales de 10 y 20 líneas solicitadas, así que fue necesario realizar unos estudios preliminares de cómo podrían ser y, en base a ellos, calcular el precio a ofertar a Telefónica. La licitación fue adjudicada a SESA, si bien, en la negociación, se consiguió eliminar las "no existentes" centrales de 10 y 20 líneas (fig. 4).

A partir de entonces, comenzó en SESA una amplia actividad y se creó -en el Departamento de Ingeniería de Comunicaciones- el **departamento PC32** con todos los servicios necesarios: circuitos, equipos, alambrado y cableado, así como en el Departamento de Instalaciones para formar personal para la instalación de las centrales que habría que poner en servicio.



4. Noticia de la resolución de la licitacion restringida para SESA y L M Ericcson para centales rurales

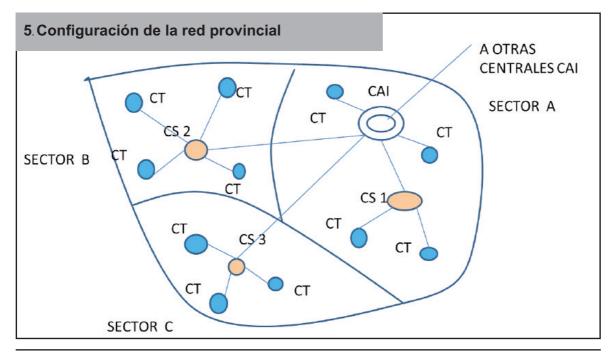
Sistema rural Pentaconta 32 en España

La Compañía Telefónica Nacional de España, abrió un concurso de libre oferta para el suministro de equipos de centrales de conmutación rurales para 300.000 á 400.000 líneas en total, con un plan de ocho años. La adjudicación se ha hecho a SESA para el sistema Pentaconta R 32 fabricado por Standard Eléctrica, S.A. de Madrid.

El plan cubre gran número de centrales entre 30 y 700 líneas de capacidad con servicio terminal y de tránsito y tarificación interurbana. Proporcionará una gran mejora en las comunicaciones de las provincias menos desarrolladas de España.

Standard Eléctrica, S. A., España

En Telefónica también habían hecho su trabajo, realizando la configuración a adoptar para la introducción de las redes automáticas provinciales en sustitución de las ya vistas anteriormente, configuradas con cuadros manuales. Esta instalación, realizada por fases, debía llegar al final del proceso a una configuración de la red provincial, como la de la figura 5.





Historia de la Telefonía Rural

Ello obligó a SESA a realizar **diseños complementarios** en el Sistema PC32 para poder ser utilizado como Central Terminal o bien como Central de Sector, abonados y tránsito, misma función que las centrales PC 1000, siendo necesario diseñar los enlaces para conexión con las centrales existentes, inicialmente PC1000 y Cuadros Interurbanos, y posteriormente con centrales de LM Ericsson. Debe señalarse que el proceso de automatización de Navarra fue el primer caso de automatización de la red provincial, con centrales urbanas y manuales en una configuración ya avanzada, que luego sirvió de modelo para otras provincias. Se creó así toda una jerarquía de centrales, algunas PC 1000 y las restantes PC32, lo cual se logró con las adaptaciones realizadas en el mismo, mostrando así la versatilidad del sistema, como sistema óptimo para la automatización de las restantes provincias.

Al ser la red de Navarra pionera del servicio PC32, fueron muchas y muy variadas las facilidades que fueron necesarias introducir en las centrales para satisfacer las necesidades que Telefónica requería para realizar la expansión de la red, tales como: retención y supervisión del abonado que llama a ciertos servicios especiales, introducción de líneas compartidas "con y sin teletax", integración en la Red internacional, centralización de averías en las centrales de Sector, con transferencia de alarmas, con lo cual las centrales Terminales podían ser desatendidas...

La primera central de la red de Navarra fue la de Alsasua—Elizondo tal como se recoge en la revista TELOS de Telefónica de 29 de agosto de 1969. La segunda central fue en Echarri-Aranaz. Esta central era un tanto peculiar, ya que se había instalado en un local cedido por el Ayuntamiento que era, nada menos, que la vieja cárcel municipal.

La situación de la red de Navarra a comienzo			
	PC 1000	PC32	TOTAL
Centrales de Sector Centrales Terminales Líneas Instaladas	4 0 6.000	7 108 16.980	11 108 22.980

Para asegurar una rápida implementación de las soluciones requeridas, así como para asegurar la rápida solución de averías, SESA estableció un **centro de apoyo en Navarra**, dotado con personal de ingeniería e instalaciones, que resultó muy efectivo y eficaz. En dicha red, se realizaron estudios conjuntos SESA-Telefónica sobre tiempo de mantenimiento de centrales PC 32, con resultado de unos 20 minutos/línea/año con una desviación de +/- 5%. Por todo ello, ITT decidió instalar **en Madrid el Product Control Center 32**, responsable de coordinar, a nivel mundial, todos los desarrollos que, tanto en España como en otros países, se realizasen sobre el PC 32, y que SESA fuera el centro de diseño para los futuros sistemas de conmutación rurales, garantizando así la calidad e idoneidad del sistema.

Cuando culminó todo el proceso, varios años después, Telefónica ya disponía de una configuración más o menos estándar para las diferentes provincias y de las centrales PC32 y PC1000, que permitían la creación de redes automáticas provinciales.

La introducción del PC32 en la red fue un gran éxito tanto para Telefónica como para la





entonces SESA, que a partir de entonces empezó a jugar un papel enormemente destacado en todos los desarrollos posteriores de sistemas rurales, como por ejemplo el desarrollo de las unidades remotas de abonado del Sistema 12 o las correspondientes a ISDN y las de Banda ancha; en todas ellas, SESA tuvo un papel de liderazgo dentro de la compañía ITT.

El desarrollo de la automatización de la red rural para que todas las provincias dispusiesen de redes automáticas fue un **gran desafío** tanto para Telefónica, por lo que representaba de desembolso, como para SESA desde el punto de vista de fabricación e instalación. De hecho, después de la red de Navarra la instalación del PC32 se fue generalizando, y en 1976 había instaladas 400.000 líneas que pasaron a ser más de 500.000 en 1978, alcanzando, al final de la última instalación, más de 1.600.000. Cuando culminó todo el proceso, varios años después, Telefónica ya disponía de una configuración más o menos estándar para las diferentes provincias y de las centrales PC32 y PC1000 que permitían la creación de redes automáticas provinciales.

3.3. La exportación del sistema PC 32

Hay que destacar los logros, muy modestos en comparación con la red de Telefónica, conseguidos por el Departamento de Exportación de Conmutación de SESA. En paralelo con esa tarea, preparó una oferta en respuesta a una licitación lanzada por Cotas S.A, de Santa Cruz de la Sierra (**Bolivia**) para el suministro de 5 centrales, una principal y cuatro satélites, con un total de 620 líneas. Licitación que se ganó y que constituía el primer pedido del sistema a fabricar en SESA. El 28 de marzo de 1968 se procedió al embarque de los equipos y el 14 de julio posterior, se pusieron en servicio las centrales. Las antes citadas centrales de Santa Cruz de la Sierra, que fueron ampliadas dos años después hasta 1.500 líneas y adicionaron dos centrales nuevas con 150 abonados, se reinstalaron en 1980 en contenedores para prestar servicio hasta 1987-1988.

En **Perú**, se instalaron las centrales de Ayacucho (300 abonados) y Huancavélica (200 abonados); en **Costa Rica**, fueron 5 centrales en contenedores, con 1.250 líneas. En 1972, se instalaron dos centrales para Fos-Bucraa para la empresa de Fosfatos de El-Aiunn. En 1974, dos centrales en **Argelia**, en Ain Taya (576 líneas) y Bordj el Kiffan (448 líneas). En 1977, cuatro centrales en contenedor en Costa Rica, con 2.400 líneas. Este balance no fue mayor, en gran parte, porque las Administraciones de otros países, **como Venezuela**, **Colombia**, **Ecuador**, **Chile y Argentina**, con redes rurales donde el PC32 podría haber sido la solución, no estaban aún preparadas para afrontar esta tarea, ya que estaban dedicando sus limitados recursos a la instalación de centrales en zonas urbanas.

3.4. La familia de productos PC 32

La familia PC32 disponía de dos tipos de centrales:

- Tipo reducido, con capacidad de 32 a 128 líneas, destinada a lugares pequeños y sencillos
- **Tipo normal** formada por un bloque de 768 abonados. En una central se pueden agrupar hasta 5 bloques de 768 para alcanzar el máximo de 3.840 abonados.

Si bien las versiones anteriores cubrían satisfactoriamente los requerimientos normales de las áreas rurales, en cuanto a número de líneas (abonados y enlaces) y a capacidad de tráfico, en su adaptación a la red rural española y a su jerarquía de centrales se identificó la necesidad de centrales con **fuerte tráfico de tránsito y un número de enlaces superior** al normal.

El Bloque de Enlaces fue concebido para coexistir con los bloques normales, descargándo-



Historia de la Telefonía Rural

los de todo el tráfico de salida. Podían conectarse en él 288 enlaces repartidos entre 21 rutas posibles. La configuración física estaba basada en la utilización de armarios accesibles muy simples, en los cuales se aloja el equipo.

Sus dimensiones, 275 x 110 x 480 cm, permitían instalar las centrales en locales normales, bajos comerciales, etc., frente al PC 1000, que requería una altura libre de 4,3 m y, dado que el acceso a los equipos era solo por la parte frontal, podían acomodarse trasera con trasera o bien adosarlos a una pared con el consiguiente ahorro de espacio.

7. Armarios de la central PC 32

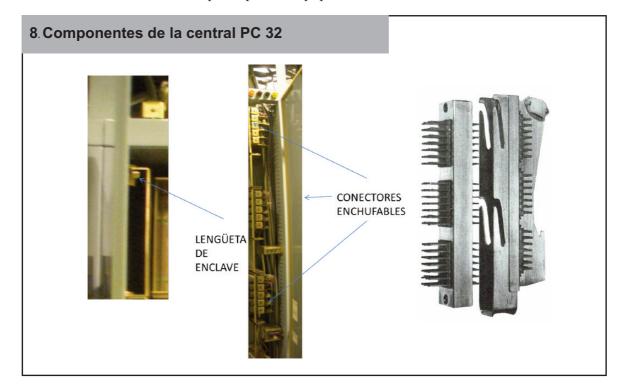


El armario llegaba totalmente desmontado a la central, donde se procedía a su montaje. En el lateral izquierdo de cada armario se colocaban unos soportes, en función de los cuadros que se fuesen a alojar en el mismo que, a su vez, permitían en anclaje de las lengüetas de seguridad, que garantizaban la estabilidad del cuadro, permitiendo su fácil desmontaje si era necesaria realizar alguna reparación en sus elementos. Las formas de cable o conjunto de hilos de cobre con sus





códigos de colores, conectados a conectores enchufables, realizaban la conexión entre los diversos circuitos de un armario y de éstos con el exterior. En base a la configuración de cada central, se montaban los armarios que la constituían, existiendo armarios preconfigurados. Los equipos de conmutación, formados por matrices de barras cruzadas y relés, o solo por relés, se montaban en cuadros modulares, desde 2 hasta 6 módulos, que se colocan muy fácilmente en los armarios, siendo 45 el total de módulos que se pueden equipar en un armario.



El diseño mecánico utilizaba conceptos prácticos que facilitaron la instalación, permitiendo una rápida instalación de los equipos y un cableado totalmente enchufable que se realiza en la fábrica. Los **conectores tenían una configuración mecánica** que permitían no solo la conexión simultánea de los 105 puntos de conexión, sino que garantizaba la misma de forma permanente, no siendo posible la desconexión fortuita.

Es, precisamente, este **método de conexión** el que permitía que todos los cables y la forma de cable llegasen conectados y probados de fábrica, por lo que los tiempos de instalación se reducían considerablemente, así como los posibles fallos de conexión. Ventaja muy importante frente a la gran cantidad de tiempo y trabajo que esta labor consumía en las centrales Pentaconta 1000.

Dadas sus dimensiones y la facilidad proveniente del cableado hecho en fábrica, se planteó la posibilidad de instalar las centrales PC 32 en contenedores, ya que ello permitía a Telefónica automatizar localidades sin tener que esperar a terminar el edificio, o también utilizarlas como soluciones de emergencia, como así ocurrió cuando una riada destrozó una central local y con los contenedores se pudo recuperar rápidamente el servicio. Se desarrollaron dos tipos de centrales una en contenedor de 20 pies y otra en contenedor de 40 pies.

9. Central PC 32 de 700 líneas en contenedor

Central móvil

Las pruebas finales de la central móvil de 700 líneas se han desarrollado con todo éxito.

El tipo de central que se eligió para este proyecto es el sistema Pentaconta 32.

La central se instala en un contenedor de 20 pies (que aparece en la fotografía) junto con el equipo complementario, el equipo de fuerza y las baterías.

Hay otra versión de central móvil para 1000 líneas que se instala en un contenedor de 30 pies.

Standard Eléctrica, S. A., España



Central móvil de 700 líneas tipo PC 32 instalada en un contenedor de 20 pies, dispuesta para su transporte en camión.

Las **centrales** estaban completas con equipo de conmutación, cuadro eléctrico, baterías, repartidor, aire acondicionado/calefacción y equipo de conexión/transmisión, de forma que solo era necesario conectar en el repartidor la red de abonado, realizar la conexión eléctrica y configurar los traductores al plan de numeración correspondiente.





El servicio telefónico en las zonas rurales. El problema del acceso y sus soluciones en el último cuarto del siglo XX

José Luis Adanero Palomo





1. INTRODUCCIÓN

La población mundial, que en 1983 superaba los 4.600 millones de personas, disponía de un parque de unos 550 millones de aparatos telefónicos con una distribución que distaba mucho de ser homogénea. Países con apenas el 20 % de la población mundial poseían el 90 % del parque telefónico. Se estimaba entonces que más de la mitad de la población mundial asentada en zonas rurales, y en su gran mayoría perteneciente a países en vías de desarrollo, no disponía de ningún servicio de telecomunicaciones y en particular del servicio telefónico básico.

2. EL SERVICIO TELEFÓNICO EN LAS ZONAS RURALES

La mayoría de los estudios de mercado que existían en los años 80 sobre la telefonía en el medio rural ponía de manifiesto que el escaso desarrollo del servicio telefónico era debido a la **falta de oferta** por parte de las Administraciones y no a la falta de demanda⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾.

Las razones de la práctica inexistencia de oferta en los diferentes países para extender el servicio telefónico básico a las aéreas rurales eran de índole tanto técnicas como económicas.

En España, la situación no era diferente del de la mayoría de los países con igual o parecida renta per cápita. Los factores que contribuían a no incentivar la oferta eran:

- La **elevada inversión** necesaria para instalar una línea telefónica en una zona rural, debido a la dispersión geográfica de sus habitantes.
- El **coste medio por línea** en una zona rural era cinco veces superior al de una zona urbana, como se evidencia en la siguiente tabla⁽⁵⁾.

1. Coste medio por línea			
	Coste/Línea		
	Zona Urbana	Zona Rural	
Distribución	40	400	
Conmutación	30	60	
Transmisión	20	20	
Infraestructuras	10	20	
TOTAL	100	500	

- El **bajo trafico esperado**, que hacía difícil no solo pagar los costes de la explotación, sino también el retorno de la inversión.
- Las **soluciones técnicas** al uso, validas en entornos urbanos, no eran factibles en entornos rurales de abonados dispersos ni que permitieran ofrecer una ley de costes cuasi lineal, con costes de operación y de explotación razonables.

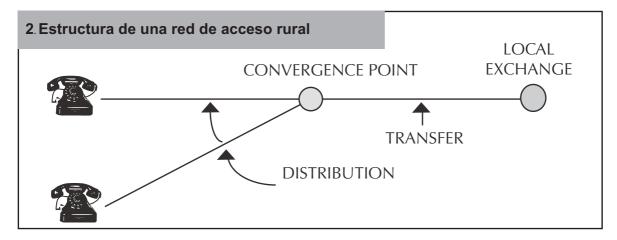
Estudios llevados a cabo entonces por la UIT, la OCDE y otros Institutos independientes de diferentes países (6)(7)(8)(9) pusieron de manifiesto:

- Que la **rentabilidad** de las inversiones en aéreas rurales era cinco veces inferior a la de las aéreas urbanas, cuando se consideran la totalidad de los costes asociados.
- Se demostró asímismo que la relación entre el **desarrollo telefónico** y **el económico** era más acusado en las zonas rurales en países industrializados que en los países en vía de desarrollo.
- El incremento de los **desequilibrios en la generación de riqueza** en los países desarrollados entre las aéreas urbanas y rurales era otra característica (lo que hoy se llama brecha digital)

Todas las anteriores motivaciones, sumadas a otras consideraciones de orden político, impulsaron la necesidad de que las compañías prestatarias del servicio telefónico (entonces en régimen de monopolio) se vieran abocadas a buscar soluciones para llevar la telefonía primero y otros servicios de telecomunicación después a las zonas rurales, como también sucedió en nuestro país.

2. LA PLANIFICACIÓ DE UNA RED RURAL

La estructura de una red de acceso rural⁽¹⁰⁾ es genéricamente así (fig. 2).



En la anterior figura se puede observar que se han introducido dos conceptos de red que no están presentes en una red urbana.

- El **punto de convergencia**, en el que concurren las líneas de un grupo de usuarios, sin formar parte de la estructura jerárquica de la red.
- La **función de transferencia**, que garantiza el enlace entre la central telefónica y el punto de convergencia.

En base a estos dos conceptos, la planificación de este tipo de redes, se realizaba considerando los datos de tráfico y la demanda esperada, mediante diferentes topologías de redes (topologías en árbol, en estrella, en línea, etc.).

4. LOS MEDIOS TÉCNICOS

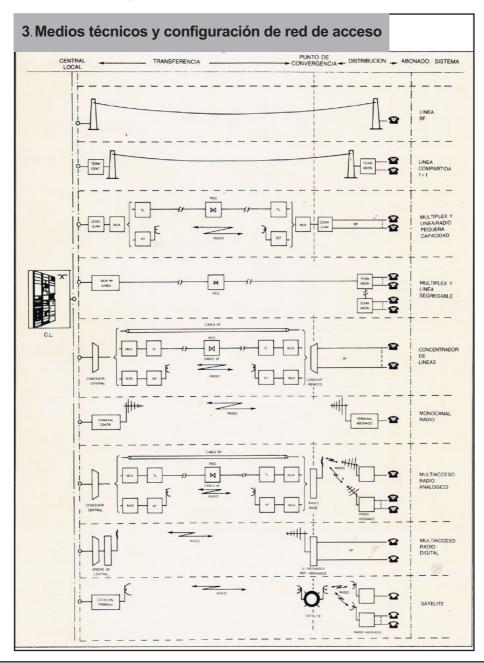
Al final de la década de los años 70 y principios de los 80, los medios técnicos disponibles para facilitar el acceso de los usuarios (abonados entonces) a las redes telefónicas eran⁽¹¹⁾:



-

-Líneas aéreas de hilo desnudo. -Cables de pares simétricos. -Multiplex de transmisión sobre los anteriores portadores. -Concentradores de tráfico simétrico. -Mono canales radio en las bandas de VHF o UHF. -Sistemas de multiacceso radio de tipo analógico. -Sistemas de multiacceso radio de tipo digital. -Satélites de comunicaciones.

En la figura 3 se muestran los **diferentes medios** citados y las **configuraciones** de la red de acceso en entornos rurales, al comienzo de los años 80.





Asímismo, en la figura 4 se dan unas pautas de la utilización que se hacía entonces de los diferentes sistemas de acceso citados.

4. Sistemas de distribución rural

SISTEMA	SOPORTE DE TRANSMISION		DENCIDAD	-		
	DISTRIBUCION P. CONVABONAD.	F. TRANSFERENCIA C. LOCAL-P. CONV.	DENSIDAD TELEFONICA	DISPOSICION DE ABONADOS	MAXIMA MAXIMA	TOPOLOGIA DE RED
Línea directa BF desde central local	Hilo desnudo ó cable de pares	_	Muy Baja	Dispersos	1 abonado	Estrella
Línea compartida 1 + 1	Hilo desnudo ó cable de pares	_	Cualquiera	Cualquiera	2 abonados	Estrella
Múltiplex y línea ó múltiplex y radio pequeña capacidad	Cable de pares	AF	Media	Concentrados	12, 24, 60 Abonados	Estrella
Múltiplex y línea segregable	Hilo desnudo ó cable de pares	_	Muy Baja Baja	Dispersos Pequeñas concentraciones	≥10 Abonados	Linea Arbol
Concentradores de lineas	Cable de pares	BF ó AF (precisa equipamiento adicional)	Media	Concentrados	≃100 Abonados	Estrella
Monocanal radio	Enlace radio	-	Muy Baja	Dispersos	1 Abonado	Estrella
Multiacceso radio analógico	Enlace radio analógico	BF o AF (precisa equipamiento adicional)	Baja	Dispersos Pequeñas concentraciones	≥100 Abonados	Estrella Arbol
Multiacceso radio digital	Cable de pares	enlace radio digital	Baja Media	Concentrados	≃250 Abonados	Estrella Arbol Linea
Satélite	Enlace radio	enlace radio	Muy Baja Baja Media	Cualquiera	≃ 5000 Abonad. 10000 Abonad.	-

En la figura 4 se determina la idoneidad del sistema que se utilizaba, en función del soporte de transmisión disponible, de la densidad telefónica, de la densidad de usuarios, de la topología de la red o en función del número máximo de clientes con expectativas de servicio.

Como el lector podrá observar, cada una de las tecnologías disponibles en aquellos años, encontraba un **ámbito de empleo** en función de los parámetros definidos.

En España, fueron desarrollados equipos y sistemas que daban respuesta a las diferentes topologías por ingenieros y técnicos de nuestro país, convirtiendo en aquel entonces a Telettra Española en una de las empresas líderes de los equipos y sistemas de telefonía rural.

5. EL MULTIACCESO RURAL

De todos los sistemas citados anteriormente el que requirió mayores esfuerzos de desarrollo y que tuvo un mayor impacto económico fue el **Sistema Multiaceso Rural (MAR)**.

A principio de los años 80 y como fruto de una colaboración establecida entre el Centro de Investigación y Desarrollo de Telefónica (Telefónica I+D) y Telettra Española, nació el proyecto del Multiacceso Rural (MAR 801 y MAR1604), cuyo objetivo era desarrollar una solución para poder llevar la telefonía a zonas rurales de población dispersa, donde no era viable económicamente realizarlo utilizando las tecnologías disponibles⁽¹²⁾.

Telefónica antes de dar vía libre al proyecto había realizado dos instalaciones experimen-



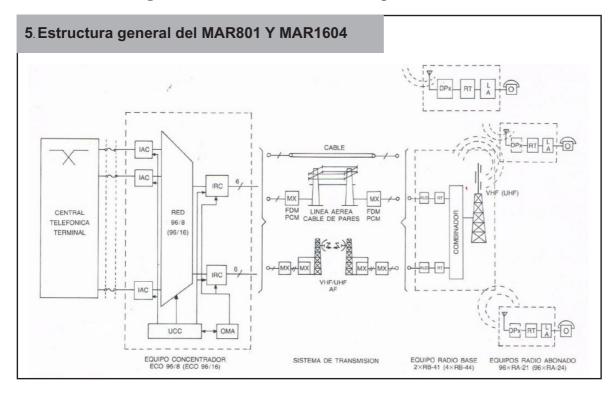
japonesa Fujitsu.

tales en Galicia, con dos sistemas diferentes uno de la empresa italiana Italtel y otro con la empresa

El proyecto nació con la idea de diseñar un sistema, con mayores prestaciones de los productos existentes en el mercado, capaz de dar respuesta a las necesidades específicas de Telefonica, soportando no solo el tráfico telefónico de sus clientes particulares, sino también a teléfonos públicos, además de ofrecer de manera centralizada facilidades de operación y mantenimiento.

El sistema desarrollado fue un **sistema radio punto a multipunto**, con capacidad de soportar hasta un máximo de 96 usuarios dispersos, a través de la compartición de 8 canales radio en la banda VHF (MAR 801) o compartiendo 16 canales radio en la banda UHF (MAR 1604).

La **estructura general** del sistema se muestra en la figura 5.

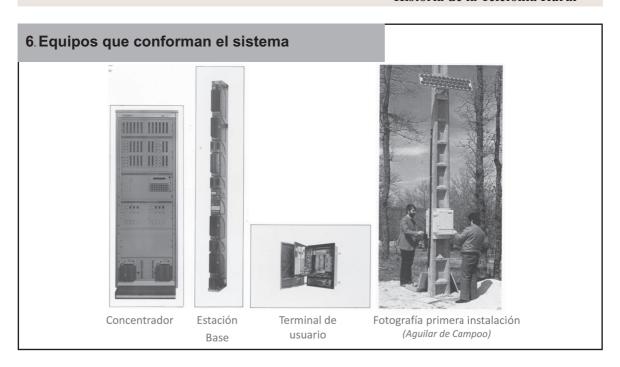


El sistema quedo integrado por los siguientes equipos:

- El **equipo concentrador** del sistema, denominado ECO96/8(MAR 801) y ECO96/16 (MAR 1604) (fig. 6).
- La estación radio base, llamada 2xRB41 (MAR 801)y 2XRB44 (MAR 1604). (Fig. 6)
- El **equipo terminal** radio de cliente, tanto en la banda VHF, como UHF. (fig. 6)
- El sistema de gestión centralizado.
- Los equipos portátiles para pruebas en el campo.

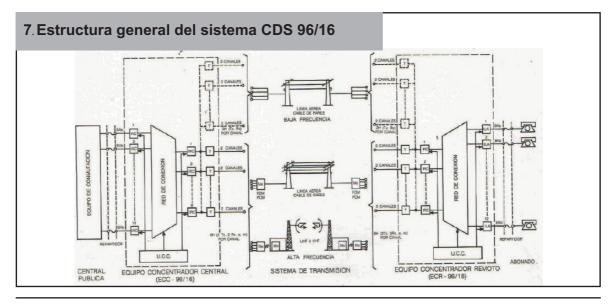
La **primera instalación operativa** se realizo en el año 1981 en Aguilar de Campoo, en la provincia de Palencia (fig. 6).





Durante los años 1981,1982 y 1983, Telettra Española suministró a Telefónica más de 600 sistemas, que facilitaron el acceso al servicio telefónico básico y a a teléfonos de uso público (algunos patrocinados por los ayuntamientos) a más de 50.000 clientes en aéreas rurales de poblaciones dispersas, fundamentalmente en el norte de España (Galicia, Asturias y Cantabria), aunque también se instalaron en otros puntos de la geografía española.

El **sistema MAR 801 y el sistema MAR 1604** fue exportado por Telettra Española a más de 20 países, sobre todo en Suramérica, y supuso un importante recurso de generación de valor añadido en la empresa.

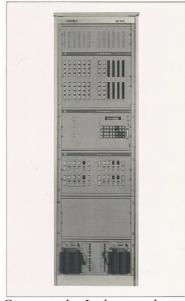


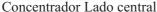


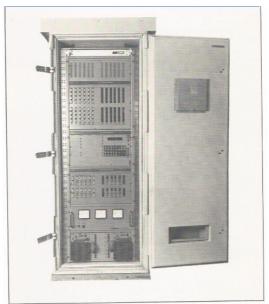
Al sistema analógico, le sucedió el desarrollo de un **Concentrador de Trafico Simétrico** (CDS 96/16) (en la figura 7, la estructura general del sistema). Está integrado por el concentrador lado central (figura 8) y el concentrador lado remoto (figura 8). Telefónica instaló en España más de 500 sistemas, permitiendo con ello ofrecer con bajo nivel de inversión servicio telefónico en núcleos rurales donde la población vivía agrupada y no dispersa.

Se desarrolló también una versión del concentrador remoto de intemperie que integraba el sistema de alimentación con sus baterías de respaldo, que permitió la instalación del equipo en la vía pública, eliminando con ello una parte importante de los costes de infraestructura (edificio, repartidor, etc.).

8. Concentrador lado central y lado remoto







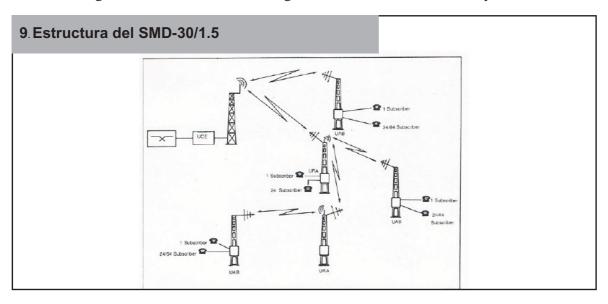
Concentrador Lado remoto

Al sistema multiacceso analógico y al concentrador simétrico, le sucedió el desarrollo del **Sistema de Acceso Radio Digital**, que de denominó SMD-30/1.5. Este sistema era también un sistema radio punto a multipunto, trabajando en la banda de 1.5 GHz, con capacidad de soportar hasta 30 canales telefónicos simultáneos y una velocidad de canal de 64 Kbit/sg. Fue dimensionado para dar tráfico hasta un máximo de 256 usuarios.

El sistema de acceso radio digital estaba integrado por los siguientes equipos:

- Unidad de central, UCE (fig. 10).
- Unidad de **abonado**, UAB (fig. 10).
- Unidad repetidora con abonados, URA (fig. 10).
- Unidad repetidora simple, URA/S.
- Unidad de repartición y alimentación de red, UR/A.

En la figura 9 se muestra la estructura general del sistema SMD-30/1.5 y sus unidades.



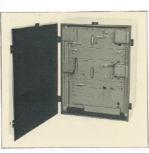
10. Unidades de central, abonado y repetidora

Unidad de central





Unidad de abonado



Unidad repetidora con abonados





El sistema SMD-30/1.5 se lanzó comercialmente por parte de Telettra Española al mercado en el año 1985, y con este sistema se completó el catálogo de la oferta de la empresa de los sistemas de telefonía y datos en el área rural.

Todos estos desarrollos realizados íntegramente en España dieron a Telettra Española el reconocimiento de líder mundial en este tipo de tecnologías, exportándose por ello los productos a los cinco continentes.

Los ingresos que esta actividad género en el periodo 1982-1989 en Telettra Española superaron los **35.000 millones de pesetas**, hasta que la Empresa fue absorbida por Alcatel en 1990, siendo esta actividad y estos productos el mayor activo que Alcatel en España recibió con la absorción de Telettra.

6. LA UNIVERSALIZACIÓN DEL SERVICIO TELEFÓNICO EN ESPAÑA

Con los sistemas descritos brevemente en los apartados anteriores Telefónica de España (que como sabemos ostentaba el monopolio de la explotación del servicio telefónico y de datos) dio un impulso enorme a la extensión del servicio telefónico en las áreas rurales entre los años 1981-1988.

Posteriormente, el que fuera llamado "Plan de Extensión del Servicio Telefónico de 1988 a 1991" dio un nuevo impulso a la penetración del servicio en las áreas rurales, incorporando al servicio telefónico a un total de 8.021 entidades de población, instalándose además 64.753 líneas de extrarradio y 5.158 teléfonos públicos⁽¹²⁾.

Sin embargo, fue en el año 1992 cuando el autor de este artículo, desde su nueva empresa Amper S.A. propuso a Telefónica una idea entonces novedosa, que cambió el tipo de tecnología a emplear para seguir con la extensión del servicio telefónico a las áreas rurales.

La idea consistió en la utilización de la **Red Celular de telefonía móvil (ETACS-900)** como red de trasporte, para que a través de un terminal fijo poder ofrecer a los usuarios el servicio telefónico, con las mismas características que se ofrecía el servicio a través del par telefónico de cobre desde las centrales de conmutación de la red fija (1.200 ohmios de bucle, alimentación de 48 Vcc, inversión de polaridad, corriente de llamada sinusoidal de 75Vef, etc.).

Este proyecto, desarrollado esta vez en Amper S.A., fue denominado **Proyecto de Telefonía Celular Fija**. Su objetivo no era otro que ofrecer a Telefónica en España la posibilidad de universalizar el servicio telefónico definitivamente en nuestro país. Y hacerlo con un nivel de inversión muy reducido, de tal forma que en la medida en que las redes de telefonía celular se extendían para dar servicio a abonados de la red móvil se pudiera ofrecer al mismo tiempo el servicio de telefonía fija en zonas rurales donde aún no se había introducido la telefonía fija.

Además, se pretendía dar respuesta al siguiente interrogante: ¿Cómo hacer para que el servicio telefónico básico se proporcione a través de la red celular en condiciones idénticas a las de los pares de cobre?

El proyecto tuvo sus primeros antecedentes en el año 1988, cuando el equipo de I+D de Amper Datos y de Amper Elasa (fabricante de los teléfonos públicos modulares) se pusieron como meta conectar una cabina de teléfonos de uso público a la Red Telefónica Conmutada, en lugares donde no existía accesibilidad a líneas convencionales de cobre y sí cobertura radio a través de la Red Celular (ETASC), desplegada en España en aquellos años.

A su vez, en el año 1990, Telefónica -conocedora del proyecto anterior- solicitó a Amper

una solución técnica para instalar teléfonos públicos en los vagones de los trenes de alta velocidad, capaz de explotarse comercialmente en el trayecto del AVE Madrid-Sevilla.

El 20 de abril de 1992 se inauguró el **AVE Madrid-Sevilla**, y una de las ramas operativas de este tren llevaba instalado un teléfono público modular (que había sido desarrollado por Telefónica I+D y Amper Elasa), conectado a través de un equipo radio desarrollado por Amper Datos, que le conectaba a la Red Celular ETACS-900, que cubría dicho proyecto.

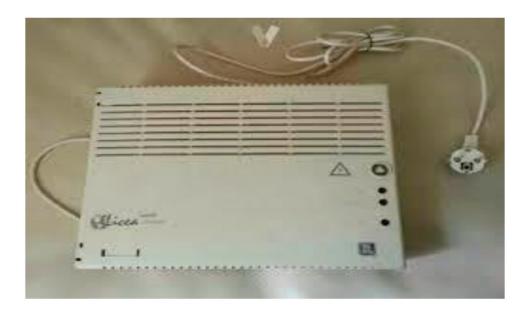
Esta tecnología también fue instalada en la **Compañía Transmediterránea**, en los buques que unían la Península con Ceuta y Melilla, y con las Islas Baleares.

Volviendo al Proyecto de Telefonía Celular Fija, cuyo objetivo era la universalización del servicio telefónico en nuestro país por parte de Telefónica, es importante recordar aquí el impulso que tanto el entonces Director General del Servicio Telefónico, Antonio López Barajas, como al propio Presidente de Telefónica, Cándido Velázquez, dieron a la propuesta que había sido realizada desde Amper⁽¹²⁾.

En enero de 1992, Amper entregó a Telefónica los primeros equipos de los terminales de acceso radio, que denominamos **LICEA I** (**Línea Celular de Abonado**).

El 7 de abril de ese mismo año se llevó a cabo en el Palacio de Rajoy en Santiago de Compostela, con la participación del presidente de Telefónica y el entonces Presidente de la Xunta de Galicia, Manuel Fraga Iribarne, la primera conexión telefónica entre el citado Palacio y la localidad de Villalba (de la que era oriundo el Presidente de la Xunta), utilizando el equipo LICEA (fig. 11), con total éxito.

11. Equipo LICEA



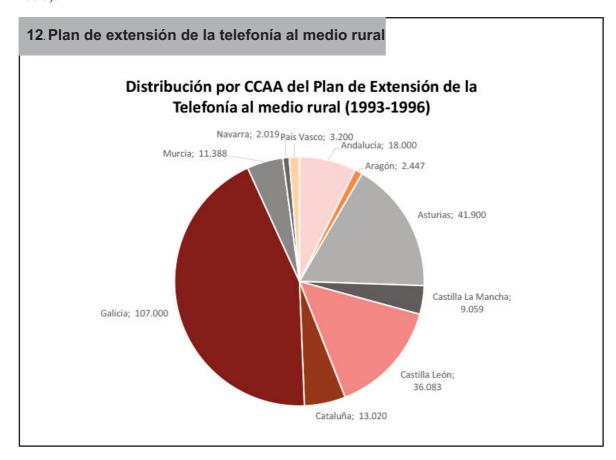


Las primeras instalaciones comerciales, se realizaron en la provincia de La Coruña, en la zona de Ainoa.

El éxito de las primeras instalaciones llevó a Telefónica a formular lo que se denominó el **"Plan Operacional de Extensión del Servicio al Medio Rural 1993-1996"**, que fue aprobado por el Consejo de Ministros el 12 de marzo de 1993.

El despliegue de este plan, cuya realización fue ejecutada en su mayor parte por Amper, con el equipo LICEA, supuso para esta empresa la fabricación de aproximadamente 250.000 líneas.

En la figura 12, se pone de manifiesto el número de líneas instaladas y la distribución por comunidades autonómicas del Plan de Extensión de la Telefonía al Medio Rural (años 1993–1996).



El Plan de Expansión del Servicio Telefónico al Medio Rural 1993-1996 tuvo un enorme **impacto social**, que quedó reflejado en las más de 500 publicaciones sobre el tema que aparecieron en numerosos medios de comunicación tanto nacionales como regionales y locales. En la figura 13, se da una muestra de alguna de las publicaciones aparecidas en diferentes diarios.

Las inversiones llevadas a cabo con este Plan movilizaron a muchas empresas (obra civil, instalaciones, coberturas radioeléctricas, etc...), además de conllevar la fabricación de los termi-



13. Publicaciones sobre el plan de expansión

DIARIO LA CRÓNICA 16, de fecha 22 de mayo de 1992, León.

«Telefónica quiere pulverízar los plazos para llevar el teléfono a todos los pueblos de la provincia.»

DIARIO EL DÍA, de fecha 25 de noviembre de 1992, Toledo.

«Firma de convenio entre la Junta y Telefónica.»

«Toda la región contará con líneas telefónicas a finales del 94.»

«Se instalarán 9.059 líneas con una inversión de seis mil millones de pesetas.»

DIARIO ABC, de fecha 25 de noviembre de 1992, Toledo.

«Seis mil millones para llevar el teléfono a todos los pueblos.»

DIARIO LA VOZ DE GALICIA, de fecha 29 de noviembre de 1992, La Coruña.

«Fraga inauguró en Monfero los teléfonos con sistema celular.»

DIARIO IDEAL, de fecha 13 de enero de 1993, Almería.

«Todos los núcleos, cortijadas y viviendas aisladas de la provincia podrán tener teléfono.»

DIARIO LA VOZ DE ASTURIAS, de fecha 28 de enero de 1993, Oviedo.

«Mejora de las comunicaciones en el Principado.»

«8.000 asturianos piden el teléfono rural.»

«El convenio de telefonía celular provoca una avalancha de peticiones en Asturias.»

«La compañía prevé que se lleguen a instalar cerca de 42.000 líneas.»

«La mayoría de las solicitudes proceden de la zona sur occidental de la región.»

DIARIO EL CORREO GALLEGO, de fecha 27 de enero de 1993.

«La inversión total hasta el año 94 alcanzará los 45.000 millones de pesetas.»

«El rural gallego tendrá en 1993 45.000 nuevas líneas telefónicas.»

DIARIO IDEAL, de fecha 1 de febrero de 1993, Granada.

«Telefónica instalará 2.000 teléfonos públicos en zonas rurales, que servirán a 42.000 per-

«La Junta invertirá en la ampliación de la red telefónica.»

DIARIO LA CRÓNICA 16, de fecha 21 de febrero de 1993, León.

«Telefonía por "acceso celular" igual, pero distinto.»

DIARIO LA VANGUARDIA, de fecha 27 de septiembre de 1993, Barcelona.

«Telefónica y Generalitat invierten para llevar el teléfono a zonas rurales poco pobladas.»

nales de telefonía celular fijos. Amper -a través de su Empresa Amper Datos- exportó esta tecnología a 16 países (Hungría, Inglaterra, Colombia, Paraguay, Croacia, Perú, Rumanía, Argentina, Tailandia...) y obtuvo unos ingresos de 18.400 millones de pesetas de la época, siendo durante dicho periodo la **empresa líder** en el suministro de este tipo de equipos en términos mundiales.

Este proyecto, permitió la creación de una **tecnología autóctona de primer nivel**, que generó una actividad industrial importante en España: Ericsson en Vizcaya (Zamudio); Alcatel en Toledo; y Amper en Madrid (Tres Cantos).



Todos los proyectos anteriormente descritos fueron desarrollados en la década de los años 80 y 90 del siglo pasado, y junto con otros muchos aquí no descritos forman parte de la **época más brillante de la generación de tecnología en el sector de las telecomunicaciones** de nuestro país, desde que se instaló el primer telégrafo hasta nuestros días.

Si analizamos el denominador común de todos los proyectos a los que me he referido, y a otros muchos no citados (TESYS A y TESYS B, Datafono, Teléfono Público Modular, Centralita Digital....), fue que todos ellos fueron desarrollados para satisfacer una demanda real, anticipando la demanda (demanda temprana) solicitada por un gran comprador, y encargado su desarrollo a jóvenes ingenieros, entusiastas de su trabajo, capaces de generar una oferta líder.

Siempre he considerado en mi vida profesional que ese es quizás el mejor camino para generar riqueza en un país, y a esa labor entregué una buena parte de mi vida profesional, sin duda la más gratificante en el plano personal.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Focus on world development of infrastructures and Network Integration. (Communication, 1983.UIT).
 - (2) Telecommunications for development, June 1983. UIT.A. Karmal. S.N Kaul.
 - (3) Telefonía rural en España. J.M Vázquez Quintana. Boletín Fundesco nº 33.1984.
- **(4)** Mercado Potencial de la demanda telefónica particular. V.Sabater Burguera. Boletín Fundesco nº 33.1984.
 - (5) Telecommunication au sevice du Developpement. Juin 1983 UIT.M. Jeancharles y otros.
 - **(6)** The consumption of communication output. Vestnik Sviazi n° 81969.B.A Vornono.
- (7) The economic efficiency of Development of long distance telephone communication. Vestnik Sviazi.n° 5,1977.M.S Gorelik.
 - **(8)** The Role of the Telephone in the Economic Development. Stanford University. Jan 1980. A.P Hardy.
- (9) Economical and Social Benefits from de REA Telephone Loan Program. Ecuatorial Communication. Stanford University. March 1981 .E, Parker.
 - (10) Telecommunicaciones Rurales UIT. Ginegra 1979.
- (11) Telettra Española, Contribution to the Development of Telephone Systems in Rural Areas. TE 90.01.40 April 1985. Jose Luis Adanero y Andres Campos.
- (12) Crómicas y Testimonios de las Telecomunicaciones Españolas Vol 2. J.L Adanero, J.M Huidobro, V. Miralles, J.M de Prado, V.Ortega, C. Rico, y J.M Romeo, Junio 2006.







MORE: un avance hacia la digitalización

Mariluz Congosto





1. INTRODUCCIÓN

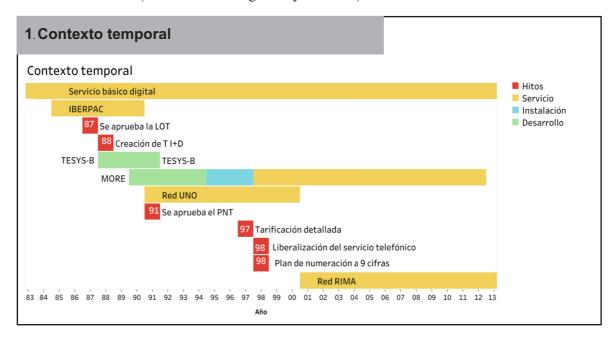
Los años 90 fueron para el servicio básico de Telefónica tan convulsos como apasionantes. Se produjeron grandes cambios en un periodo delimitado por la regulación del PNT en 1991 hasta la liberalización de las telecomunicaciones en 1998 (Calvo, A., 2010).

La **tecnología avanzaba deprisa** y abría nuevas posibilidades con la **digitalización**. El *software* permitía abordar cambios en la red con mayor flexibilidad, las centrales ocupaban menos espacio, el mantenimiento se simplificaba... todo se podía medir y, por tanto, mejorar.

La tecnología iba a cambiar la forma de operar de las empresas de telecomunicaciones, pero la transformación no era sencilla porque dejaba obsoletas a la mayor parte de las centrales de la red básica que aún no se habían amortizado económicamente y que funcionaban perfectamente. Por otro lado, se requerían grandes inversiones, lo que podría alargar el tiempo de transición.

Los rápidos cambios tecnológicos producían **obsolescencia temprana**, incluso las modernas centrales digitales podrían quedar obsoletas por la tecnología de la VoIP. La incertidumbre que producía la obsolescencia empezó a ser una variable a tener en cuenta en la planificación de la red. Se optó por modernizar a la vez que digitalizar abriendo alternativas en la toma de decisiones.

El proyecto que abordó la modernización de las centrales analógicas se denominó **MORE** (**MOdernización de REgistrador**). Fue especificado por el departamento de Tecnología de Telefónica y desarrollado por Telefónica I+D, empresa creada en 1988 que tomó el testigo de las actividades del CIE (Centro de Investigación y Estudios).



El **contexto temporal del MORE** se sitúa entre 1990 y 2012. La etapa inicial de desarrollo se enmarca entre 1990 y 1994, cuando comienza su instalación. En 1997, finalizó su despliegue y continuó dando servicio hasta el año 2012, cuando se desmontó la última central. Su vida trans-

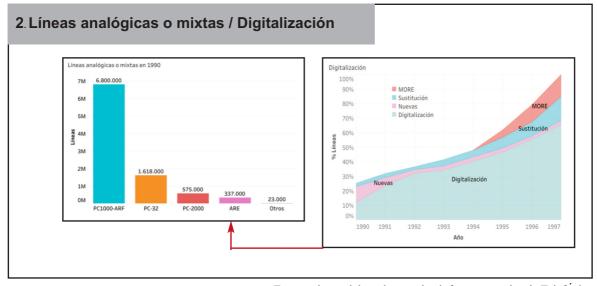


currió en paralelo al servicio básico digital y a las distintas redes de datos como Iberpac (Infante 2002), Red UNO y Red RIMA (Ruiz, V. G., 2014).

Su instalación hizo posible que en 1997 la tarificación detallada llegara a todos los clientes de Telefónica y que, en 1998 ,se pudiera implantar a nivel nacional el plan de numeración de 9 cifras.

2. EVOLUCIÓN DE LA DIGITALIZACIÓN

En 1990, el parque de líneas analógicas o mixtas superaba los 9,3 millones de líneas, estando la digitalización de la red por debajo del 30 %. Los tipos de central más frecuentes eran el PC-1000, el ARF y el PC-32. Se estudió la viabilidad de modernización de estos tres sistemas, pero solo se modernizaron los dos primeros.



Fuente: datos elaborados con los informes anuales de Telefonica

En 1994, la mitad de la planta del servicio de telefonía básico era analógica. A partir de ese año se produjo un despegue en la digitalización que se complementó con la modernización, llegando a disponer en cuatro años de una red básica funcionalmente digital (Telefónica 2016).

3. FUNCIONALIDADADES DEL MORE

El MORE estaba previsto, inicialmente, para resolver la ampliación del plan de numeración a 9 cifras. Por ese motivo, la primera fase iniciada en 1990 abordó la sustitución del Registrador Electrónico, que era el órgano encargado del establecimiento de llamadas. El control de la llamada incluía la señalización de línea de abonado, el encaminamiento hacia su destino (traductor) y la señalización de red (Socotel) para conectar con el número llamado.

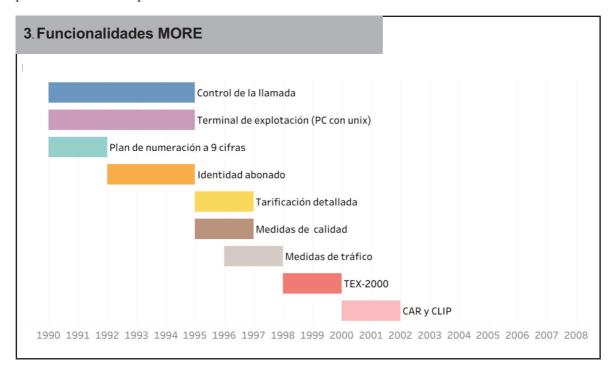




Todas estas funciones se resolvían por SW con la modernización y el número de cifras de la numeración era solo una cuestión de configuración.

En esta primera modernización se incluyó un **terminal de explotación** implementado sobre un PC con el sistema operativo UNIX. Recubría los comandos Hombre-Máquina con interfaces gráficas, lo que hacía que el mantenimiento fuera muy fácil y productivo.

El **Registrador Electrónico** era un elemento compartido por varios abonados, por ese motivo el Registrador modernizado en la primera fase desconocía quien había originado la llamada. En 1992, se desarrolló la identificación del abonado llamante, que tuvo gran importancia para los desarrollos posteriores.



En 1995, Telefónica se comprometió a proporcionar la tarificación detallada a todos sus clientes y desde el MORE se pudo desarrollar esta funcionalidad porque existía ya la identificación del abonado llamante. Para tarificar se tuvieron que supervisar los enlaces de salida a fin de establecer la duración de las llamadas.

En 1997, estuvo esta funcionalidad implantada en el sistema MORE.

En paralelo a la tarificación detallada, se desarrollaron las **medidas de calidad** y un año después las **medidas de tráfico**.

En el año 1998, se desarrolló el TEX-2000, que era una versión avanzada del terminal de explotación que permitía realizar un mantenimiento remoto.

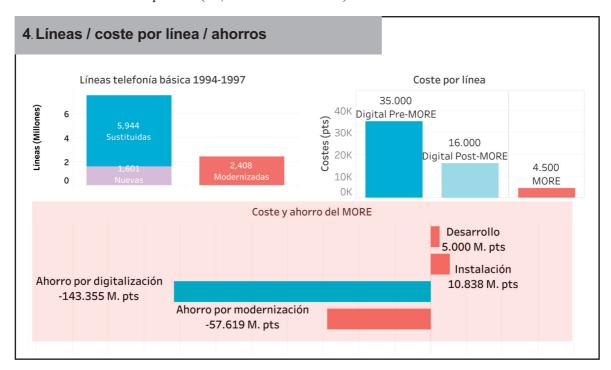
La experiencia del TEX-2000 sirvió de base para el desarrollo del sistema de mantenimiento remoto Omega para todas las centrales.

Durante el periodo 2000-2002, se desarrollaron los servicios **CAR** (contestador en red) y **CLIP** (identificación del llamante).

4. COSTE Y AHORRO DEL MORE 1994-1997

Como se ha comentado anteriormente, el Registrador Electrónico era compartido por varias líneas de abonado. Al modernizar este elemento común, el HW necesario era menor que en las centrales digitales y, por tanto, era más económico.

El **coste por línea de abonado en el MORE** era de 4.500 pesetas (27 euros), mientras que el de una línea digital antes de la implantación del MORE costaba 35.000 pesetas (210 euros). Cuando el MORE fue una alternativa a la digitalización, el precio de la línea digital bajó a 16.000 pts (96 euros). Teniendo en cuenta que el desarrollo del MORE supuso 5.000 millones de pesetas (30 millones de euros) y que se modernizaron 2,4 millones de líneas, el coste total del MORE fue de 15.838 millones de pesetas (95,2 millones de euros).



Por tanto, el ahorro en la digitalización del periodo 1994-1997 por la bajada de precios de las líneas digitales supuso 143.355 millones de pts. (861,6 millones de euros) y el ahorro por modernizar en vez de sustituir se elevó a 57.619 millones de pts. (346,3 millones de euros), siendo el ahorro total de 200.974 millones de pts. (1.207,9 millones de euros).

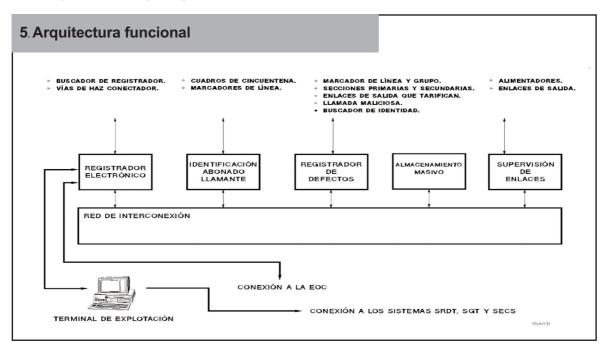
5. EL SISTEMA MORE

El sistema tenía un diseño modular, distribuido y abierto para poder adaptarse a nuevos requerimientos funcionales. Estaba dotado de grandes capacidades de configuración, lo que permitió afrontar la heterogeneidad de la planta analógica. Era un sistema tolerante a fallos con elementos redundantes y con un diseño HW con ventilación natural.





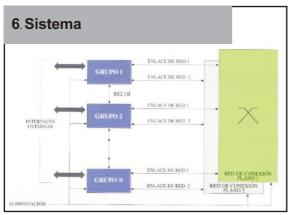
Paradójicamente, el MORE que se diseñó en los años 90 fue más "moderno" que las centrales digitales de su época que se habían diseñado en los años 80.

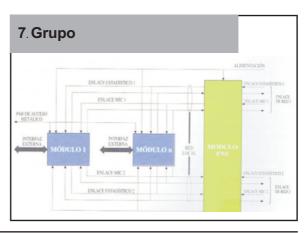


La arquitectura funcional abordaba cada una de las partes modernizadas: el Registrador Electrónico, la identificación del abonado llamante, el registrador de defectos y la supervisión de enlaces (Pozas, J. A. et al., 1994).

Todos estos elementos funcionales eran supervisados por un terminal de explotación que servía tanto para mantenimiento del equipo como para la conexión con los sistemas de tarificación detallada, medidas de calidad y de tráfico.

6. EL HARDWARE









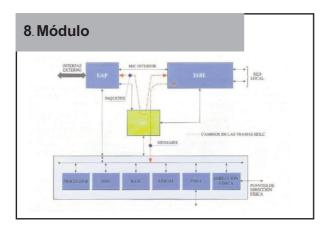
El MORE combinaba la arquitectura de los sistemas de telecomunicaciones de los años 90 con unas **interfaces específicas** para interactuar con la parte electromecánica de las centrales. La unidad básica de HW era el Módulo; fisicamente era una placa que realizaba una función concreta. Había módulos de sistema (FNS y MRI) y módulos de control de periféricos (MCP) especializados funcionalmente (SRE, CHC, IDA, SEA).

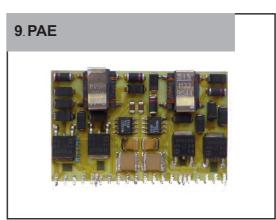
Un grupo estaba formado por un módulo FNS y varios módulos MCP conectados por una red local. Los grupos se conectaban entre ellos por una red de conexión formada por módulos MRI. Con esta estructura había una **conectividad total** entre todos los módulos.

La estructura interna de un módulo tenía una parte común formada por el procesador, la memoria RAM, la EPROM, la memoria de comunicaciones y el IARL (un circuito integrado de comunicaciones). Los módulos FNS incluían un disco duro y los módulos MCP, las interfaces electromecánicas.

Para interactuar con las interfaces electromecánicas se diseñó el híbrido PAE, que contenía dos puntos de actuación y exploración. Estos híbridos iban insertados en los módulos MCP según su funcionalidad.

Todo el HW (Circuitos integrados específicos, circuitos impresos, circuitos híbridos de alimentación y control) fueron diseñados y desarrollados por T I+D.





7. EL SOFTWARE

La **arquitectura software** tenía un diseño abierto, con una fuerte componente de configuración. El sistema operativo abstraía el HW a la capa superior del SW de aplicación, mostrando una máquina virtual tolerante a fallos.

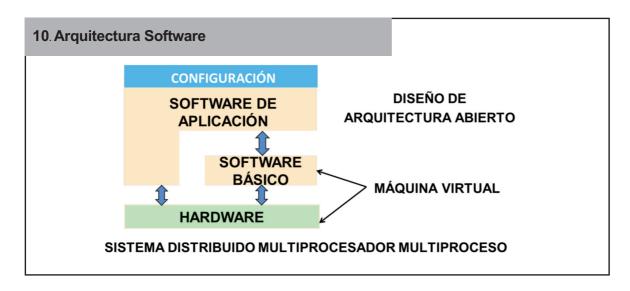
La especificación de requisitos realizada por el Departamento de Tecnología describía minuciosamente todos los pasos del control de la llamada y cómo guiarlos por medio de tablas de configuración. Estas ideas se recogieron fielmente en el desarrollo, implementando el control de la llamada como una máquina de estados gobernada por unas tablas de configuración externas. También se diseñó el lenguaje **LIMPAES** para programar la actuación y exploración de los relés.

La capa de configuración fue una parte determinante para el despliegue del MORE con éxito. En la planta analógica existían variaciones que pudieron ser ajustadas mediante particularizaciones puntuales.



59



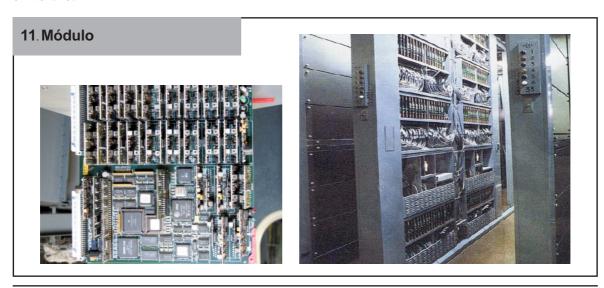


Al igual que en el HW, todos los componentes SW, incluido el sistema operativo, fueron diseñados y desarrollados en Telefónica I+D.

Muchos de los componentes del SW de aplicación están recogidos en un trabajo fin de carrera (Mayor, P., 2016) la última jefa de proyecto del MORE en Telefónica I+D.

8 LA INSTALACIÓN

El MORE se instalaba en los bastidores que dejaban libres los elementos sustituidos. La distribución de los distintos módulos en los grupos se realizaba automáticamente mediante una herramienta de instalación llamada INSMORE. Estaba diseñado para ventilación natural no siendo necesaria la refrigeración de la sala, a pesar de que las centrales podían alcanzar altas temperaturas en verano.

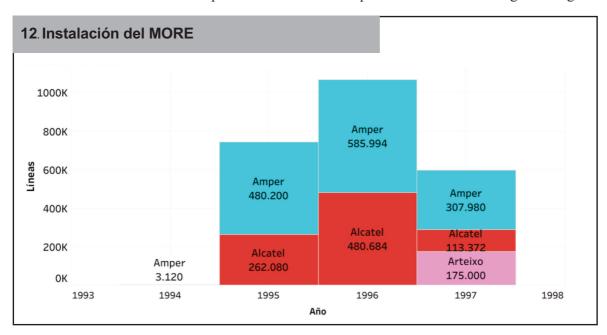




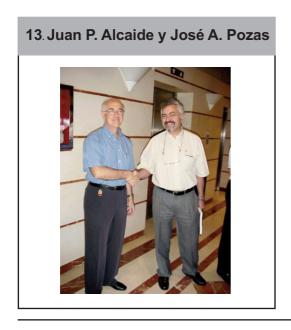




La instalación la realizaron tres empresas AMPER, ALCATEL y ARTEIXO. El despliegue se realizó prácticamente en tres años. AMPER participó desde el inicio en el desarrollo para facilitar la transferencia tecnológica necesaria en la instalación. En 1996 se instalaron más de un millón de líneas. Según datos recogidos en la última acta del Departamento de Ingeniería, la distribución de centrales instaladas por cada una de estas empresas se muestra en la siguiente figura.



9 LAS PERSONAS







15. Las mujeres de Software



16. Equipo MORE



Las personas que participaron en el proyecto MORE lo hicieron con mucha **profesionalidad y entusiasmo**. Fue un equipo multidisciplinar que aunó el conocimiento de las centrales analógicas, la tecnología punta en comunicaciones digitales y la experiencia del mantenimiento de la planta. Algunos estaban cerca de la jubilación y para otros era su primer trabajo, todos aprendieron de todos. El buen entendimiento entre el equipo de Benigno Vega, Jesús Noblejas y Juan Pedro Alcaide, en Tecnología, y del equipo de José Antonio Pozas en Telefónica I+D dio rápidamente sus frutos. Ese ambiente integrador facilitó la trasferencia tecnológica al CNSO y a los instaladores.

Cabe resaltar un hecho insólito en los años 90 y más aún en la actualidad: la mitad de equipo del SW de aplicación fueron **mujeres**. En estos momentos en que la presencia de las mujeres en tecnología no solo no crece, sino en algunas áreas decrece, el MORE es un ejemplo de lo bien que funcionan los equipos mixtos.

En **resumen**, el MORE fue una **solución a la obsolescencia temprana** de la planta de conmutación; fue un ejemplo de cómo el I+D de Telefónica y la industria española **podían competir** con las multinacionales de las telecomunicaciones; fue una **palanca estratégica** de negociación que facilitó la digitalización de la red y la experiencia de su explotación **ayudó a automatizar** el mantenimiento de otros sistemas digitales (OMEGA)

BIBLIOGRAFÍA.

Calvo, Á., 2010. Historia de Telefónica : 1976-2000 Las telecomunicaciones en la España democrática, Fundación Telefónica.

Infante, J., 2002. El desarrollo de la Red Pública de datos en España (1971-1991): un caso de avance tecnológico en condiciones adversas. BIT Digital, 136, pp.1–20.

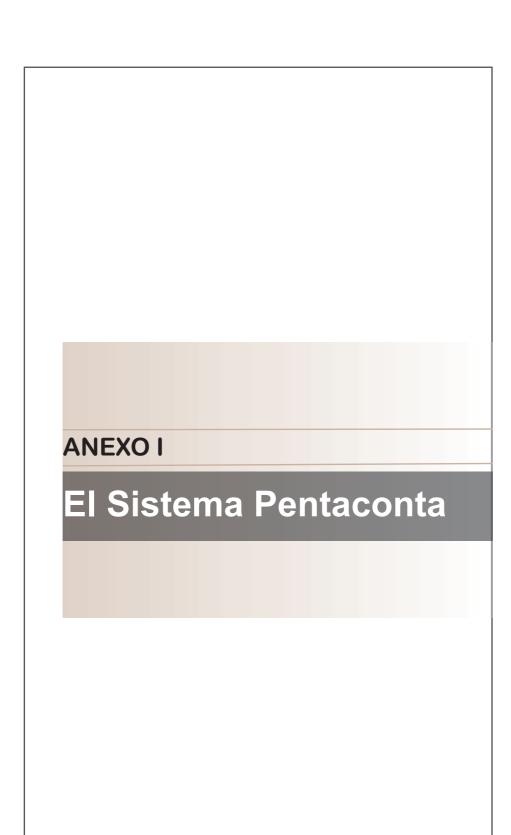
Mayor, P., 2016. Proyecto final de carrera "Aportaciones al sistema MORE." Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona.

Pozas, J.A. et al., 1994. Monográfico MORE, Madrid: Telefónica I+D.



Ruiz, V.G., 2014. Proyecto final de carrera: "Infraestructuras y Servicios de Telefónica. Implementación oficina móvil bajo el servicio VPNIP." Universidad Politécnica de Madrid. Telefónica, 2016. Informes anuales de Telefónica. Available at: https://www.telefonica.com/es/web/about_telefonica/publicaciones/historico-de-informes-anuales/2016.









Extracto del libro "El Sistema Pentaconta", de Standard Electrica (1970)

1. Introducción

Los selectores utilizados en la mayoría de los sistemas telefónicos automáticos están provistos de escobillas móviles que, para establecer una comunicación, se desplazan sobre su "campo de contactos", deslizando sobre los contactos de las posiciones que deben recorrer para localizar los que deben ser conectados.

El movimiento de las escobillas se efectúa, bien directamente con un motor individual (tal como un arrastre de rochete y trinquete maniobrado por un electroimán), bien por acoplamiento a un eje de transmisión, en rotación continua por medio de un embrague de mando electromagnético. Los movimientos son de amplitud relativamente grande, las potencias desarrolladas son de varias decenas de vatios, los esfuerzos de rozamiento y de inercia al comienzo del movimiento y en la detención no son despreciables.

En el **Sistema Pentaconta**, al contrario, los selectores no están provistos de contactos deslizantes; todas las conexiones se establecen por presión de resortes de contacto análogos a los de los relés, para lo que no se necesita más que un desplazamiento inferior al milímetro.

Las ventajas de una disposición semejante son múltiples:

- a. La pequeñez de los desplazamientos, la ausencia de rozamiento y las reducidas potencias desarrolladas permiten eliminar prácticamente el desgaste de los órganos y los desajustes, ocasionando así una reducción importante de los gastos de mantenimiento.
- **b.** Para establecer una conexión no se precisa más que el breve tiempo necesario para la excitación de los electroimanes de las coordenadas horizontal y vertical que definen el punto de conexión. El ahorro

de tiempo que se obtiene, en relación a la duración de funcionamiento de los selectores de contacto móviles, es muy apreciable en el caso en el que el número de selectores afectados por una comunicación es grande; la reducción del tiempo de inmovilización de los circuitos de gobierno durante la selección, permite un aumento notable de su rendimiento y, como consecuencia, una economía sustancial.

c. Los selectores Pentaconta están provistos de contactos de metal precioso, con lo que se obtienen unas características eléctricas de calidad muy superior a las de los metales empleados en los selectores de escobillas móviles, que deben resistir el desgaste por rozamiento y deslizamiento.

Esta calidad del contacto, junto a la supresión casi total de las vibraciones mecánicas, reduce el nivel de ruido de los contactos a un valor muy bajo, lo que es especialmente importante cuando las comunicaciones precisan, para su establecimiento, un elevado número de etapas de selección.

El **principio fundamental** de los conmutadores de barras cruzadas o *crossbar*, a los que pertenece el multisector Pentaconta, no es nuevo, pues la primera patente sobre este asunto fue concedida en 1915. Las primeras aplicaciones de este tipo de conmutador se basaban en un aparato con 10 entradas y 10 salidas, empleado simplemente como un conmutador de dos movimientos que no permitía más que el establecimiento de una comunicación, lo que era poco económico, tanto en contactos como en elementos de mando. Posteriormente, esta idea fue perfeccionada al añadirle circuitos de gobierno, lo que permitió establecer, uno tras otro, tantos puntos de conexión como líneas entrantes (selectores) tenía el conmutador.

Los estudios efectuados desde 1958 han demostrado que los conmutadores *crossbar* utilizados hasta entonces, y que tenían un campo de selección poco extenso (lo que exigía generalmente la asociación en serie de dos conmutadores para constituir una etapa de selección), podían ser reemplazados ventajosamente por aparatos de capacidad acrecentada si se conseguía, por una simplificación de la fabricación y un empleo juiciosamente limitado de los metales preciosos de contacto, obtener un "punto de cruce" poco costoso. La capacidad de 50 líneas de salida fue determinada como la que conciliaba lo mejor posible, un razonable precio del conmutador con una gran amplitud del campo de selección.

Es esta **capacidad de 50 líneas** la que ha proporcionado al sistema que emplea este tipo de conmutador el nombre de "Pentaconta", inspirado en la palabra griega que significa "cincuenta".

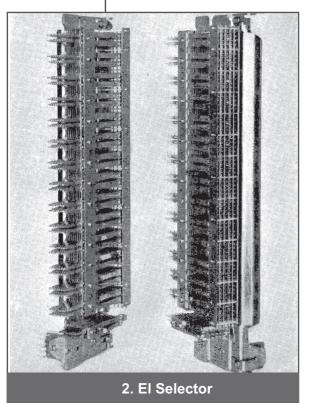
Los selectores "Pentaconta" se agrupan formando los "multiselectores", que constan asimismo, de los órganos de selección asociados al grupo (barras horizontales).

Según el **número de selectores**, el número de los órganos de selección (que define el número de líneas salientes) y el número de hilos por línea, se pueden realizar multisectores de capacidades diversas. La descripción que sigue se refiere al multiselector de 22 selectores y 14 barras horizontales, empleado en los equipos de Sistema Pentaconta 1.000.

2. Descripción del multiselector de 22 selectores y 14 barras horizontales

Este **multiselector** (fig. 1) consta, ensamblados en un cuadro soporte, de los siguientes elementos:

- Selectores verticales, en número máximo de 22, correspondiendo cada uno a una línea entrante
- Catorce barras horizontales que designan la línea saliente, a conectar a la línea entrante
 - Relés auxiliares
- Regletas laterales de terminales que permiten la conexión, en la instalación, del multiselector enteramente cableado en fábrica, a otros órganos de la central.



2.1. El Selector

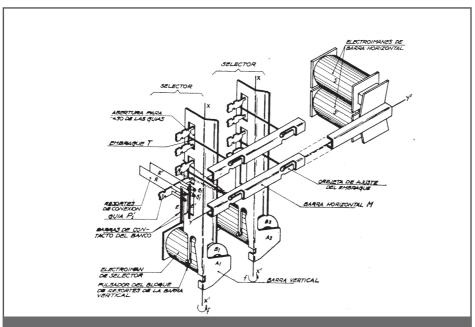
El selector (fig. 2) es una especie de relé con 28 bloques iguales de resortes de contacto, pero cuya armadura solo actúa sobre aquel que ha sido previamente seleccionado por una barra horizontal.

Cada uno de estos bloques está formado por 8-10 (según el tipo) contactos de trabajo (cierre).

Las partes fijas de estos contactos, constituidas por varillas metálicas, están situadas frente a las láminas móviles a lo largo de los diversos bloques de resortes (formando el llamado "banco de contactos"), de tal forma que por construcción constituyen un multiplaje vertical.

Las láminas móviles están constituidas por resortes superpuestos acoplados a una guía de material aislante (poliamida) que permite maniobrarlos. La pieza que gobierna el desplazamiento de los contactos móviles o "barra vertical" se desliza en la proximidad de las guías, pero no puede arrastrarlas directamente, pues tiene frente a cada pareja, una abertura rectangular por la que pasan las extremidades de ambas cuando la barra se desplaza.

Para actuar un bloque de resortes es necesario interponer, entre su guía y la barra vertical, una pieza denominada "embrague", que constituyendo un puente sobre la abertura rectangular, al ser desplazada por la barra vertical, arrastra consigo a la guía móvil



3. Principios de funcionamiento de un multiselector

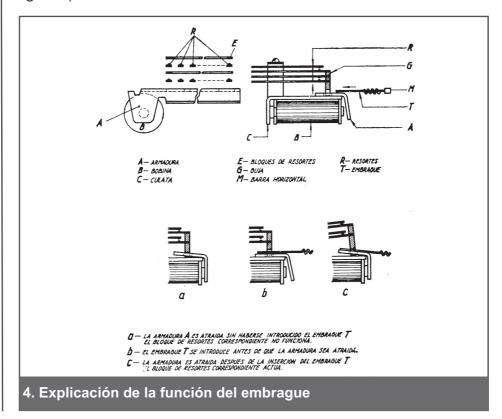
La figura 3 muestra un dibujo simplificado de los elementos que constituyen el multiselector. Su **funcionamiento** es como sigue: las barras horizontales o barras de selección M pueden girar un pequeño ángulo alrededor del eje Y-Y' gobernadas por los dos electros de selección S y S' asociados a cada barra. Unidos a cada barra hay una serie de embragues flexibles T (tantos como selectores verticales tenga el multiselector) que seguirán el movimiento de la barra.

Actuando el electro superior, la barra se mueve de tal forma que los **embragues** giran hacia abajo (posición baja de los embragues y de la barra) y actuando el electro inferior, los embragues girarán hacia arriba (posición alta). Si no se actúa ninguno de los dos electros, la barra no gira y los embragues quedan horizontales (posición media o de reposo).

Por otra parte, se tienen los **selectores verticales** (dibujados dos de ellos parcialmente) gobernados por los electros B_1 y B_2 , respectivamente, los cuales al actuarse hacen girar a las armaduras móviles A_1 y

 A_2 alrededor del eje XX' y en el sentido de la flecha f. Si el embrague T está en una de las posiciones alta o baja, el movimiento de la armadura arrastra a las guías móviles P_1 y P'_1 , respectivamente, por haber quedado apresado el embrague entre la armadura del selector y un saliente de la guía dispuesto para tal efecto Este movimiento de arrastre de la guía lleva consigo el de los resortes de conexión R y R' solidarios a ella (dibujados dos solamente). Cada resorte lleva en su extremo dos contactos de metal precioso G_1 y G'. Frente a estos contactos se encuentran las varillas verticales E y E' prolongadas a lo largo del selector, las cuales llevan una cinta de metal precioso soldada a la cara situada frente a los contactos. La conexión eléctrica se establece entre estas varillas y los contactos solidarios a las láminas móviles que hayan sido desplazadas por la armadura (barra vertical).

Si el embrague T está en la posición media, es decir, la barra horizontal a que pertenece está en reposo, al mover la armadura, esta arrastra libremente el embrague por entre las dos guías a las que puede tener acceso y éstas permanecerán en reposo sin estorbar el giro de la armadura debido a las aberturas rectangulares que para ello se le han practicado (para mayor claridad del papel que realiza el embrague, ver figura 4).



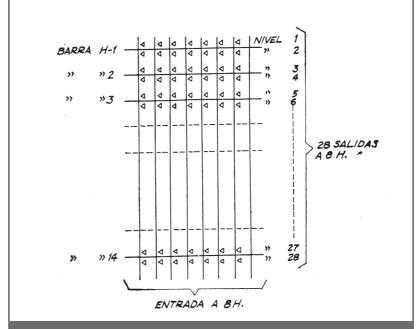
Si una vez girada la barra de selección y establecida la correspondiente conexión deja de pasar corriente por el electro S o S', la barra horizontal M recupera su posición media de reposo, pero el embrague T, dada su flexibilidad queda retenido entre la armadura y la guía. La barra horizontal puede girar de nuevo con los embragues restantes hacia arriba o hacia abajo y accionar otros bloques de resortes de otros selectores

La conexión se libera únicamente cuando se abre el circuito de la bobina B del selector y la armadura A vuelve el reposo, al igual que los resortes de contactos. El embrague T libre de la sujeción que le retenía vuelve a su posición media inicial por efecto de su elasticidad.

Cada selector tiene **28 bloques de resortes** situados uno encima de otro. Cada bloque tiene 8 o 10 resortes de contactos (dobles, como se ha visto) que enfrentan con las 8 o 10 barras verticales (figura 5). La

atracción de la armadura cierra todos los contactos del mismo bloque. Cada embrague controla el funcionamiento de dos bloques de resortes accionando uno u otro, según esté en la posición alta o baja.

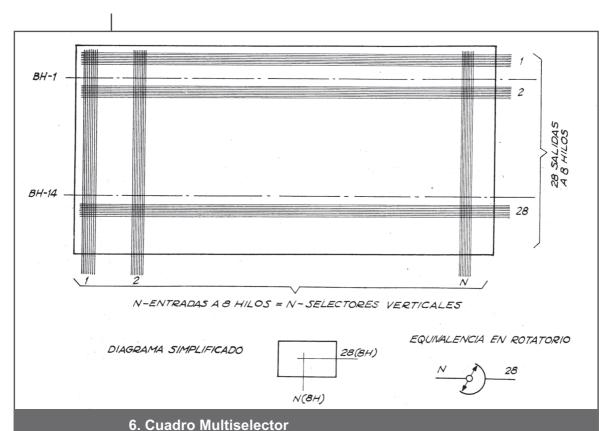
Por tanto, se precisan 14 barras horizontales para controlar los 28 bloques. Existen, pues, 28 niveles de salida en cada selector, multiplados con los correspondientes de los demás selectores del cuadro multiselector, es decir, los contactos número 1 de un mismo nivel de los distintos selectores del cuadro van unidos eléctricamente en-



5. Bloques de resortes del multiselector

tre sí y análogamente los restantes. Queda formado así el **múltiple horizontal** del cuadro.

En resumen, un **multiselector** está constituido por un número N de variable de entradas (tanta como selectores) a 8 o 10 hilos y 28 niveles de salida también a 8 o 10 hilos (fig. 6). Se puede, sin embargo, obtener mayor número de salidas mediante el desdobalmiento de niveles, que se verá más adelante.



2.1.1 Constitución del selector

En la figura 7 están representados los elementos constitutivos de un selector, que son:

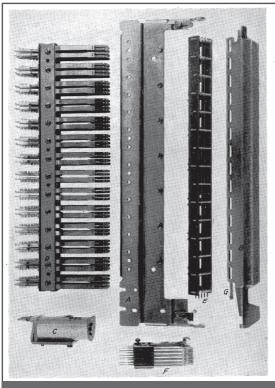
- -. La **platina soporte A** sobre la que se montan las restantes piezas que constituyen el selector y cuyos extremos superior e inferior sirven para fijarla a las placas del cuadro soporte.
- -. La **barra vertical B**, que pivota por sus dos extremos sobre las artistas de la platina soporte. Se mantiene en su posición mediante dos fiadores (visibles sobre la platina), uno de los cuales (fiador inferior) está combinado con el tope de reposo de la barra.

Obsérvense las 14 ventanas a través de cada una de las cuales pasan las dos guías de resortes gobernadas por un mismo embraque.

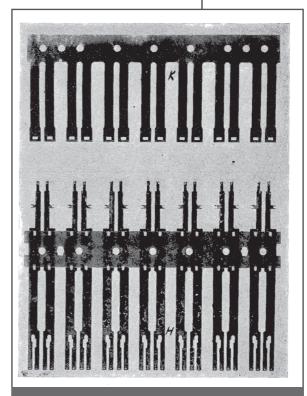
- -. El **electroimán**, cuya posición es regulable, lo que permite ajustas su entrehierro
- -. Los **bloques de resortes de conexión**, constituidos por la superposición de placas aislantes sobre las cuales se ensamblan los resortes de contacto.

Los resortes superpuestos (figura 8) son solidarios, en la proxi-

Historia de la Telefonía Rural







8. Resortes de contactos

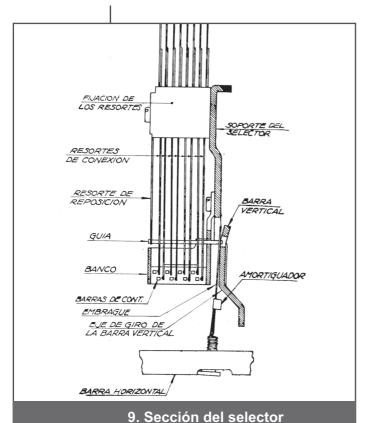
midad de los contactos, de una guía aislante. Estos resortes son arrastrados a su posición de reposo por un resorte de reposición K que corona el bloque de resortes; las funciones eléctrica y mecánica son realizadas pues separadamente, por elementos diferentes perfectamente adaptados a su misión única.

Los resortes de conexión están provistos de contactos dobles de metal precioso, elásticamente independientes, como es norma en todos los aparatos Pentaconta.

Los contactos cumplen las recomendaciones del CCITT para aumentar la seguridad de funcionamiento y evitar los ruidos en los circuitos de conversación; por esta razón, se ha prohibido prácticamente el empleo de ebonita, susceptible de alterar la superficie de los contactos a causa de sus emanaciones sulfurosas.

-. El banco de contactos E, que constituye la parte fija de los contactos de conexión, está constituido por barras metálicas de 1 mm cuadrado de sección aproximadamente. Cada barra de contactos se extiende sobre todos los resortes móviles correspondientes de los distintos niveles.

De esta forma, el multiplaje de los contactos fijos resulta de la



construcción misma del banco; las barras se mantienen en su posición por unos separadores de nylon a los que atraviesan por aberturas adecuadas. Su escalonamiento a tresbolillo permite reducir el tamaño del selector.

La figura 9, que es una sección transversal de un selector, muestra la disposición relativa del banco, de los resortes de conexión con una guía, de la barra vertical y del embrague.

-. El grupo auxiliar de resortes de barra vertical F es un bloque movible análogo al de un relé Pentaconta; está provisto, además, del resorte de reposición de barra; es maniobrado por la patilla G que se ve en la parte inferior de la barra vertical en la prolongación de la línea de las ventanas. La actuación de sus contactos indica el funcionamiento del selector.

2.2. Barras horizontales-Electroimanes y contacto

Las barras horizontales soportan y gobiernan los embragues.

Cada **embrague** (figura 9) está constituido por un hilo de acero inoxidable recto, terminado en una parte helicoidal cuyo objeto es:

- -. Permitir la fijación del embrague (por atornillado sobre el soporte roscado soldado a la barra)
- -. Proporcionar al embrague una flexibilidad tal que, cuando éste se encuentre en posición de trabajo, no impida las maniobras posteriores de la barra que le soporta

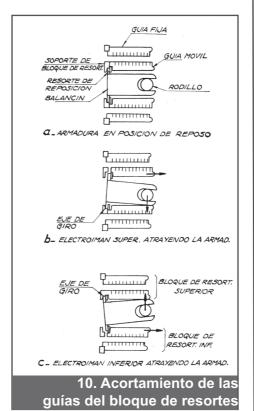
El embrague se complementa con un **amortiguador** que disminuye rápidamente las vibraciones causadas por los cambios de posición. Su empleo permite dos actuaciones consecutivas con un intervalo de unos 100 ms, garantizando la supresión de dobles conexiones que aparecerían si los embragues no estuvieran en posición correcta antes de cada actuación de un punto de cruce.

Para permitir ajustar la posición de los embragues, la barra está cortada por la zona de fijación de cada uno, como se ve en la figura 9. La patilla obtenida así, se deforma con objeto de situar correctamente el embrague a igual distancia de las dos guías que él manda, y con ligero

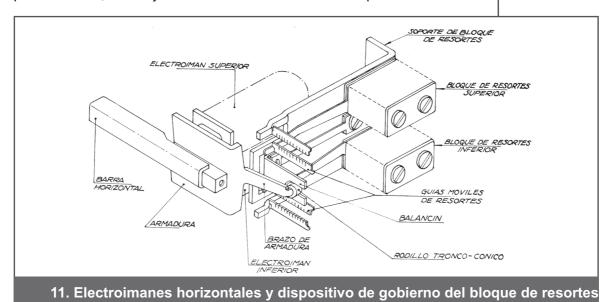
Historia de la Telefonía Rural

apoyo sobre la barra vertical para favorecer la amortiguación de las vibraciones. La barra horizontal puede girar un pequeño ángulo en un sentido o en el otro, según su eje longitudinal, entre dos tornillospivote, gobernada por dos electroimanes que actúan sobre una armadura de dos brazos, solidaria de la barra, permitiendo así orientar cada embrague hacia una u otra de las dos guías que están bajo su control.

Un **brazo solidario** de la armadura (figura 11) gobierna, por intermedio de un rodillo de arrastre tronco-cónico engarzado en la horquilla del balancín (figura 10) dos bloques auxiliares de resortes (uno para cada sentido de desplazamiento) que aseguran el control del movimiento de la barra y definen, además, su posición media de reposo. Los resortes de contacto de



las barras horizontales están colocados, como todos los demás, en un plano vertical, con objeto de evitar la acumulación de polvo.





2.3. Montaje del multiselector

El cuadro está provisto, en sus partes superior e inferior, de placas soporte con perforaciones roscadas dispuestas adecuadamente, sobre las cuales se montan los diversos elementos (selectores, grupos de electroimanes de las barras horizontales); la parte posterior del selector se introduce arriba y abajo en las entalladuras de guía que existen en ambas placas; la parte delantera tiene dos orejetas (inferior y superior) provistas cada una de un agujero por el cual pasa un tornillo de fijación (figura 7).

Se agregan, además, a los órganos precedentes los **relés** de gobierno y de unión a los órganos comunes.

Estos relés se montan en un soporte vertical (eventualmente dos), que se sitúa en el extremo del cuadro y que se monta en la misma forma que un selector

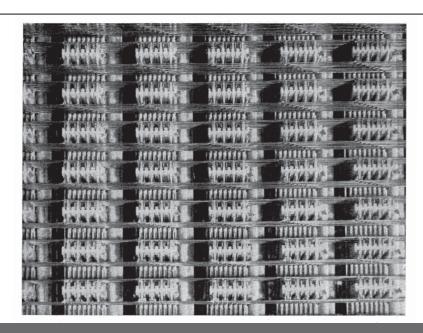
En los extremos del cuadro se montan **regletas de terminales** (visibles en las figuras 1 y 12) para la conexión por cable con los otros elementos de la instalación de la que forma parte.

El cuadro está cerrado por las partes anterior y posterior mediante cubiertas de chapa de acero, que sirven de protección mecánica y evitan la entrada de polvo.

La cubierta delantera está formada por una parte central que cubre los aparatos y por dos alas laterales, que se abren por giro, permitiendo el acceso a los terminales de las regletas sin necesidad de quitar toda la cubierta.

2.4 Multiplaje y alambrado 2.4.1 Multiplaje

Se ha visto que el multiplaje vertical del selector se realiza por construcción. Para conseguir un multiplaje horizontal simple, los extremos de conexión de los resortes van provistos de orejetas con una entalladura, estando escalonada la posición de la orejeta en los diversos resortes superpuestos de un bloque de resortes; un hilo desnudo se coloca y suelda en las entalladuras de los resortes que ocupan la misma posición en los bloques de los diversos selectores, entalladuras que por tanto estarán alienadas. Se ven en la figura 13 las **filas de hilos desnudos que constituyen los multiplajes**. El multiplaje puede realizarse con todos los selectores del cuadro o estar dividido en varias secciones.



13. Multiplaje horizontal

2.4.2 Alambrado

El alambrado interno, que conecta eléctricamente entre sí a los diversos elementos del multiselector se realiza totalmente en fábrica (figura 12), de manera que el montaje sobre los bastidores y la conexión a los otros cuadros, se hace en la instalación, incluso sin tener que retirar las cubiertas de los multiselectores

2.5 Ajustes

El ajuste de los selectores se efectúa antes de su montaje en el cuadro y consiste en

-. Asegurarse del **paralelismo de la barra vertical y del banco** (retoque eventual actuando sobre la orejeta soporte de la barra del lado opuesto del electroimán, es decir, sobre la orejeta superior)



77

- -. Ajustar la **posición de reposo de la barra** actuando sobre el tope posterior.
- -. Ajustar el **entrehierro** por desplazamiento del electroimán y la culata.
- -. Asegurarse de que todos los **contactos de conexión** se cierran entre dos límites dados del entrehierro (retoque eventual de algunos resortes que estén fuera de estos límites).
- -. Ajustar por deformación la **orejeta de la barra** que gobierna el grupo auxiliar de resortes de barra vertical (habiendo sido ajustado previamente el grupo de resortes, antes del montaje, como un bloque de resortes de relés).

Las barras horizontales se ajustan después de su montaje sobre el multiselector. El grupo de resortes auxiliares de cada barra ha sido ajustado antes del montaje, como un bloque normal del relé.

El ajuste de las barras comprende:

- -. El ajuste de la **posición y del juego longitudinal de la barra**, por medio de los tornillos-pivote.
- -. La **verificación del entrehierro** medio entre los polos de los dos electroimanes y la armadura de la barra (ajuste eventual por deformación de la orejeta que soporta el tornillo pivote del lado de los electroimanes).
- -. El ajuste del **juego entre el tronco de cono y la horquilla** del balancín, por deformación del brazo que soporta el tronco de cono.
- -. El ajuste individual de la **posición de los embragues**, por deformación de la orejeta que soporta cada uno de ellos.

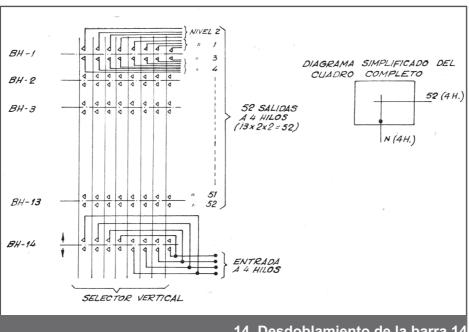
Para realizar estas operaciones se deben seguir las normas dadas en el documento "Especificación de ajuste del multiselector Pentaconta" y emplear las herramientas especialmente diseñadas para ello.

El multiselector equipado sufre al fin un ensayo de funcionamiento repetido, con verificación eléctrica de todos los contactos de conexión.

3. Desdoblamiento de niveles

La expansión que se consigue con un cuadro de N selectores y 28 niveles a 8 o 10 hilos es de N/28. Se puede obtener una mayor expansión **aumentando el número de niveles de salida** a costa de emplear una o más barras horizontales para desdoblamiento de niveles (barras de desdoblamiento). En este caso, las entradas no se toman de los hilos verticales de los selectores sino de los contactos de las barras de desdoblamiento en la forma que se explica seguidamente.

(En realidad, habrá expansión cuando la entrada al multiselector se realice por los selectores. En la práctica, cuando se precisa una concentración se emplea el multiselector entrado por niveles horizontales).



14. Desdoblamiento de la barra 14

3.1 Desdoblamiento de la barra 14

En este caso (figura 14), se utilizan las 13 primeras barras horizontales como barras de selección y la barra 14 como barra de desdoblamiento. La comunicación es a cuatro hilos (empleando selectores de ocho hilos). De los ocho contactos de cada bloque de resortes, los cuatro de la izquierda forman otra. Análogamente, se obtienen los niveles de las restantes barras de selección.

Los cuatro hilos de entrada van conectados, por un lado, a los cuatro contactos de la izquierda del bloque superior de la barra de desdoblamiento, y por otro lado, multiplados con los anteriores, a los cuatro contactos de la derecha del bloque inferior.

Para hacer la selección de un nivel cualquiera es necesario ahora actuar una de las barras de selección y la barra de desdoblamiento. Como ésta tiene dos posiciones de trabajo, alta y baja, al actuarse se seleccionan para comunicación los cuatro hilos de la izquierda o los de la derecha.

Al accionarse también una barra de selección se elige entre los dos bloques de resortes que gobierna. De esta forma se selecciona uno de los cuatro niveles que se tienen con esta disposición por cada barra de selección.

Por ejemplo, y de acuerdo con la misma figura 14, la selección de los cuatro niveles a que da lugar la barra BH-1 se hará de la siguiente forma.

Nivel	Posición de la barra de desdoblamiento	Posición de la barra de selección		
1	baja	alta		
2	alta	alta		
3	baja	baja		
4	alta	baja		

Obsérvese que las posiciones alta y baja de las barras corresponde, respectivamente, a la actuación de los electros inferior y superior, puesto que, al girar la barra horizontal atraída por un electro, los embragues se dirigen a la posición contraria a la situación de este electro.

Como hay 13 barras de selección, cada una de las cuales tiene dos posiciones y cada una de éstas se desdobla en dos por la barra 14, el número total de niveles de salida que se obtiene por cuatro hilos es:

y la expansión que se consigue se N/52. Esta disposición es muy utilizada en el sistema Pentaconta 1000 A, ya que es un sistema de conmutación a cuatro hilos (a, b, c, t).

3.2 Desdoblamiento de más de una barra

Para conseguir una expansión mayor se utiliza más de una barra de desdoblamiento, estableciéndose la comunicación con menor número de hilos.

El **sistema Pentaconta 1000 B-1** utiliza barra y media de desdoblamiento (barra 14 y posición inferior de la barra 13). La comunicación es a tres hilos, debiendo emplearse entonces selectores de nueve hilos (en la práctica se emplea el selector de 10 hilos utilizando solamente nueve).

El diagrama de conexiones se da en la figura 15, donde se advierten tres niveles por cada una de las posiciones de las 12 barras de selección. Hay, además, dos niveles adicionales en la parte de la barra 13 utilizada para selección (posición alta). El número total de niveles será:

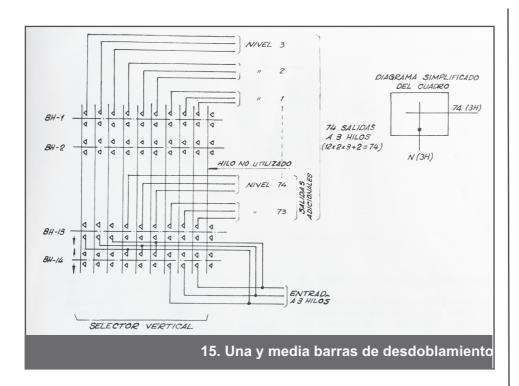
12x2x3+2=74

y la expansión conseguida en este caso, N/74.

Con cada posición de una barra de selección se eligen tres de los seis niveles que de ella se pueden obtener. Estos niveles, de la izquierda, central y de la derecha, se obtienen respectivamente con la posición baja de BH-13 (BH-14 en reposo), posición alta de BH-14 (BH-13 en reposo) y posición baja de BH-14 (BH-13 en reposo).

Para lograr una conexión han de actuarse igual que en el caso

Historia de la Telefonía Rural



anterior una de las barras de selección y una de las barras de desdoblamiento. Las dos salidas adicionales se obtienen con posición alta de BH-13 que ahora actúa como barra de selección, y cada una de las dos posiciones de BH-14, que continúa actuando como barra de desdoblamiento.

3.3 Múltiple horizontal partido

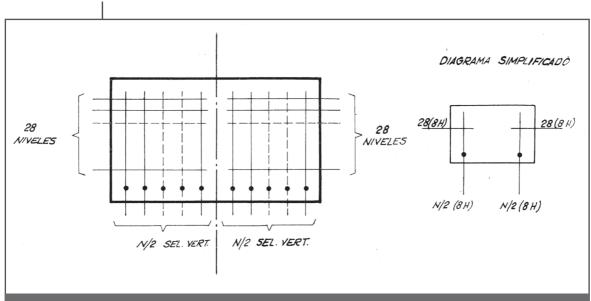
Consiste en dividir en dos partes el múltiple horizontal que une los resortes correspondientes de cada selector en cada uno de los niveles, lo cual equivale a **disponer en un mismo cuadro dos multiselectores** con la mitad del total de selectores cada uno (figura 16).

Conviene advertir que las barras horizontales son comunes a ambos semicuadros. Esta disposición es utilizada, por ejemplo, en los Buscadores de Registrador (Unidad de Control).

La figura 17 representa una variante de esta disposición en donde se han **multiplado los selectores de uno y otro grupo**. De esta forma se consigue una mayor concentración (se entra por niveles horizontales) sin necesidad de recurrir al desdoblamiento de niveles, lo que nos reduciría el número de hilos de cada nivel.

En uno y otro caso, el número de niveles de salida (a 8 o 10 hilos) será de 28 por cada semisección, lo que da un total de 56; el de entradas es N en un caso y de N/2 en el otro. Por lo tanto, las concentraciones que se obtienen son, respectivamente, N/56 y N/112.





16. Multiple horizontal partido

4. Resumen de las posibilidades más frecuente del multiselector

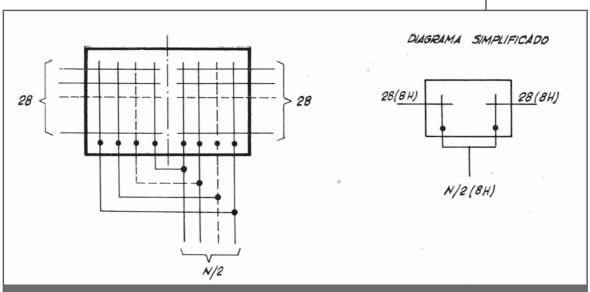
a) Con selectores de 8 hilos

Nº de	Nº de	Nº de	Nº de
barras	barras de	niveles	hilos por
horizontales	desdoblamiento	obtenidos	nivel
14	0	14x2=28	8
14	1	13x2x2=52	4
14	2	12x2x4=96	2

b) Con selectores de 10 hilos

Nº de barras horizontales	Nº de barras de desdoblamiento	Nº de niveles obtenidos	Nº de hilos por nivel
14	0	14x2=28	10
14	1	13x2x2=52	5
14	1,5	12x2x3+2=74	3
14	2,5	11x2x5+4=114	2

Historia de la Telefonía Rural



17. Múltiple horizontal partido selectores en paralelo

5. Dimensiones y capacidad de los cuadros

En el sistema Pentaconta, a diferencia de otros sistemas telefónicos de barras cruzadas, se montan dentro de los cuadros, además del multiselector propiamente dicho, los relés necesarios para el control de su funcionamiento.

Las **dimensiones** normalizadas de estos cuadros son las siguientes:

- -. **Anchura**: 1.000 mm. Para el llamado cuadro estrecho. 1.290 mm. Para el llamado cuadro ancho.
- -. **Altura**: 390 mm. Para ambos tipos de cuadro. Excepcionalmente, se utilizan también cuadros de 235 mm. de altura, en las dos anchuras.
 - -. Profundidad: 200 mm. para ambos tipos (sin cubiertas).

6. Diversos tipos de multiselectores

Aparte del número diferente de niveles horizontales que se pueden obtener de un multiselector (dependiendo del número de barras de desdoblamiento que se utilicen), los cuadros multiselectores pueden equiparse de diferentes maneras, según interesen más o menos selectores, más o menos hilos de conmutación en cada selector y más o menos relés auxiliares dentro del mismo cuadro.

Así, si se quieren tener 8 hilos de conmutación, el número máximo de selectores (solo 2 soportes de relés auxiliares) es:



-. Cuadro ancho: 22 selectores-. Cuadro estrecho: 14 selectores

Si el número de hilos de conmutación es 10, el número de selectores será (con dos soportes de relés)

-. Cuadro ancho: 10 selectores-. Cuadro estrecho: 12 selectores

Si se necesita equiparar más soportes de relés, se reduce el número de selectores y de hilos de conmutación en cada uno. Por ejemplo, un cuadro ancho puede llevar 6 soportes de relés y 16 selectores a 8 hilos.

7. Resultados

7.1 Desgaste

En el multiselector Pentaconta, los desplazamientos y los esfuerzos desarrollados son pequeños, y estos aparatos resisten perfectamente bien el uso y conservan **durante mucho tiempo** condiciones satisfactorias de funcionamiento.

Durante la vida útil de una central telefónica, el número de actuaciones que hay que asegurar es, generalmente, inferior a:

- 1,3 millones por selector.
- 2,2millones por barra horizontal (selección).
- 29 millones para la barra horizontal de desdoblamiento (barra nº14).

Solamente algunos multiselectores empleados para funciones especiales sobrepasan estos valores.

Los ensayos efectuados en los multiselectores han mostrado que el **número de operaciones de funcionamiento** susceptible de alcanzarse sin desgaste apreciable es superior a :

- 10 millones para un selector
- 40 millones para una barra horizontal

Por consiguiente, durante toda la vida de la central, no necesitan reponerse los aparatos y se puede confiar en que los reajustes necesarios serán muy excepcionales. Lo que supone una gran ventaja desde el punto de vista de la conservación del equipo.

7.2 Calidad de los contactos

El ruido provocado en los circuitos de conversación por la actuación de selectores vecinos y debido a la imperfección de los contactos (ruidos de conmutación), ha sido medido: la tensión psofométrica del ruido se sitúa en un nivel inferior a -12 nepers (105 decibelios), lo que

demuestra la excelente calidad de los contactos. Además, es norma del Sistema Pentaconta que los puntos de cruce del multiselector no corten circuitos inductivos, con lo que los contactos de conexión de los selectores están libres de una erosión de origen eléctrico.

7.3 Diafonía

Se puede presentar la duda de si la disposición de los resortes de contacto en bloques próximos, por un lado, y el multiplaje de hilos paralelos, por otro, no introducirán una diafonía apreciable entre los circuitos de conversación; las medidas efectuadas a este efecto han demostrado que la **atenuación diafónica** entre dos circuitos de conversación es siempre superior a 12 nepers (105 decibelios), valor que garantiza una perfecta independencia de las conversaciones.

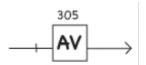
8. Conclusiones

El multiselector Pentaconta se revela pues como un órgano de conmutación de poco tamaño, robusto, sin desgaste ni desajustes y cuyos gastos de conservación son muy reducidos Permite el establecimiento rápido de comunicaciones de alta calidad no susceptibles de ser turbadas por ruidos de conmutación o por diafonía.

9. Símbolos del multiselector

Para representar en los esquemas los diversos elementos que constituyen un multiselector se utilizan los siguientes símbolos:

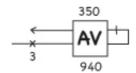
-. Electroimán de **selector con un solo devanado** y sin varistancia



-El número 305 indica la resistencia de la bobina en ohmios. La flecha indica la alimentación de baterías de -48V y el trazo vertical, la entrada al devanado.

AV es el nombre del selector. Siempre la primera letra, al menos ha de ser mayúsucula.

-. Electroimán de **selector con 2 devanados** y varistancia de clase 3 incorporada.

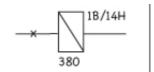






El número 3, indicativo de la clase de varistancia, puede suprimirse y solo especificar la clase cuando sea distinta de 3. El signo "X" indica la existencia de varistancia y, además, la entrada del devanado.

-. Electroimán de barra horizontal con varistancia de clase 4.



En este caso no hace falta escribir el 4 y solo se especificará la clase cuando sea distinta de ésta.

1B/14H significa: Electros de barras 1B a 14B y 1H a 14H, es decir, los electros correspondientes de las dos posiciones (baja: B; alta: A) de las 14 barras horizontales.

-. Cierre de un **circuito por un multiselector sin barra** de desdoblamiento



La letra indica el nombre del hilo que prolonga (a, b,c, d, t m...)

-. Tipo de conexión especial



Debe acompañarse siempre del diagrama detallado de conexiones del selector.

-. Contactos del bloque auxiliar de barras horizontales

La notación significa que hay representados 52 contactos: los contactos 4 y 6 de los bloques auxiliares de los electros horizontales 1B a 13B y 1H a 13H.

La coma entre el 4 y el 6 puede ser también un guión: 4-6

Historia de la Telefonía Rural

La notación significa ahora que están representados los contactos 1,2,3 y 4 (es decir 1 a 4) de los electros horizontales 1B a 14B a 1H a 14H.

-. Contactos del bloque auxiliar de selectores



Se distinguen de los relés normales porque la primera letra al menos es mayúscula. El subíndice el contacto de que se tata dentro del bloque en cuestión.





ANEXO II

MAR-801 // MAR-1604

Sistema Multiacceso radio para telefonía rural (96 abonados, 8/16 canales)



El **Sistema Multiacceso de Telettra Española** es un medio de realizar la distribución de las líneas de abonado en zonas rurales. Es aplicable especialmente en áeas de densidad de abonados no excesivamente baja, con distribución aproximadamente uniforme, o en aquellas en que haya problemas de disponibilidad de canales de radio.

El sistema ha sido configurado para una capacidad máxima de 96 abonados compartiendo 8 canales radio en la banda VHF (MAR-801) o 16 canales radio en la banda UHF (MAR-1604).

No obstante, su **configuración modular** permite el subequipamiento, resultando competitivo técnica y económicamente desde equipamientos reducidos. La tabla 1 establece el número de canales necesarios en función del número de abonados equipados, de su tráfico medio y de la probabilidad de pérdidas (distribución Erlang-B).

	PROBABILIDAD DE PÉRDIDAS 1%						
Nº canales	TRÁFICO total	7	TRÁFICO ABONADO (Erlangs)				
canaics	erlangs	0,12	0,10	0,08	0,05	0,03	0,02
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	0,15 0,46 0,87 1,36 1,91 2,50 3,13 3,78 4,46 5,16 5,88 6,61 7,35 8,11 8,88	1 3 7 222 16 20 26 31 37 43 49 55 61 67 74	1 4 8 13 19 25 31 37 44 51 58 66 73 81 88	2 5 10 17 23 31 39 47 55 64 73 82 91 96	3 0 17 27 38 50 62 75 89 96	5 15 29 45 63 83 96	7 23 43 68 96
	PROB	ABILID	AD DE	PÉRDID	AS 5%		
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	0,38 0,90 1,52 2,22 2,96 3,74 4,54 5,37 6,22 7,08 7,95 8,83 9,73 10,6 11,5	3 7 12 18 24 31 37 44 51 59 66 73 81 88 96	3 9 15 22 29 37 45 53 62 70 79 88 96	4 11 19 27 37 46 56 67 77 88 96	7 18 30 44 59 74 90 96	12 30 50 74 96	19 45 76 96

Historia de la Telefonía Rural

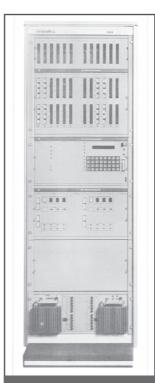
El **sistema MAR** permite una sencilla conexión a los más diversos sistemas de conmutación telefónica y resuelve satisfactoriamente los problemas derivados de la planificación de frecuencias.

Está constituido por tres unidades básicas (fig. 1, fig. 2 y fig. 3)

- -. Equipo concentrador (ECO 96/8 en MAR-801, ECO 96/16 en MAR-1604)
- Estación Radio Base
 (2xRB-41 en MAR-801, 4xRB-44 en MAR-1604)
- -. Equipo **Radio Abonado** (96xRA-21 en MAR 801, 96XRB-24 en MAR1604)

En una configuración típica el Equipo Concentrador se sitúa en la Central de Conmutación Terminal, la Radio Base en un punto de óptima cobertura radioeléctrica, frecuentemente en estaciones repetidoras de sistemas microondas y los Equipos Radio de Abonado están dispersos a distancias entre 10 y 60 km. de la Radio Base.

Son posibles otras configuraciones dependiendo de la orografía del área de situación de los abonados, disponibilidad de edificios, medios de transmisión, etc. También se puede estructurar el sistema MAR desdoblado en 2 subsistemas de 48



1. Concentrador



2. R. Base



3. Radio abonado

abonados y 4 canales VHF (MAR-801) o de 48 abonados y 4 canales UHF (MAR-1604) conectados a una o dos Centrales Terminales y cuyas respectivas Radio Bases se sitúan en puntos diferentes.

El ECO realiza la **concentración/expansión** entre las líneas de abonado de la Central Terminal y los canales radio, la adaptación hacia la central telefónica y el medio de transporte, e incorpora una unidad de control para exploración de eventos, señalización con la central y con los equipos de abonado a través de la Radio Base y centralización de las facilidades de operación, mantenimiento y diálogo hombre-máquina.

La RB, interconectada al ECO por medio de un máximo de 8 (16) canales a 6 hilos (2 Tx, 2 Rx, E/M), incluye un número equivalente de transceptores y un combinador de antena por cada 4 transceptores radio. Se equipará en la estación una antena cuyo diagrama de radiación sea capaz de cubrir toda la distribución geográfica para los abonados (normalmente será omnidireccional).

El RA equipa un **duplexor** que permite la conexión de una única antena en transmisión y recepción normalmente tipo Yagi) y un sintetizador capaz de funcionar a cualquiera de las frecuencias de los canales de radio los circuitos de línea BF de interconexión al teléfono convencional y la unidad de Control, que actúa subordinada a la del Concentrador. Se dispone bajo pedido de unidades normales o de intemperie.

El diálogo entre las unidades de Control de ECO y de los RA se realiza por medio de una **señalización de servicio** con un canal FSK dentro de banda a 200 baudios y de una señalización telefónica por hilos E y M en el trayecto ECO-RB en correspondencia con una señal fuera de banda a 3825 Hz en el trayecto RB-RA.

El **Equipo Concentrador** se alimenta a partir de batería de central (-48 Vcc). La Radio Base se puede alimentar a partir de tensión de red o de batería de -48Vcc. El Equipo Radio de Abonado se puede alimentar a partir de tensión industrial de red, manteniendo una batería de carga a flotación como protección frente a fallos de alimentación o con energía solar utilizando paneles solares fotovoltáicos de 35 W, típicamente para mantener las baterías cargadas.

El medio de transmisión entre el concentrador y la Radio Base es ajeno al sistema, pudiendo utilizarse cualquier equipamiento AF a 6 hilos con señalización E/M (radioenlace, coaxial, MIC, etc.) o conexión directa por cable. Telettra Española dispone también en su catálogo de los equipos necesarios para realizar esta conexión.

La avanzada tecnología del Sistema (microprocesador, síntesis de frecuencia, energía solar) y el alto nivel de integración han permitido obtener un producto de **elevada fiabilidad y bajo consumo**.

Otras unidades desarrolladas **complementan el sistema MAR** para simplificar las tareas de instalación, operación y mantenimiento. Los instrumentos específicos de pruebas y medidas aplicados a la Radio Base y a los Equipos Radio Abonado respectivamente son:

- -. Unidad de Control RB
- -. Unidad Portátil de Mantenimiento (UPM/R)

Para completar el sistema y explotar las características incorporadas en las unidades desde el punto de vista de las pruebas automáticas de los equipos se han desarrollado los siguientes computerizados:

-. Sistema de **Mantenimiento Remoto SMR-8**, con una capacidad de hasta 8 sistemas MAR (768 abonados).

- -. Equipo de **Pruebas Automáticas Radio Rural**, aplicado a laprueba y reparación de las unidades Radio del sistema MAR.
- El **Sistema Multiacceso Telettra** se caracteriza por un elevado nivel de facilidades de servicio, que le hacen especialmente adecuado para su equipamiento en telefonía rural. Entre sus prestaciones funcionales se pueden destacar:
- -. Bucle de hasta 1.200 Ohm. desde el Equipo Radio de Abonado hasta el aparato del abonado.
- -. Transmisión de señales de cómputo, que permite la instalación de teléfonos monederos, indicadores de tasa o contadores de domicilio de abonado como equipo de terminales. No se libera el canal radio hasta finalizar la transmisión del cómputo.
- -. Secrafonía por inversión de banda para evitar escuchas de la conversación en el trayecto radio (opcional).
 - -. Envío de tono de congestión hacia ambos lados cuando no exis-

ten radiocanales disponibles. Este tono no se puede enviar sin producir tasación al abonado llamante ("ringtripping").

- -. Liberación del radiocanal por cuelgue, tanto del abonado rural como del conectado a través de la central.
- -. Grandes facilidades de operación y mantenimiento, incorporando métodos de autodiagnosis y posibilidad de mantenimiento local y remoto.
- -. Reducción de repuestos radio, por uso de sintetizador en los módulos RT.
- Consumo reducido de equipos de abonado con incorporación de economizador, siendo posible su alimentación por paneles solares.
- -. Abonado preferente con canal dedicado (máximo 2 abonados).
- -. Limitación de máxima duración de la llamada (opcional).
- -. Transparencia de los servicios de abonado, limitada por la banda del canal telefónico.
- -. Posibilidad de desdoblamiento del sistema en dos Multiaccesos 48/4 (MAR-801) o 48/8 (MAR-1604) con zona de cobertura radio distinta.
- -. Reducida ocupación en planta de los equipos.



4. Antena Aguilar de Campoo



Resumen de Características técnicas					
CARACTERÍSTICAS TELÉFONICAS	MAR-801 MAR-1604				
 Número máximo de abonados Número máximo de canales Modularidad Crecimiento de abonados 	96 8 16 ECO en grupos de 8				
Crecimiento de enlaces E	RA, de uno en uno CO, de 1 en 1 ECO, en gr de2 RB de uno en uno				
Capacidad de tráfico a pleno rendimiento p<0,05Categorías de abonados	4.6 Erlangs 11.5 Erlangs Públicos (teletarificación) Privados				
Señalización por canal asociado	a)Telefónica E y M RB-RA Tono fuera de banda 3825 HzRBRA b)De servicio FSK 200 baudios				
•Tono de congestión	Cánal 2 V21 CCITT Generado en RA en llamadas originadas y en ECO en llamadas terminadas (sin cómputo) Decádica MFC				
•Marcación transparente					
Tiempo máximo de conexiónLlamadas originadasLlamadas terminadas	1 segundo (con economizador) 4,5 segundos				
Tiempo mínimo para liberación de enlace por desvanecimiento del canal radio Interconexión a central de conmutación Interconexión a aparato	250 ms a) 4 hilos: a,b, captura por hilo físico, cómputo por hilo físico b) 3 hilos: a, b, captura y cómputo comunes por hilo físico c) 2 hilos: a, ba, captura por inv. polaridad, cómputo por impulsos en línea 12/16 KHz, 50 Hz				
de abonado	2 hilos: a, b, cómputo por impulsos en línea 12/16 KHz				
Ctras facilidades Liberación condicionada a recepcion de impulsos quantum de tarificación Tono de congestión sin cómputo Abonado preferente por canal dedicado Privacidad,por inversión de banda opcional Llamadas maliciosas Transparencia a servicios dentro de banda (marcación abreviada secretaria automática, etc. Limitación máxima de duración de llamada opcional Reposición diferida					



Resumen de Características técnicas

CARACTERÍSTICAS DE ENLACE	MAR-801	MAR-1604	
 Respuesta de audio Pérdidas inserción del sistema a bucle Pérdida de retorno 2 H 	2/5 máscara 0 3 dB	G-132 CCITT	
 ECO RA• Resistencia máxima del par		>20 dB <16 dB	
Central-Eco RA-teléfono	2x570 Ohm include alimentaci 2x500	ón en central Ohm	
Nivel de entrada 2H ECONivel de salida 2H ECONivel de entrada 2H RA	0 entre +5 entr	ntre -10 dBm 15,5 dBm re -10,5 dBm	
Nivel de salida 2H RARuido psofométrico enlaceDistorsión enlace	<-55 dl	re -15 dBm BmOp KHz, -15 dBm)	
 Impedancias entrada-salida Tono de congestión Tono de aviso fin de comunicación 	600 Òr 400 Hz 780 Hz	nm Z	
CARACTERÍSTICAS RADIO	MAR-801	MAR-1604	
Generales			
Banda de frencuencias (MHz)	146-174	400-512	
Separación Tx-Rx (MHz)	≥ 4,6	≥10 1.6	
 Ancho de banda RF (MHz) Canalización (KHz)	0,8 25	1,6	
Tipo de modulación	16F3 (*)	1	
Generación de frecuencias	Sintetiza		
Impedancia RF	50 OHm		
Impedancia BF	600 OH	m	
Respuesta en frecuencia	2/5 Máscara	G132 CCITT	
Distorsión	≤5%		
EQUIPOS RADIO	MAR-801	MAR-1604	
Potencia transmisor			
RB	≥+42 dBm		
RA	≥+33 dBm		
Radiaciones espúreas (en antena) Puido do fondo (Tu)	≥0,25 µ W		
Ruido de fondo (Tx) Sarraibilidad del recentor	≤58 dBr	•	
Sensibilidad del receptor Selectividad canal advacente	-114 dB	Ш	
Selectividad canal adyacente Intermedulación	≥70 dB		
IntermodulaciónRuido de fondo	≥75 dB ≤2%		
Pérdidas de combinación 4 Tx (RB)	≥-8 dB		
Pérdidas de sensibilidad con Tx-ON	≥-0 dB ≤1 dB		



CARACTERÍSTICAS DE ALIMENTACIÓN	MAR-801	MAR-1604		
Equipo concentrador				
Tensión de batería	-48 V (+20% -15 %) -24 V (opcional)			
 Corriente absorbida equipamiento máximo 	2,5 A (48 V)			
Equipo Radio Base				
Tensión de batería primariaPotencia absorbida RT ON ojo signoPotencia absorbida RB completo	-48 V (+20% -15 %) ≃70W (incl. Convertidor) ≃290W			
Equipo Radio Abonado				
Tensión nominal RAConsumo aprox. RT ON	12,5 Vcc 1.2A (Pa igual 33 dBm 2.4A (Pa igual 37 dBm) 220 mA 50 mA			
RT OFF (NORMA) RT OFF (ECON)				
 Alimentación primaria . DE RED . SOLAR 	120/220 Vca (±20%) células fotovoltáicas			
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y AMBIENTALES	MAR-801 MAR-1604			
Características garantizadas Equipo concentrador Equipo radio base Equipo radio abonado	0 ÷ +45grados (95%H.R. a 40° C) -10 ÷ +55° C -10 ÷ +55° C			
Funcionamiento sin garantizar características Equipo concentrador Equipo radio base Equipo radio abonado -15 ÷ +60° C Equipo radio abonado		0° C		
Almacenamiento -30 ÷ +65° C		5° C		
Dimensiones (HxAxP) Equipo concentrador Equipo radio base (1 bastidor) Equipo radio abonado (incluye cargabatería 1A y no batería)	1670 x 533 x 355 mm (19") 2600 x 120 x 225 mm (Slim) 400 x 330 x 125 mm			
(1, 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				

* Con opción de inversión de banda se emplea PM con pérdida de sistema – 7dB







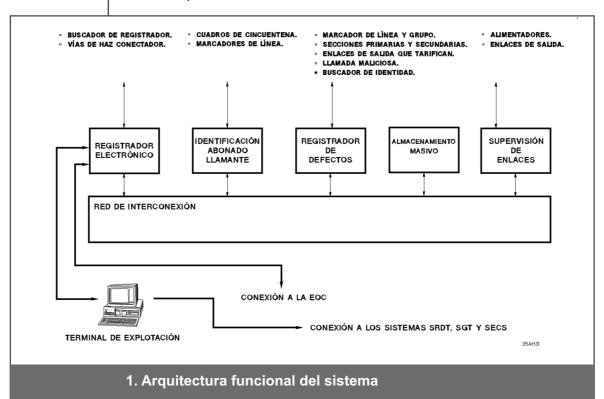


ARQUITECTURA **DEL SISTEMA MORE**

1. Arquitectura del sistema

Se describe la arquitectura del sistema MORE analizando su estructura funcional y su estructura interna. La descripción de la **estructura funcional** contempla las soluciones técnicas utilizadas para la realización de las funciones del sistema, y que en el caso de la modernización tienen una especial relevancia, ya que requieren la interacción con el sistema electromecánico, cuya funcionalidad condiciona la viabilidad de estas soluciones.

La **estructura interna** describe la organización *hardware* y *software* del sistema de modernización, exponiendo de una forma conceptual como las funciones son soportadas por los recursos físicos y lógicos del sistema. Esta exposición servirá de base a un análisis más detallado de la arquitectura *hardware* y *software* del sistema, que se realizará posteriormente.



Si se considera la arquitectura de los sistemas electromecánicos de barras cruzadas y los requisitos funcionales de la modernización, el sistema de modernización debe estar dotado de recursos físicos para soportar las funciones de señalización, identificación de abonado llamante, supervisión de enlaces y explotación, tal como se representa en la figura 1. Adicionalmente, dependiendo del sistema electromecánico modernizado, se deberá disponer de recursos físicos específicos, para la realización de las funciones de conservación y que en el caso del sistema PC-1000 y PC-2000 se materializan en el registrador de defectos.

En definitiva, el sistema MORE está estructurado físicamente en los siguientes subsistemas:

- Registrador electrónico. Realiza el tratamiento de la señalización de abonado y enlace, y control de establecimiento de la llamada.
- Identidad de abonado llamante. Proporciona la identidad física (nº de equipo) del abonado llamante.
- Supervisión de enlaces y alimentadores. Determina el comienzo y final de la llamada y genera los impulsos de cómputo sobre las líneas con servicio de teletarificación.
- Registrador de defectos. Determina las identidades de los órganos electromecánicos que intervienen en una llamada con tratamiento erróneo. También realiza la identificación de abonados en la llamada maliciosa.
- Almacenamiento masivo. Este subsistema proporciona autonomía total al sistema de conmutación, no necesitando recursos externos para su correcto funcionamiento de forma permanente. Sobre este subsistema físico, el MORE dispone del subsistema lógico del servicio de ficheros en el que se basan funciones tales como recarga del sistema y registro de la tarificación detallada.
- Red de conexión. Este subsistema permite la comunicación entre los subsistemas anteriores.

Internamente, el MORE es un sistema de control distribuido, acorde con la tecnología actual de microprocesadores, de tal forma que los subsistemas anteriores están formados por un conjunto de placas que soportan las interfaces físicas del sistema. El equipamiento de estas interfaces está determinado fundamentalmente por la configuración de la central electromecánica modernizada.

Además de las interfaces físicas, las placas están dotadas de un procesador de propósito general. De esta forma, los diferentes programas que configuran la funcionalidad lógica del sistema pueden estar distribuídos sobre los diferentes procesadores del sistema. A nivel de sistema sólo existe una única limitación en la ubicación de los programas, cuando éstos son manejadores de una interfaz física, en cuyo caso deberán estar localizados en la misma placa donde se encuentra localizada la interfaz física.

La estructura física del equipo se realiza agrupando un conjunto de placas en cuadros, de acuerdo a unos criterios que se analizarán pos-



teriormente, los cuales, a su vez, se instalan sobre bastidores del propio sistema electromecánico. Los cuadros disponen de repartidores integrados, proporcionando una modularidad de conexionado adecuada y simplificando los procedimientos de instalación. Las características térmicas del sistema de modernización hacen que éste disponga de ventilación natural, exclusivamente, lo cual es fundamental, si se considera el entorno donde el sistema va a ser instalado.

La **red de conexión** soporta los mecanismos físicos de comunicación entre las placas y que a nivel lógico permiten la comunicación entre procesos, por medio de mensajes. El sistema MORE, por medio del sistema operativo, hace que su estructura multiprocesador sea transparente a nivel lógico.

Esto permite la existencia, en la arquitectura *software*, del concepto de monoprocesador lógico, lo que supone una gran simplificación conceptual. Así por ejemplo, la creación de encarnaciones de procesos y la comunicación entre éstas no está limitada por la estructura multiprocesador.

Esto permite que los diferentes subsistemas lógicos sean un conjunto de programas estructurados de acuerdo a la funcionalidad específica de la modernización, e independientes de la estructura física del sistema. Desde la óptica de la fabricación de paquetes *software*, el concepto de monoprocesador virtual tiene gran trascendencia, ya que elimina totalmente datos de configuración necesarios, en los sistemas clásicos, para la comunicación entre procesos.

Esta clara **separación de los niveles físico y lógico** es esencial, permitiendo que la configuración física del equipo de modernización sea función de la configuración de la central modernizada, exclusivamente. Esto hace que la arquitectura software sea en gran medida independiente de la configuración física del equipo. Esto se pondrá claramente de manifiesto en la exposición de la arquitectura *software*, y permite la comprensión de ésta sin necesidad de argumentos *hardware* profundos. En la práctica existen reglas de ubicación de los programas, de acuerdo a criterios de fiabilidad y eficiencia.

Estas reglas son sólo utilizadas en la fase de ingeniería, ya que el diseño interno de los programas está realizado como si el sistema fuera un único procesador lógico, por las razones anteriormente expuestas. Estas reglas de ubicación son transparentes al fabricante de software gracias a la utilización de las herramientas de instalación **INSMORE**, cuya funcionalidad será expuesta en mayor detalle más adelante.

Como consecuencia de estas características, la comprensión de la funcionalidad del sistema de modernización está muy ligada al tratamiento de las interfaces del sistema MORE, estructuradas en los subsistemas físicos ya mencionados.

1.1. Subsistema de registrador electrónico

Este subsistema sustituye a la unidad de control electromecánica, coordinando las actividades del resto de los subsistemas, y tiene dos tipos de interfaces con el equipo electromecánico:

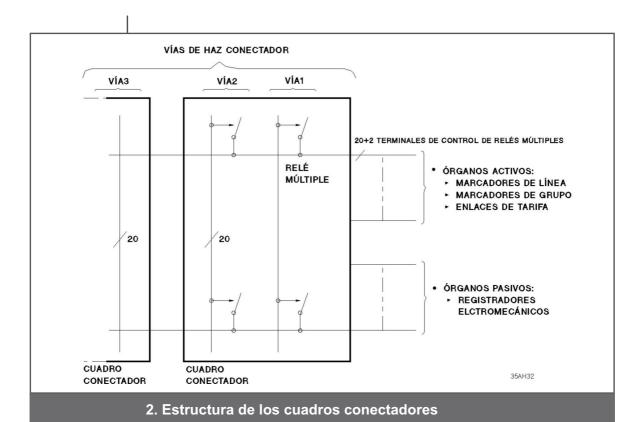
- Buscador de registrador. Esta interfaz permite el acceso a la señalización de abonado y de enlace, existiendo acceso metálico a los pares físicos de estos circuitos telefónicos. Adicionalmente, esta interfaz permite el control del sistema electromecánico, por medio de un conjunto de hilos, que soportan la señalización interna con el sistema electromecánico, por medio de potenciales, en los sistemas PC-1000 y PC-2000 o de señalización multifrecuencia R2, en el caso del sistema ARF. El establecimiento de los circuitos físicos a través de la red de conexión electromecánica requiere el intercambio de códigos de marcaje y de categorías o estados, entre el registrador electrónico y los marcadores. Esta transferencia es controlada a través de esta interfaz, si bien, los sistemas PC-1000 y PC-2000 requieren la colaboración de otras interfaces electromecánicas.
- Vías de haz conectador. Esta interfaz realiza la transferencia de códigos de marcaje y de categorías o estados, para el establecimiento de circuitos físicos, en los sistemas electromecánicos PC-1000 y PC-2000. Esta información es transferida, bajo control de la interfaz de buscador de registrador, por medio de un conjunto de hilos que soportan señalización con potenciales. Los citados sistemas también utilizan las vías de haz conectador para la transferencia de categorías de abonado y los tipos de tarifa entre los marcadores correspondientes y los registradores electromecánicos. Una vez modernizado el equipo electromecánico estas transferencias quedan eliminadas, ya que las informaciones toman una naturaleza lógica.

El equipamiento de las interfaces anteriores sigue exactamente las reglas de equipamiento del sistema electromecánico, de tal forma que el MORE equipa tantas interfaces de buscador de registrador como registradores electromecánicos instalados, y tantas interfaces de vías de haz conectador como vías de haz instaladas. Sobre este particular es importante analizar la estrategia de tratamiento de vías de haz conectador, realizada por el MORE, la cual supone una mejora sustancial respecto al tratamiento electromecánico.

1.1.1 Tratamiento de las vías de haz conectador

Los sistemas PC-1000 y PC-2000 están dotados de vías de comunicación entre la unidad de control y el resto del sistema electromecánico, con una estructura de bus, denominadas vías de haz conectador. La conexión a estas vías se realiza por medio de multiplexores electromecánicos denominados cuadros conectadores (fig. 2).

103



Cada cuadro conectador soporta dos vías de haz, formadas por 20 señales físicas, y dispone de 10 niveles de acceso de órganos activos y otros 10 niveles de acceso para órganos pasivos. Definiéndose como **órgano activo** el que lleva la iniciativa en el proceso de conexión de un órgano activo con otro pasivo. Los órganos activos son los marcadores, mientras que los órganos pasivos son los registradores electromecánicos

La conexión de un órgano activo o pasivo a una vía se realiza por medio de los **relés múltiples**, que conectan las señales del nivel de conexión del órgano a la vía interna del cuadro conectador correspondiente. Por tanto, cada órgano activo o pasivo dispone de un terminal de control por cada relé múltiple al que se encuentra conectado. La coordinación de la excitación de relés múltiples permite la conexión de un órgano activo con otro pasivo. Para ello, el órgano activo toma una vía libre e indica al registrador electromecánico la identidad de la vía, a través de la interfaz de buscador de registrador. Seguidamente, el registrador electromecánico activa el relé múltiple correspondiente, completándose el acceso a la vía y la transferencia de información entre ambos órganos.

El sistema tiene 6 tipos de vías de haz conectador que se equi-

pan en parejas, en función de los niveles de tráfico, asegurando la disponibilidad requerida. Esto hace que existan configuraciones de vías de haz conectador con 2, 4 y 6 vías. Los tipos de vías de haz conectador son las siguientes:

- Preselección. Permite la conexión de la unidad de control a los marcadores de línea en la fase de preselección. En el caso del sistema PC-1000, por esta vía se transfiere la categoría del abonado llamante. Con la implantación de la identificación de abonado llamante en el sistema MORE esta vía queda eliminada. A partir de dicha identidad, el sistema obtiene mediante una funcionalidad lógica la categoría del abonado, realizando las funciones de gestión de abonado, al igual que en los sistemas digitales. En el caso del sistema PC-2000, la vía de preselección transfiere la identidad de abonado desde el marcador al registrador.
- Selección de grupo 1ª y 2ª etapa. Por medio de este tipo de vía de haz conectador, el registrador electrónico envía a los marcadores de grupo de 1ª y 2ª etapa los códigos de marcaje, para el establecimiento de circuitos físicos, obteniendo a su vez la categoría o estado del circuito seleccionado.
- Selección de líneas de 1ª y 2ª etapa. Este tipo de haz permite al registrador conectarse a los marcadores de línea para establecer los circuitos físicos hacia el abonado llamado, en llamadas locales, así como conocer el estado de la línea.
- Tarificación. El registrador electromecánico establece el tipo de tarifa y la transfiere a los circuitos de generación de impulsos de cómputo por medio de este tipo de haz conectador. La modernización elimina esta vía de haz, al quedar asumida la función de tarificación detallada por el MORE.

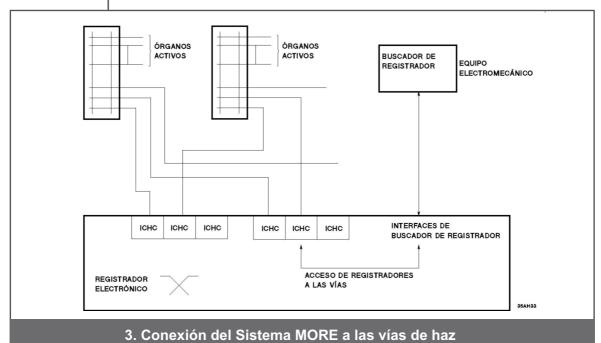
Si bien el concepto de vía se mantiene, existen dos diferencias fundamentales en el tratamiento de vías, consistentes en el procedimiento de acceso y en la eliminación de varios tipos de vías. El acceso de los registradores electromecánicos a las vías se realiza en dos niveles, formando agrupaciones de 7 o 14 registradores que acceden a un nivel del cuadro de conectador, a través de los conectadores de selección y preselección. En un segundo nivel de multiplexación, formado por los cuadros de conectador, cada uno de estos grupos de registradores acceden a las vías.

En el caso del registrador electrónico, todos los registradores pertenecen a un mismo sistema de control digital, por lo que la concurrencia de acceso se resuelve a nivel lógico. Esto hace que no sea necesario el uso de los conectadores de selección y preselección, ni tampoco la multiplexación a nivel de vía de haz conectador, soportada por los relés múltiples.



En cualquier caso, el registrador electrónico se conecta a nivel de las interfaces de relés múltiples, ya que esto, como se analizará en detalle en el proceso de instalación, proporciona ventajas muy importantes en el proceso de instalación.

La figura 1-3 representa la estructura de conexión del registrador electrónico a las vías de haz conectador. El registrador electrónico está dotado de interfaces de conexión a los haces conectadores, denominados ICHC, que corresponden a una interfaz de vía. Por cada dos vías de haz conectador, el registrador electrónico está dotado con tres interfaces ICHC. Cada una de estas interfaces incluye los terminales de transferencia de datos y los terminales de control de actuación de los dos relés múltiples de la pareja de haces. Los relés múltiples se utilizan para configurar el acceso de las vías y por tanto son excitados de forma permanente. De esta forma, dos interfaces ICHC son asociados a dos vías, y el tercero permanece en reserva, lo que proporciona una elevada fiabilidad.



Los **relés múltiples sólo son actuados** por una de las siguientes causas:

• Por avería en una interfaz ICHC. Cuando una interfaz ICHC conectada a la vía detecta una avería en su circuitería, ésta es desconectada, desactivando el relé múltiple correspondiente. A continuación, el réle múltiple de acceso a la vía, asociado a la interfaz ICHC de reserva, es excitado, con lo cual la vía vuelve a quedar en servicio.

• Con objeto de **evitar deformaciones mecánicas** y formación de película aislante en los contactos del réle múltiple, estos son desexcitados y vueltos a excitar periódicamente, una vez por cada "n" accesos a la vía, siendo "n" un número programable.

En resumen, el acceso a una vía desde cualquier registrador se realiza a través de la interfaz ICHC correspondiente. Las órdenes de acceso y la información transferida a través de la vía es accesible desde cualquier registrador, por medio de mensajería entre procesos.

La estructura de acceso del registrador electrónico a las vías reduce considerablemente el número de interfaces con la consiguiente reducción de coste. Esta estructura proporciona múltiples niveles de acceso a los registradores, mejorando la disponibilidad. Estos cambios estructurales son internos al registrador electrónico, y por tanto no afectan al resto del sistema electromecánico, manteniéndose los protocolos de las interfaces del buscador de registrador y de las vías de haz.

La reducción del número de excitaciones de los relés múltiples mejora el comportamiento funcional del sistema, y reduce la tasa de fallos de estos. El número de relés múltiples de un cuadro de conectadores asociados a los registradores electromecánicos es de diez. Sin embargo, el registrador electrónico solo requiere la utilización de 3, por lo que se recuperan como repuesto el 70%. Esto es muy importante, ya que el relé múltiple es un componente fundamental del sistema.

El mantenimiento en servicio de los relés múltiples es ventajoso, ya que además de proporcionar, al sistema modernizado, un alto grado de fiabilidad y disponibilidad, permite la coexistencia del registrador electrónico con registradores electromecánicos, esencial en la fase de instalación. Al mantenerse los cuadros conectadores, el acceso a las vías puede realizarse indistintamente desde registradores electromecánicos, o desde el registrador electrónico. En esta circunstancias, ambos tipos de órganos estarán conectados a niveles específicos de los cuadros conectadores.

1.2 Subsistema de identidad de abonado

La obtención de la identidad de abonado por el MORE requiere la implementación de una interfaz con los marcadores de línea. La estructura de esta interfaz depende del sistema electromecánico modernizado. Así, el sistema PC-2000 genera la identidad de abonado y la transfiere al registrador a través de las vías de haz de preselección, por lo que la obtención de la identidad de abonado no requiere el equipamiento de una interfaz específica.

En el caso del sistema ARF la identidad de abonado es generada por el propio marcador electromecánico, si bien la función de transferencia de esta información al registrador electromecánico no esta equipada

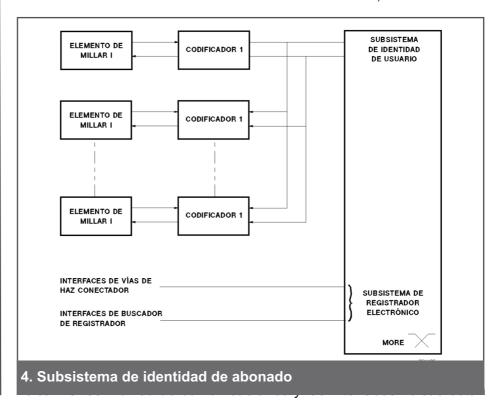


en la red española. Por tanto, el sistema MORE equipa una interfaz específica de lectura de esta información, por cada elemento millar.

El sistema PC-1000 no proporciona ningún tipo de codificación de la identidad de abonado, por lo que el sistema MORE realiza las funciones de codificación y de lectura de la identidad de abonado, a partir de la información electromecánica del nivel de abonado, dentro del cuadro de cincuentena, y de la identidad del cuadro de cincuentena. Para ello se multiplexan sobre cada marcador de líneas los niveles de abonado y de cuadro de cincuentena, de tal forma que cuando un marcador de líneas es tomado, el circuito de exclusión mutua hace que sobre los hilos multiplexados aparezcan sólo activados el nivel y cuadro correspondiente al abonado que en ese momento está siendo atendido por el marcador. Esta información es leída y codificada por la interfaz de identidad de abonado, existiendo una interfaz por cada elemento de millar.

La arquitectura física de este subsistema está representada en la **figura 4**. Cada elemento de millar tienen asociado un codificador de la información proporcionada por el equipo electromecánico sobre la identidad de abonado.

Esta información es procesada por los codificadores, que la transfieren al subsistema de identificación de abonado por una red de comunicaciones basada en técnicas de redes de área local, con una interfaz



duplicadas, con objeto de verificar la fiabilidad y disponibilidad exigida. El **subsistema de identidad de abonado** recibe los mensajes enviados por el codificador, generando la información correspondiente a la gestión de abonados, medidas y estadísticas de marcadores de líneas. También realiza las funciones de operación y conservación de la identificación de abonados, y en particular las relativas a la duplicidad de órganos.

1.3 Subsistema de registrador de defectos

El registrador de defectos es un concepto del sistema MORE, aplicable a los sistemas PC-1000 y PC-2000, que realiza las funciones de conservación relacionadas con la identificación de órganos electromecánicos. Este subsistema sustituye las funciones del robot de supervisión o del Cobmain en el sistema PC-1000 y al Metrax en el sistema PC-2000, y realiza las siguientes **funciones**:

- Identificación de **órganos involucrados** en una llamada no completada por defectos del sistema.
- Identificación de la **llamada maliciosa**, en versión electromecánica.

El mecanismo de detección de defectos es desencadenado por los órganos activos. Definiéndose como órgano activo en el sistema PC-1000 aquel que tiene capacidad de determinar la existencia de un defecto en el proceso de la llamada.

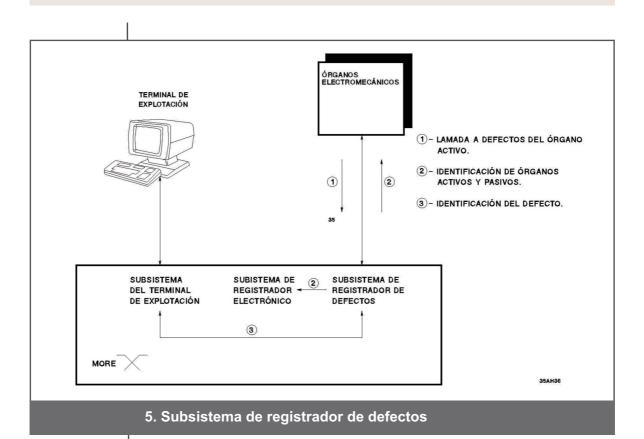
Se define como **órgano pasivo** a aquel que aporta su identidad al registrador de defectos, a partir de la orden de conexión realizada por un órgano activo. En el proceso de tratamiento de un defecto existe sólo un órgano activo, mientras que el resto de órganos se definen como pasivos.

En consecuencia, cuando un órgano activo detecta un defecto desencadena una llamada al registrador de defectos, e indica al resto de órganos pasivos involucrados en la llamada que se conecten al registrador de defectos. La estructura de conexión a defectos está representada en la **figura 5**.

Como consecuencia de la activación de una llamada a defectos, el registrador de defectos realiza las siguientes operaciones:

- Resolver la concurrencia. Si se producen varias llamadas simultáneas a defectos sólo una es atendida, quedando el resto liberadas
- Identificación de órganos. El registrador de defectos identifica los órganos involucrados en la llamada a defectos.
- **Presentación de defectos**. La información del defecto es transferida al terminal de explotación para su presentación. Esta información se puede presentar de forma unitaria o en forma de estadísticas de fallo por órgano.





Los órganos electromecánicos se conectan a defectos a través de los tipos de señales electromecánicas siguientes:

- Señales de control de conexión como órganos activos.
- Señales de control de reposición de la conexión a defectos.
- Señales de identidad de órganos pasivos.

En el caso del registrador electrónico, la conexión a defectos se produce a través de una interfaz lógica, ya que tanto él como el registrador de defectos son subsistemas integrantes de un único sistema de modernización. En este caso la información del defecto, ya sea la conexión como órgano activo o como órgano pasivo, se transfiere por un mensaje, que contiene la información detallada del defecto. Esta estructura permite eliminar la interface electromecánica con el localizador de defectos existentes en el registrador electromecánico, mejorando la funcionalidad del sistema MORE, al generarse una información más detallada, así como reducir el coste del sistema.

Los **órganos que pueden llamar a defectos como órganos activos** son los siguientes:

- Marcadores de línea de 1^a y 2^a unidad.
- Marcadores de selección de grupo de 1ª y 2ª etapa.

- · Buscador de enlaces.
- Marcador de buscador intermedio.
- Relés comunes de millar de 1^a y 2^a etapa.
- · Registrador electrónico.

Y los que pueden hacerlo como **órganos pasivos** son:

- Marcadores de línea de 1ª y 2ª unidad.
- Marcadores de selección de grupo de 1ª y 2ª etapa.
- Marcador de buscador intermedio.
- · Registrador electrónico.
- Buscador de registrador.
- Enlace de salida que tarifica.
- Secciones primarias y secundarias de elementos de selección de línea.
- Secciones primarias y secundarias de elementos de selección de grupo.
- · Buscador de enlaces.
- Buscador intermedio.

El **tratamiento de la llamada maliciosa** se realiza a través de las interfaces con los órganos electromecánicos siguientes:

- -. Buscador de identidad.
- -. Adaptador de llamada maliciosa.

Cuando un abonado con categoría de identificación de llamada maliciosa desencadena este proceso, el registrador de defectos recibe del buscador de identidad la información relativa al abonado llamante. En el estado actual, el sistema electromecánico sólo está capacitado para identificar al abonado llamante en llamadas locales, quedando resuelto este problema con la modernización del sistema.

El adaptador de llamada maliciosa proporciona al registrador de defectos la identidad del abonado llamado. Los datos correspondientes a la identidad de abonado llamante y llamado son procesados por el registrador de defectos y transferidos al terminal de explotación, para su presentación. Con la implantación de la identidad de abonado, el sistema MORE proporciona una mejora sustancial en la identificación de la llamada maliciosa, ya que esta identidad es enviada hacia adelante por en registrador electrónico, bajo petición de la central destino.

De esta forma, cuando el abonado llamado desencadena la identificación del abonado llamado, la central local a la que está conectado conoce la identidad del abonado llamante. Anteriormente, a esta situación, la identificación automática de la llamada maliciosa sólo podía realizarse en llamadas locales. Para llamadas con tránsito la identificación del abonado llamante requería el bloqueo de la llamada, en el



momento de activarse la identificación de llamada maliciosa y seguir la conexión de forma asistida por los operadores de las centrales involucradas.

La interfaz física entre el equipo electromecánico y el registrador de defectos se realiza a través del **repartidor intermedio de defectos**. La estructura de la interfaz electromecánica está normalizada para todos los tipos de central, lo que supone una simplificación notable de los procedimientos de instalación y una homogeneización de todas las instalaciones. La interfaz en el lado del equipo electromecánico tiene un total de 847 terminales. El repartidor intermedio de defectos realiza, por medio de multiplexación en el panel, la concentración de esta interfaz a un total de 190 terminales en la interfaz del registrador de defectos. Esto supone una gran simplificación y, en consecuencia, una reducción de costes muy significativa.

1.4. El Subsistema de supervisión de enlaces

Este subsistema es necesario para la realización de la tarificación detallada y de las medidas de tráfico, y soporta las siguientes **funciones** sobre enlaces de salida y alimentadores:

- **Toma**. Esta función permite determinar el período en el que el enlace está tomado.
- Ocupación. Soporta la determinación del principio y fin de llamada.
- Identificación. Asocia los parámetros de tráfico medidos en el circuito de enlace al abonado que origina la llamada.
- **Cómputo**. Realiza la generación de impulsos de cómputo de acuerdo al tipo de tarifa, durante el período de instalación, en el cual, los contadores electromecánicos están aún en servicio, así como el servicio de teletarificación, una vez que la tarificación detallada esté en servicio.

Para la realización de estas funciones, el sistema MORE está dotado de una interfaz por cada enlace de salida o alimentador, compuesta por tres hilos, que determinan la toma y la ocupación en fase de conversación del enlace, así como el acceso al hilo de cómputo del abonado. Estas interfaces están agrupadas en bloques, que son servidos por una misma placa *hardware*.

El equipamiento de esta función se realiza, al igual que en el caso del registrador electrónico, **dimensionando el número de placas** en función del número de enlaces de salida y alimentadores a supervisar. Las características de estas interfaces y su equipamiento será tratado en mayor detalle en el capítulo de arquitectura hardware. El tratamiento de la llamada es realizado por el subsistema de registrador electrónico y por el subsistema de supervisión de enlaces, de forma coordinada. En fase de establecimiento es el subsistema de registrador electrónico el

responsable del control de la llamada, pasando éste al subsistema de supervisión de enlaces, en la fase de conversación. Esta funcionalidad del control de la llamada corresponde a la estructura física, la cual está determinada por las interfaces del MORE con el sistema electromecánico. Desde el punto de vista lógico, el control de la llamada será expuesto más adelante, en este mismo capítulo.

1.5. Subsistema de almacenamiento masivo

Uno de los requisitos fundamentales del sistema MORE es que éste debe tener un funcionamiento autónomo, de tal forma que el servicio del sistema de conmutación no se vea alterado por fallos en el terminal de explotación, o por fallos en la conexión con otros sistemas de red, como pueden ser la EOC o el SRDF.

Por esta razón, el sistema está dotado de un subsistema físico de almacenamiento masivo, basado en discos duros de tecnología comercial, los cuales se instalan por parejas, asegurando la fiabilidad y capacidad necesaria para el almacenamiento y lectura de los siguientes tipos de ficheros:

- Programas y datos de configuración del sistema.
- Ficheros de tarificación detallada.
- Ficheros de medidas de tráfico.
- Ficheros de explotación.

Todos estos ficheros están almacenados en dos discos diferentes, comprobándose de forma sistemática su consistencia. La lectura y escritura de estos ficheros en los discos depende de su aplicación. Así, los programas y datos de **configuración del sistema** son copiados en el disco desde el terminal de explotación en las fases de instalación o ampliación, y son leídos de forma automática por el sistema en los períodos de recarga, la cual puede ser total o parcial, dependiendo de los procesadores que se vean afectados.

En el caso de la **tarificación detallada**, los ficheros son escritos de acuerdo a la generación de información por las llamadas, y son leidos desde el terminal de explotación para su transferencia al SRDF. Los ficheros de **medidas de tráfico** tienen una proceso similar, si bien en este caso son transferidos al SGT.

Los ficheros de **explotación** pueden ser modificados tanto por el propio sistema como por el operador. En el primer caso, los datos de explotación son alterados como consecuencia de reconfiguraciones automáticas del sistema, como puede ser el caso del cambio de estado a falta de un cierto órgano.

El operador puede consultar los datos de explotación, indistintamente, desde el terminal de explotación local o desde un terminal de la EOC.



También puede gestionar la información contenida en ellos, de acuerdo a los procedimientos de explotación establecidos.

El **subsistema de almacenamiento masivo** está soportado por placas dotadas de un procesador y un disco duro. Desde el punto de vista lógico, el subsistema de almacenamiento masivo está recubierto por el subsistema de servicio de ficheros, que permite el acceso a éstos desde cualquier punto del sistema, de forma transparente a la estructura física. La capacidad mínima del subsistema de almacenamiento masivo es una pareja de discos de 170Mbytes, si bien existen versiones alternativas de hasta 525Mbytes.

El número de parejas puede ser dimensionado de acuerdo a la capacidad y necesidades de la central, si bien el número mínimo de éstas en una instalación es de 2. La utilización de tecnología actual de discos duros permite la realización de este subsistema a bajo costo, con capacidades de almacenamiento que aseguran holgadamente los requisitos de vida del sistema en servicio.

1.6. Subsistema del terminal de explotación

El terminal de explotación está compuesto por uno o varios terminales inteligentes tipo PC o *workstation* de bajo coste, y de un paquete de programas que soportan la aplicación de explotación y corren sobre un entorno UNIX.

La interfaz de usuario de este paquete utiliza los servicios ofrecidos por OSF/MOTIF, apoyado sobre el entorno gráfico X/WINDOWS. Este escenario proporciona una alta capacidad de migración y portabilidad a diferentes terminales y suministradores.

La conexión física del terminal de explotación al equipo de conmutación MORE se realiza por medio de dos interfaces RS232, con objeto de verificar los requisitos de fiabilidad y disponibilidad de la conexión. Todas las placas del sistema están dotadas de este tipo de interfaz, por lo que el sistema MORE puede equipar tantas conexiones a terminales de explotación como sea necesario. En particular, estas interfaces se utilizan para la conexión a la EOC. La conexión directa de la EOC permite acceder a la explotación del sistema, independientemente del estado del terminal de explotación local.

La aplicación software de explotación MORE puede ser accedida desde varios terminales de forma independiente, resolviendo la concurrencia de acceso. Esto permite el acceso a las funciones de explotación local y remotamente desde la EOC, de forma concurrente.

El terminal de explotación soporta **interfaces X.25** para la conexión a los sistemas SRDF y SGT, así como a la EOC si así se desea. Estas conexiones permiten el acceso a las funciones de tarificación detallada, gestión de tráfico y explotación, a través de la red de datos. La utilización compartida de estos canales de comunicación por los siste-

mas de red, anteriormente mencionados, permite un equipamiento con una capacidad de transferencia de información elevada, a un coste reducido.

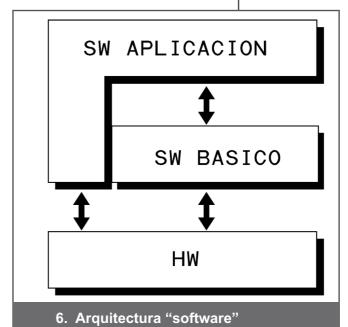
1.7. Estructura lógica del sistema

Como ya se ha mencionado, las entidades software del sistema MORE están localizadas de forma distribuida sobre las placas del equipo, con la única limitación de que los manejadores de interfaces físicos, tales como discos duros e interfaces electromecánicos, deben estar cargados en las placas que equipan el hardware de la interfaz.

Desde este punto de vista de la organización interna, la arquitectura del sistema es la representada en la **figura 6**.

El software esta estructurado en dos niveles, el software básico que convierte la estructura distribuida del hardware en un monoprocesador lógico, a excepción del manejo de interfaces, y el software de aplicación que es responsable de la realización de la funcionalidad del sistema fijada por los requisitos.

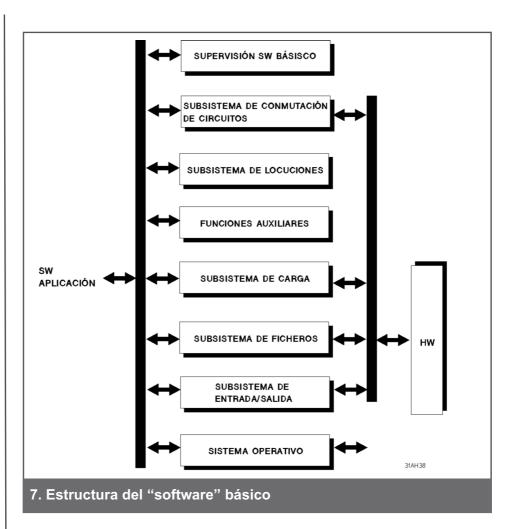
El software básico proporciona servicios generales, que ocultan a la aplicación la estructura física del sistema, éstos están organizados en los siguientes subsistemas (figura 7):



- Sistema operativo.
- Subsistema de entradas-salidas.
- Subsistema de ficheros.
- Subsistema de carga.
- Subsistema de locuciones.
- Subsistema de conmutación de circuitos.
- · Funciones auxiliares.
- · Supervisión del software básico.

Esta estructura facilita la realización de una organización del *soft-ware* de aplicación flexible, y que permite ver al sistema de una forma similar a la panorámica presentada por los ordenadores comerciales. Esto resuelve uno de los problemas clásicos de los sistemas dedicados, como es su escasa flexibilidad y dificultades de acceso a los recursos





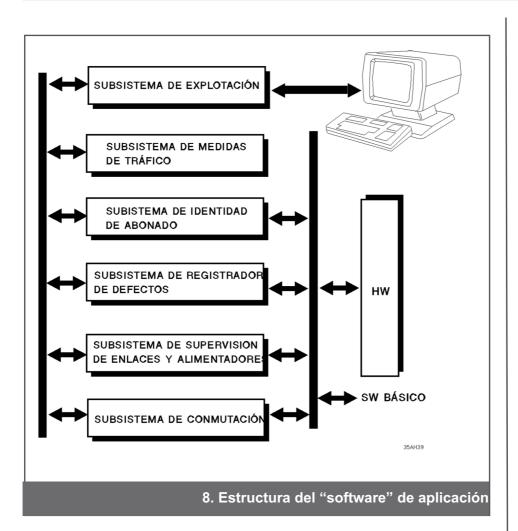
del sistema. El software de aplicación realiza las funciones establecidas en el capítulo de requisitos del sistema, estando **estructurado** en los siguientes subsistemas (figura 8):

- Subsistema de conmutación.
- Subsistema de identidad de abonado llamante.
- Subsistema de supervisión de enlaces y alimentadores.
- Subsistema de medidas de tráfico.
- Subsistema de defectos.
- Subsistema de explotación.
- Subsistema del terminal de explotación.

De forma simplificada, estos subsistemas interaccionan entre sí, desarrollando la funcionalidad de tratamiento de la llamada, tal como se representa en la **figura 9**.

El sistema recibe de las interfaces de buscador de registrador la

Historia de la Telefonía Rural

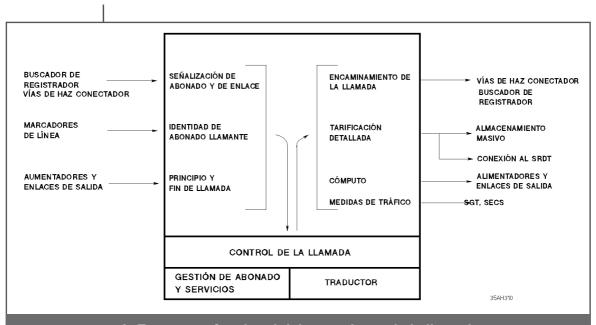


señalización de abonado y enlace, obteniéndose también la identidad de abonado llamado, por medio de las interfaces con los elementos de millar. Con esta información el sistema encamina la llamada, para lo cual analiza las características del abonado llamante y la información de encaminamiento proporcionada por el traductor.

El **establecimiento de la llamada** se realiza seleccionando un circuito interno de enlace, enviando los códigos de marcaje a las etapas de selección correspondientes. Estos se envían a través de las vías de haz conectador, en el caso de los sistemas PC-1000 y PC-2000, o a través de la interfaz de buscador de registrador, en el caso del sistema ARF.

Si la llamada es **entrante o local** el proceso anterior completa la llamada. Sin embargo, en el caso de llamadas **salientes o de tránsito**, el sistema realiza la señalización de enlace por medio de la interfaz de buscador de registrador. Todas estas funciones son responsabilidad del subsistema de conmutación, el cual puede activar el subsistema de

117



9. Estructura funcional del tratamiento de la llamada

defectos, como consecuencia de fallos del sistema en el proceso de la llamada. El subsistema de conmutación realiza medidas exhaustivas de las transacciones de señalización internas y de red, y las envía a los subsistemas de explotación, tarificación detallada y medidas de tráfico, para la realización de las funciones correspondientes.

Una vez establecida la llamada, el subsistema de conmutación cede el control de ésta al subsistema de tarificación detallada, proporcionándole las identidades de abonado llamante y llamado. Este subsistema supervisa la llamada a través de las interfaces del subsistema físico de supervisión de enlaces, determinando el principio y fin de llamada, generando además los impulsos de cómputo.

A partir de esta información y de identidades de abonados llamante y llamado, el subsistema de tarificación detallada realiza las funciones de tarificación detallada, generando los ficheros de tarificación detallada, de contadores y de observación de la tarificación detallada. Adicionalmente transfiere la información de tráfico al subsistema de medidas de tráfico, el cual genera los ficheros correspondientes. Todos estos ficheros son almacenados en los discos del sistema.

Los subsistemas de explotación y del terminal de explotación son responsables de la realización de todas las funciones de operación y conservación, tanto si se realizan local como remotamente, así como de la transferencia de ficheros a los sistemas SRDF y SGT.

La **estructura lógica de la explotación del sistema MORE** está dividida en dos partes fundamentales:

- Funciones de explotación internas. Comprenden a todas las funciones de explotación vitales del sistema y están soportadas por el equipo de conmutación del sistema MORE.
- Funciones del terminal de explotación. Estas funciones pueden ser ordenadas en los siguientes tipos:
- Introducción de datos de configuración, por medio de tablas con formato orientado a las diferentes funciones.
- Comprobación semántica. Los datos introducidos son sometidos a filtros de rango y consistencia. Una vez realizada la edición completa de una función, todos los datos involucrados son sometidos a un análisis de consistencia global, con lo que el fichero de configuración correspondiente es validado. Un ejemplo de este escenario es la programación del traductor.
- Presentación de información. Ciertas funciones de explotación, como son las funciones de medidas y estadísticas, requieren exclusivamente la presentación de información con un formato dependiente de la naturaleza de la información a visualizar. Esta presentación puede realizarse por medio de histogramas con parámetros definibles por el propio operador desde el terminal de explotación.
- Funciones de acceso y concurrencia. El terminal de explotación establece procedimientos de acceso por familia y categoría, con objeto de estructurar la interacción con el sistema en función de prioridades y características del tipo de trabajo. De igual forma el terminal de explotación resuelve conflictos de concurrencia ocasionados por la diversidad de vías de acceso, ya sean locales o remotas.

Es importante destacar que existe un segundo nivel de concurrencia de acceso en las funciones de explotación interna, ya que el sistema permite la conexión directa al equipo de conmutación de múltiples terminales de explotación. Se debe recordar que estos terminales están dedicados a la explotación local o a la explotación desde la EOC.

La **división funcional** anterior está realizada de acuerdo a los siguientes criterios:

- •Mejora de los procedimientos de explotación.
- •Calidad de la presentación y procedimientos de ayuda al operador.
- •Consistencia de los datos de configuración.
- •Tolerancia a fallos o indisponibilidad del terminal de explotación.
- ·Acceso local o remoto a la explotación.
- Integración de la explotación en la EOC.
- •Simplicidad y compartición de los recursos de comunicación con otros sistemas, como son: EOC, SRDF y SGT.
 - •Independencia del mercado de terminales.

En resumen, la explotación interna del MORE es un paquete de



programas integrado en el propio sistema de modernización, el cual realiza medidas sobre los parámetros de la llamada, y del sistema en general, y ejecuta las acciones correctoras e informativas como consecuencia de deficiencias en el funcionamiento del sistema. Estas funciones no necesitan el apoyo de ningún equipo externo, tal como un terminal local o remoto.

Por tanto, el sistema es autosuficiente para su funcionamiento, y está dotado de mecanismos de recarga automática desde disco.

El paquete software del terminal de explotación no depende de la ubicación del terminal, ya que es idéntico independientemente de que esté instalado en la propia central o en la EOC.

Esto es fundamental para garantizar una correcta evolución funcional del sistema, y así cualquier modificación funcional en el terminal de explotación quedará reflejada en todas las aplicaciones. Esto tiene otra ventaja fundamental, y es la **independencia de la explotación MORE del terminal físico**, ya que es exclusivamente un paquete software. Por ésto, la evolución del mercado de terminales no afecta al equipamiento y repuestos del sistema.

Las **funciones del terminal de explotación**, como consecuencia de los requisitos del sistema, son las siguientes:

- · Gestión de alarmas.
- · Estadísticas.
- · Históricos.
- · Supervisión.
- · Gestión de datos permanentes.
- Gestión de datos semipermanentes.
- Impresión de resultados.
- Gestión de trazas.
- · Gestión de canales de comunicación.
- Reconfiguración.
- Gestión de usuarios.
- · Gestión de comandos.
- Programación de trabajos.
- · Gestión de modificaciones funcionales.
- · Salvaguarda de información.

1.8. Herramientas de instalación

Las herramientas de instalación INSMORE es un paquete software que corre sobre una workstation y que sirve de apoyo a las operaciones de ingeniería, tales como replanteo de la instalación, determinación del equipamiento, cableado y construcción del paquete software de la central. Como consecuencia, la documentación de la instalación se realiza sobre medios informáticos, permitiendo un control exhaustivo de versiones instaladas. Por consiguiente, INSMORE tiene una utilidad directa en la instalación del sistema, pero son además un complemento indispensable para la organización de los proyectos de instalación, y para el control e inventariado de instalaciones, por parte de Telefónica.

Desde un punto de vista conceptual clásico, las herramientas de instalación no pertenecen a la arquitectura del sistema. Sin embargo, se debe considerar que la construcción automática de paquetes *software* y *hardware* ha requerido que el sistema, y en particular la arquitectura *software*, cumpla unos requisitos específicos, siendo necesario realizar un diseño orientado a la instalación.

Esto significa que la cadena de producción software utilizada en el desarrollo está conectada a la cadena de producción de instalaciones, debiendo generar la información necesaria para que las herramientas de instalación sean capaces de producir el paquete software, a partir de las características de una determinada instalación.

Esto ha requerido además la toma de decisiones específicas a nivel de diseño del *software* básico y de aplicación, siendo éstas de carácter arquitectural.

Las **funciones de las herramientas de instalación** son la definición y generación de instalaciones, a partir de los datos del replanteo, y en particular genera automáticamente la siguiente información:

- Equipamiento. Cuadros, placas, etc.
- Cableado. Descripción de cables, listas y configuración de cableado.
- · Paquete de programas.
- Datos de configuración.





