Comunicaciones Eléctricas

1967 VOLUMEN 42 NÚMERO 3

RESUMEN

En este número 2

Introducción 3

Las posibilidades de una red digital integrada, por *G. C. Hartley* y *J. H. Déjean* 4

Elementos para una teoría general de los procesos de servicio, por *R. Fortet* .. 11

Redes de ayuda mutua combinadas con sistemas de mallas, por *B. Canceill* y *D. Gutierrez* 12

Estrategias de encaminamiento de llamadas en redes de telecomunicación, por *Ch. Grandjean* 20

Central electrónica experimental "ARTEMIS", por *J. Duquesne, G. Le Strat* y *A. Regnier* 29

Presentación de una nueva estructura de red de telecomunicación, por *J. H. Déjean, D. Cohen, Ch. Grandjean* y *P. Sénèque* 42

Sistema de conmutación telefónica semielectrónica 10 CX, por *H. Adelaar* y *J. Masure* 52

Microminiaturización en transmisores-receptores de onda corta, por *J. Lisimaque* y *J. Ribour* 63

Desarrollo de sistemas de transmisión de datos para velocidad media, por *E. P. G. Wright* y *A. D. Marr* 70

Sistemas GH-205 y GH-206 para transmisión de datos con velocidad media, por *C. E. Bloch* 75

Aplicación de la conmutación de impulsos en código (P.C.M.) a una red militar totalmente automática, por *J. Le Corre* y *A. Pirotte* 80

Nuevas realizaciones 88

Otros artículos y comunicaciones 98

Nuevos libros 41

Recompensas 28

Nombramientos y distinciones ..... 11 y 62

Copyright 1967 by International Telephone and Telegraph Corporation .....

Redacción para Europa: C. Meuleau, 46, Avenue de Breteuil, Paris (7e)

Director en español: F. Fdez. de Alarcón, Ramírez de Prado, 5 – Madrid – 7

Gratuito

En este número

Las posibilidades de una red digital integrada.

Se expone brevemente el fundamento técnico de una extensa red de transmisión digital establecida con un sistema de modulación por impulsos (P. C. M.), indicando el funcionamiento, ventajas económicas y posibilidades de realización.

Se muestran los atractivos que presenta una red de este tipo, no solamente para telefonía sino también incluyendo transmisión de datos, facsimil, etc.

El estudio puede constituir la base de discusión posterior y más profunda de los distintos aspectos de este tema que probablemente tomará mayor importancia.

Redes de Ayuda mutua combinadas con sistemas de mallas.

Se define el principio de ayuda mutua (entraide o reentering overflow), describiéndose con detalle algunas características de su uso con sistemas de interconexión. Las fórmulas aproximadas que pueden ser usadas para determinar las dimensiones de tales sistemas, se analizan ampliamente en el cálculo del tráfico de ayuda mutua y su influencia en el bloqueo final. Se presentan los resultados obtenidos en varias simulaciones, con objeto de estimar el valor de estos métodos para estudios de ingeniería de tráfico.

Estrategias de encaminamiento de llamadas en redes de telecomunicación.

En la primera parte de este artículo se hace un intento de clasificación de las diversas estrategias que pueden seguirse para el encaminamiento de llamadas en una red de comunicaciones. Para hacer esta clasificación, puede atenderse a la naturaleza estocástica de las estrategias, a su dependencia del tiempo, a su campo de acción y a su dependencia del estado de ocupación de la red, del coste y de la calidad.

En la segunda parte se discuten los criterios de optimización en función de la capacidad de tráfico, las limitaciones de la congestión y la sensibilidad a la sobrecarga.

En la tercera parte se estudia una estrategia de encaminamiento particular, aplicable a una red telefónica, y se comparan diversas estrategias de encaminamiento en una red de comunicaciones muy sencilla. Se discuten los resultados obtenidos mediante simulaciones y se les compara con los que dan los cálculos aproximados.

Central electrónica experimental "ARTEMIS".

"ARTEMIS" es una central telefónica que utiliza relés "reed" en la red de conversación que está controlada por un computador con memoria de programa. L. M. T. instaló y probó en 1966 el prototipo en Boulogne, conectándose los primeros abonados en 1962. En el artículo se describe la organización de lógica de la Central, proyectada para permitir la ampliación a una mayor capacidad. El proyecto general de este sistema se desarrolló por L. M. T. dentro de la organización SOCOTEL y el computador utilizado ha sido una derivación del desarrollado por el CNET para el proyecto SOCRATE. En el artículo se precisa sobre la programación del computador y los métodos de conservación.

Presentación de una nueva estructura de red de telecomunicación.

El término "red dispersa" indica una red de comunicación en que el emplazamiento de los calculadores de control puede ser independiente del emplazamiento de los centros de conmutación.

Puesto que el coste de las operaciones de control es tanto menor cuanto mayor es la unidad que las lleva a cabo, la solución propuesta comprende la utilización compartida de los calculadores; además, por razones de confiabilidad, una central puede estar conectada a varios calculadores.

Sistema de conmutación telefónica semielectrónica 10 CX.

El sistema de conmutación semielectrónica 10 CX se caracteriza por las siguientes partes principales:

— una red de conmutación de varias etapas con sus circuitos asociados, cuyos puntos de cruce están constituidos por relés miniatura de contactos sellados; se compone de módulos de 1.024 líneas y cada punto de cruce consta de un arrollamiento, tres contactos sellados tipo "reed" y un diodo; se emplea identificación por código binario;

— circuitos periféricos, que reunen los elementos de información para enviarlos al procesador central y que transmiten a la red y a los circuitos asociados las decisiones de este último; consisten en módulos, cada uno de los cuales sirve a dos módulos de 1.024 líneas de la red de conmutación;

— un procesador central electrónico con programas almacenados; consta de una sola memoria de toroides y de circuitos lógicos ultrarrápidos; trata las llamadas utilizando técnicas de división en el tiempo, supervisa y asegura las observaciones;

— dispositivos de comunicación hombre-máquina para la conservación y las observaciones.

La seguridad de funcionamiento y la sencillez de la conservación están garantizadas por la total duplicación de los elementos centralizados, el empleo de códigos redundantes y la utilización de métodos automáticos de supervisión y de localización de averias. El sistema modular facilita la conservación y las ampliaciones. El espacio necesario es muy reducido.

Microminiaturización de transmisores-receptores de onda corta.

Este artículo trata de la aplicación de la microelectrónica al desarrollo de un equipo de BLU (S. S. B.) en la banda de 2—30 Mc/s.

En esta baja banda de frecuencias, cualquier transceptor de tipo convencional utiliza circuitos analógicos con componentes de gran tamaño. Este campo se considera normalmente poco apropiado para la introducción de la microelectrónica.

Intenta estudiar el problema en su conjunto para mostrar cómo y en qué partes del transceptor se pueden introducir los microcircuitos.

El examen se basa en un trabajo prácticamente realizado para el desarrollo de un equipo aeronaútico de a bordo, y se completa con una breve descripción de algunas sub-unidades en las que se obtuvo una substancial reducción en tamaño, peso, coste de fabricación y una ganancia potencial en la confiabilidad. Todos los microcircuitos introducidos en el equipo son de uso normal para aplicaciones militares. Ninguno de ellos es un diseño especial. La mejora más importante en comparación con otras técnicas ha sido obtenida en la unidad patrón de frecuencia, que actúa como oscilador local tanto para el receptor como para el transmisor.

Desarrollo de sistemas de transmisión de datos para velocidad media.

Como resultado de una serie de investigaciones realizadas en los últimos ocho años, se ha efectuado el desarrollo de un sistema de transmisión de datos con velocidad media. Para estas investigaciones se han realizado medidas en el campo, empleando operación en serie y en paralelo con modulación de frecuencia y de fase en un amplio margen de velocidades. Las medidas condujeron a conocer que la influencia de algunos parámetros, tales como el tamaño del bloque de datos, podría determinarse computando los resultados del análisis sin utilización de líneas reales.

Se han hecho investigaciones sobre varios códigos de detección de errores aplicándolos a errores registrados. Este proceso se hizo más rápidamente empleando errores generados artificialmente, para códigos más sofisticados, por el programa de un computador basado en una distribución medida.

Se ha estudiado también un método analógico de detección de errores y se discuten los méritos de un detector de calidad en la señal.

Sistemas GH-205 y GH-206 para transmisión de datos con velocidad media.

Los sistemas GH-205 y GH-206 de transmisión de datos, emplean técnicas muy eficaces y sofisticadas para detección automática y corrección de errores con velocidades hasta 1.200 bauds. y una gran variedad de dispositivos de entrada y salida. Son compatibles con las recomendaciones del C. C. I. T. T. para los modems y han funcionado con una gran variedad de circuitos internacionales y nacionales incluyendo satélites.

Aplicación de la conmutación por modulación de impulsos en código (P. C. M.) a una red militar totalmente automática.

Se describe una red militar integrada en la que sólo se utiliza modulación P. C. M.

El sistema utilizado para señalización entre centrales, con búsqueda automática del abonado llamado en el conjunto de la red, permite gran movilidad de los abonados.

La conexión entre centrales utiliza cualquier camino que esté libre, garantizando gran seguridad en la operación de establecimiento de la comunicación.

Se describen después, las unidades básicas de las centrales que hacen posible una facil ampliación de acuerdo con el tráfico.

Introducción

Bien conocida por los técnicos de Telecommunicación y Electrónica es la Revista **"Electrical Communication"**, cuyo primer número apareció en Agosto de 1922.

En esta publicación, ITT recoge algunos de los más importantes resultados obtenidos de los trabajos de investigación y desarrollo llevados a cabo en los Laboratorios y Fábricas, de las diversas compañías que la integran, que están extendidas por todo el mundo.

A partir de 1962, además de la versión original en lengua inglesa, se viene publicando en francés y alemán con los títulos **"Revue des Télécommunications"** y **"Elektrisches Nachrichtenwesen"**, respectivamente.

Con este número, ITT inicia bajo el título **"Comunicaciones Eléctricas"**, una nueva versión destinada a facilitar la difusión del contenido de **"Electrical Communication"** a todos los lectores de habla española.

Con esta ocasión, los editores tienen el gusto de saludar a los nuevos lectores, deseando que esta publicación les resulte útil y agradable.

Las posibilidades de una red digital integrada

G. C. HARTLEY
Standard Telecommunication Laboratories, Londres
J. DEJEAN
Laboratoire Central de Télécommunication, Paris

1. Introducción

Las redes de comunicación se han desarrollado con extraordinaria rapidez en las últimas décadas sobre la base de transmisión analógica sobre circuitos físicos y con sistemas múltiplex por división de frecuencia, para transmitir la anchura de banda de 300 á 3400 c/s. que se considera adecuada normalmente para comunicación de audio. Se han efectuado comunicaciones con anchuras de banda más amplias, pero el único servicio de conmutación en otra banda diferente de la vocal, ha sido el de telegrafía de baja velocidad (50/75 baudios).

Demandas crecientes de tráfico de mayor versatilidad y variedad, juntamente con la aparición de nuevas tecnologías, reclaman el examen de las posibilidades de una red nueva y potencialmente más flexible basada en la transmisión digital.

La explotación de esta flexibilidad potencial es, en opinión de los autores, un objetivo perfectamente factible. Esto producirá, sin embargo, de modo inevitable, muchos problemas de planificación, y exigirá abandonar algunas actitudes tradicionales.

Existe una considerable cantidad de escritos sobre los aspectos técnicos relativos a la transmisión y a la conmutación P.C.M., pero no hay demasiada información en lo que se refiere a la consecución de sistemas, en un sentido más amplio.

Este artículo se ha escrito para poner de manifiesto el panorama potencial de una red como la citada, que a pesar de la naturaleza aparentemente revolucionaria del concepto, hace posible una transición perfectamente aceptable. Se deja sentir que la discusión de estas realizaciones está haciéndose urgente, de tal modo, que la implantación inicial puede organizarse sobre la base de un conjunto definido y elegido de objetivos.

2. Fundamento técnico

Aunque este artículo concierne de modo primordial a las particularidades relacionadas con la red, parece necesario realizar primero una revisión de la situación tecnológica, que indicará las ventajas fundamentales y la medida en que los desarrollos existentes están ya facilitando los instrumentos necesarios.

2.1 Definición y propiedades de la transmisión digital

Por transmisión digital se entiende la modalidad de transmisión, diseñada para enviar información — normalmente en forma binaria — y que no permite la conducción directa de cualquier otro tipo de información. Cualquier información analógica debe ser convertida previamente en digital, si se quiere transmitir por este sistema.

Esta clase de transmisión presenta dos características nuevas, si se la compara con los métodos tradicionales. En primer lugar, el múltiplex se hace sobre la base de divisiòn en el tiempo (T.D.M.) en oposición a los sistemas tradicionales de división en frecuencia (F.D.M.). En segundo lugar, los amplificadores lineales se reemplazan por los regeneradores digitales.

Si se pudiese alcanzar la perfección teórica, el uso de regeneradores llevaría consigo la obtención de una transmisión sin deformación, cualquiera que fuese la longitud del circuito.

En la práctica, los regeneradores se realizan sometidos a compromisos inevitables por motivos económicos, con ligeras imperfecciones en la ejecución del proceso, pero sin embargo su funcionamiento es adecuado para alcanzar un alto grado de ausencia de errores acumulados incluso en circuitos largos.

Esta propiedad hace factible y económico cambiar la relación señal/ruido respecto a la anchura de banda. La medida en que lo permita la utilización de anchuras de banda da un orden de magnitud superior a las practicables en el modo analógico, a cualquier velocidad en medios tales como cables de pares o coaxiales.

2.2 Conversación P.C.M.

La conversión de conversación a forma digital, por cuantización y codificación, que conocemos como modulación en código de impulsos, fué concebida hace muchos años, y sólo recientemente, cuando la consecución de dispositivos adecuados de estado sólido ha hecho posible la construcción de sistemas prácticos, ha sido posible economicamente.

Se ha demostrado por experiencias reales que tales sistemas proporcionan el modo más barato de obtener circuitos múltiplex sobre cables de pares, en distancias de diez a veinte o treinta millas, con perspectivas de que las distancias sobre las que será atractivo economicamente crecerán rápidamente.

En los Estados Unidos la aplicación de sistemas P.C.M. a la transmisión sobre cables de enlace ya existentes ha resultado bastante satisfactoria desde el principio y ha excedido en rapidez de introducción a cualquier otro sistema de portadoras anterior.

2.3 Conmutación P.C.M.

2.3.1 Coste y funcionamiento

Aunque la aplicación de sistemas de portadoras P.C.M. para los enlaces ha demostrado su validez en un amplio margen de aplicaciones sobre la base de audio/audio con conmutación convencional, este método de utilización impide la explotación de ciertas características básicas. Por ejemplo, sobre un circuito de enlace P.C.M. de pocas millas de longitud, la degradación principal en la calidad de la transmisión, juntamente con un alto tanto por ciento del coste, se debe al equipo terminal.

Por consiguiente, si pudiese efectuarse la conmutación sobre una base digital, incluso al mismo coste que la conmutación convencional, las conexiones de tránsito

reducirían la influencia del coste de las unidades terminales P.C.M. y la degradación adicional de la transmisión.

Recientemente, se ha dedicado un esfuerzo considerable a los problemas de conmutación de circuitos para conversación manteniendo la información en forma digital. Dicho esfuerzo debe servir para iniciar el conocimiento de las posibilidades de este sistema en la limitación de la producción de ruido y distorsión, y para asegurar su funcionamiento más uniforme.

Sin embargo, independientemente de esta mejora en el funcionamiento, se está haciendo cada vez más evidente, a partir de los trabajos de L.C.T., que la combinación de conmutación y múltiplex por división en el tiempo, y la compatibilidad de los diversos elementos del sistema, abre el camino para alcanzar grandes reduciones en el coste de la conmutación de tránsito.

La conmutación por división en el tiempo ha sido considerada durante años como la solución más económica, en potencia, del problema de la conmutación, pero ha sufrido grandes dificultades en lo que a diafonía y estabilidad en la transmisión se refiere, y ha originado una adaptación costosa con la transmisión analógica. Cuando se considera la información digital, los problemas de transmisión, como la diafonía, se reducen y se abre el camino a la posibilidad de almacenamiento intermedio de dicha información y a su regeneración, lo que da gran flexibilidad en la organización de centrales nodales. Cuando a ésto se le añade la compatibilidad extremadamente sencilla con el nuevo modo de transmisión, el impacto resultante en el coste total es verdaderamente grande.

2.3.2 Sincronización

El British Post Office ha dado a conocer un proyecto de red completamente sincronizada, sin embargo, las soluciones, son posibles en una base casi síncrona, una de las cuales fué descrita en el artículo con la referencia [3].

Con el tipo de precision "de relojería" que puede obtenerse ahora, la degradación en el funcionamiento del sistema puede hacerse insignificante, y se cree que el coste no será demasiado alto. La flexibilidad y solidez de este proyecto bien puede justificar el ligero inconveniente de su coste.

2.3.3 Adaptación al tráfico de canales locales o de audio

Aunque el conmutador P.C.M. ha sido descrito operando entre sistemas de transmisión de este tipo, puede manejar también canales de audio mediante unidades de adaptación que reciben el nombre de adaptadores locales. Estas son unidades codificadoras/decodificadoras más sencillas que los terminales de un sistema de enlace regular, debido a que todas las funciones del reloj y del distribuidor son atendidas por el conmutador. La adaptación con el conmutador resulta así completamente síncrona, por lo que es más sencilla que la adaptación de una línea ordinaria.

Hay una confianza creciente en que el coste de esta organización será suficientemente bajo para que la conmutación P.C.M. resulte muy atractiva.

2.4 Señalización

El tipo de sistema utilizado ahora, preferentemente, emplea 56 Kbit/s para transmisión vocal, de modo que un aumento relativamente limitado en la capacidad de bits del sistema total permite la posibilidad de una cualquiera de todas las funciones siguientes:

— Señalización fuera de banda extremo a extremo, de alta velocidad, pero directamente asociada con el canal de conversación.
— Señalización enlace por enlace asociada también directamente.
— Señalización por hilo de órdenes o canal común según se requiera.
— Señalización, entre registradores, a alta velocidad.

La capacidad de señalización asociada al canal está totalmente fuera de banda, es decir, está completamente libre de interferencia vocal y problemas semejantes, y se recibe e interpreta de un modo económico.

Los problemas restantes no están relacionados con la capacidad de señalización, sino con la óptima organización en los casos mas variados posibles.

2.5 Extensión a sistemas de larga distancia

La aplicación de P.C.M. se ha limitado hasta la fecha, principalmente a sistemas de 24 canales en cables de pares sin carga con regeneradores con el espaciamiento de las bobinas de carga. De este modo, el coste de la línea es aceptable cuando se le compara con los costes de los terminales, hasta longitudes de veinte o treinta millas. Para rutas más largas, esta clase de sistemas es demasiado limitado en anchura de banda para competir con éxito con soluciones del tipo F.D.M. con mayor anchura de banda. Se ha realizado ya un trabajo considerable en el estudio de sistemas, tales como el de 96 canales en cables de pares equilibrados, el de 384 canales en coaxial pequeño, y en un sistema experimental de 224 Mbit/s en coaxial de 9 mm., descrito por B.T.L. Este último proporcionaría unos 3.500 canales.

2.6 Impacto en el tratamiento de datos

Los atractivos evidentes de una red de este tipo para el tratamiento de datos son consecuencia directa de la gran cantidad de bits empleada para la transmisión de conversación y la pronta accesibilidad a la capacidad de bits de cualquier canal para la transmisión alternativa de otra información digital. El canal de conversación del tipo de sistema P.C.M., estudiado más ampliamente, proporciona accesibilidad inmediata a un flujo digital de 56 Kbit/s. El uso completo de esta velocidad llevaría consigo una adaptación síncrona con el equipo periférico. Cuando el funcionamiento P.C.M. se extiende a la central local de modo que la longitud de la "terminación" es sólo la de una línea de abonado ordinario, este sistema no presenta ningún problema fundamental para modos de utilización más idóneo y sería un método extremadamente barato. Sin embargo, donde este procedimiento no pueda ser empleado, son factibles numerosas adaptaciones relativamente económicas, hasta velocidades que alcanzan los 48 Kbit/s.

3. Ventajas económicas y de funcionamiento de una red digital

Con esta exposición de las tecnologías de que se dispone como base, se examinan ahora los atractivos económicos y de funcionamiento de una red nacional completamente digital. Procederemos a un examen de los problemas de transición derivados de la consecución evolucionista de tal objetivo.

3.1 Uniformidad de transmisión

La ventaja del funcionamiento en la manipulación de la voz, es que aparte de la deformación debida a la conversión de analógica en digital en los extremos de una conexión completa, la degradación a través de la red es insignificante. En particular, la pérdida total de transmisión de extremo a extremo, y la característica frecuencia/pérdida, serán completamente independientes de la longitud de la ruta atravesada o del número de puntos de conmutación digital que se utiliza.

En la manipulación de datos y de la restante información digital, se pueden alcanzar mejoras relativas a su funcionamiento. Pueden necesitarse ciertas precauciones apropiadas al tipo de información, para hacer frente a la mutilación debida a faltas consecuencia de la sincronización imperfecta de los relojes, pero de cualquier modo la información es manipulada con una ausencia completa de las distorsiones analógicas acumulativas inevitables en la red tradicional.

3.2 Velocidad y versatilidad de conmutación y señalización

La conmutación por división en el tiempo es por su propia naturaleza más rápida que cualquier otro tipo de conmutación a nuestro alcance, y la abundante capacidad de señalización permite que las velocidades de señalización sean comparablemente rápidas, con un resultado neto tal que el proceso de establecimiento de una llamada a través de un conmutador incluyendo las señales de encaminamiento puede, si ello es necesario, mantenerse en una cifra del orden de 100 mseg. o inferior.

3.3 Bajo coste de conmutación y de los terminales

Aunque el coste real por línea, esto es, el coste por milla de canal sin terminales es poco probable que sea inferior al de un F.D.M. de banda ancha (como se explicará más tarde, en la fase de transición, puede ser algo mayor) hay una confianza creciente en obtener unos costes de conmutación y terminales más bajos. Hay esperanza de que, en una comparación con el sistema actual de portadora por F.D.M. y conmutación de audio, las reducciones en el coste serán verdaderamente sorprendentes.

La Fig. 1 presenta, tomando precios corrientes representativos, el coste de conmutar una conexión de larga distancia en un punto intermedio. La línea A muestra el coste básico por línea, la línea B añade la porción de coste de un conmutador de barras cruzadas típico, la línea C añade la señalización y los conjuntos de relés, y la línea D suma los terminales del canal de F.D.M. La línea gruesa *a* indica el coste por línea para el P.C.M., supuesto superior en 50 % al de F.D.M., y la línea *b* añade la conmutación (una estimación conservadora para 1970) que incluye los terminales del canal y la señalización. Esto representa una reducción en el coste del centro de cuatro a uno que incluso puede aumentarse. Si se compara el sistema F.D.M. con el P.C.M., la reducción en coste de señalización y terminales de canal significa que se necesitaría una distancia de algunos cientos de millas antes de que el coste por línea supuesto para el P.C.M. rompiera el equilibrio. Es de esperar que, cuando se considere seriamente una aplicación a esta longitud de circuito, el equilibrio desfavorable en el coste por línea, que es reflejo principalmente de la hipótesis de sistemas de baja capacidad será eliminado.

El punto principal que se está resaltando aquí es, sin embargo, que en la conexión de 50 á 100 millas, que es muy predominante en el tráfico típico en nuestras aéreas, el coste de un multiconmutador intercalado en la presente red resulta extremadamente perjudicial; en el caso del P.C.M. es una porción suficientemente pequeña del total compensada por una ganancia modesta en el rendimiento del canal, debida a una distribución en común del tráfico. Esto, junto con la ventaja de funcionamiento a la que nos referimos anteriormente, presenta oportunidades para una planificación más racional de la red, usando la conmutación sin restricción alguna para asegurar la eficiencia y flexibilidad de tráfico, con lo que se puede soslayar la tendencia a evitar la conmutación incluso a costa de perder eficacia en las rutas directas.

El párrafo anterior discute una comparación con los sistemas F.D.M. La figura 2 presenta un conjunto de cur-

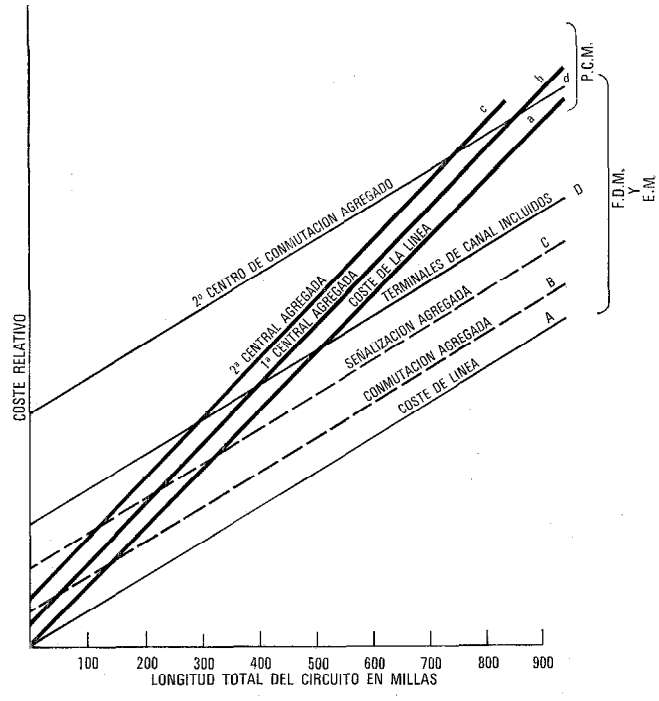


Fig. 1 Comparación entre los sistemas P.C.M. y F.D.M. para una longitud "K" con una o dos conmutaciones intermedias.
En el caso de conmutación P.C.M., se consideran incluídos la parte correspondiente a los terminales y señalización comprendidos en la conmutación.
NOTA: Estos gráficos no tienen en cuenta los terminales de canal y señalización en los terminales, pues de hacerse así, sería necesaria una definición de la organización de la Central Terminal. Al tenerse en cuenta mejoraría la posición relativa del P.C.M.

vas para una comparación con el cable de enlace de 0,9 mm. Aquí, desde luego, el P. C. M. presenta un coste de línea por milla, inferior, pero un coste de terminales más alto. Sin embargo, el modesto ahorro supuesto en el coste de conmutación hace que valga la pena el funcionamiento integrado en P.C.M. para conexiones de tránsito cuya longitud total es de dos o tres millas. Hay fundadas esperanzas de que el precio que se alcance finalmente, para un conmutador P.C.M. reducirá esta distancia practicamente a cero.

Factores económicos y de funcionamiento producirán un aumento en el trabajo en tandem incluyendo el uso generoso de dos centrales de tránsito en serie, lo que constituye una posibilidad atractiva.

Aunque, en los circuitos físicos, el P.C.M. no puede presentar ahorros en los costes de señalización de las llamadas regulares auto — auto, dondequiera que se exija una mayor sofisticación, por ejemplo en el manejo de tarificación multiple sobre los enlaces en llamadas interurbanas salientes, se vuelve a introducir la posibilidad de ahorros muy notables.

3.4 Economía de manejo de datos

La gran ganancia en la manipulación de datos es una consecuencia directa de que una anchura de banda mayor puede conseguirse de una forma muy económica. El espacio no permite un examen detallado de los diversos medios de emprender la asociación de las áreas terminales. Esperamos hacer ésto en un artículo posterior. Es suficiente por el momento hacer notar lo que estamos considerando en la red digital.

a) Velocidades de datos de hasta 56 Kbit/s con un desembolso para los terminales menor que para los modems de datos de 1.200 bit/s, transmitidos en la banda de una conexión audio que no cuesta más, sino en general bastante menos, que en la red actual.

b) Una red de 2.000 bit/seg. que tiene costes por línea menores que la telegrafía en frecuencia audio de 50 baudios y por terminal mucho menores (en algunos sistemas tales como el usado normalmente en el British Post Office, el coste de la línea por sistema de 24 canales es practicamente inexistente, ya que hace uso de la capacidad adicional utilizable en los canales de sincronismo y señalización).

Todavía no se dispone de estudios detallados pero existen sobradas razones para esperar que la conmutación en T.D.M. de 2.000 bit/seg. de capacidad, dará lugar a ahorros muy notables en comparación con las prácticas corrientes de la conmutación telex.

Son muchos los usuarios potenciales de estas nuevas posibilidades, y no son los datos precisamente los que van a producir la mayor parte del tráfico. El mayor uso puede ser para texto, facsimil en blanco y negro y sus derivados.

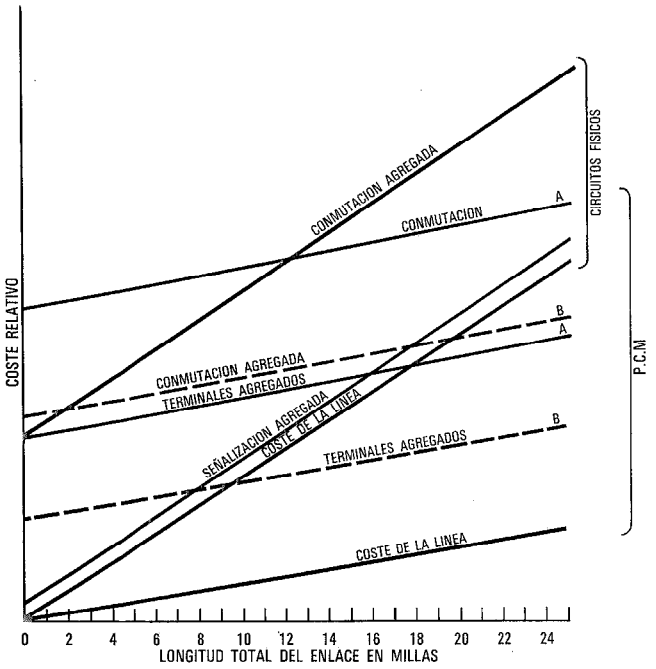


Fig. 2 Comparación del coste entre los circuitos físicos y P.C.M., en el caso de conexión local de tránsito.
NOTA: En P.C.M. las líneas A se basan en un estimado prudente para 1966 y las líneas B para 1970.

3.5 Uniformidad en los diseños de conmutación de tránsito e interurbana

Una herramienta adicional muy útil para quién ha de planificar la red, es la uniformidad como consecuencia del empleo natural de la conmutación a 4 hilos, su alta velocidad y su rápida y versatil señalización, el modo P.C.M. proporciona la perspectiva de un conmutador básico de alta capacidad y accesibilidad perfecta, económico en un amplio margen de tamaños y funciones. (Por conmutador de accesibilidad perfecta entendemos un conmutador sujeto a un bloqueo calculable, en el que cualquier entrada puede alcanzar cualquier salida). Esto significa que la distinción normal entre conmutadores de tránsito local, interurbano saliente, interurbano entrante e interbano de tránsito pueden desaparecer practicamente, y tendremos a nuestro alcance un tipo de conmutador universal, con las variantes convenientes en su programa de control, que puede utilizarse para cualquiera de estas funciones, y en realidad para varias de ellas simultáneamente.

3.6 Extensión a centrales locales

Hasta aquí, hemos considerado, principalmente, las redes de tránsito e interurbanas. Si nos fijamos en las centrales locales podemos advertir que la conmutación P.C.M. tiene mucho que aportar, de cualquier modo, a las grandes centrales locales en los grandes centros urbanos. La conmutación local está evolucionando siguiendo modelos diferentes, pero muchos de ellos están basados en una estructura general relacionada hasta cierto punto con la asociación conexión de línea, conexión de enlaces de Bell System.

Al menos y hasta que la digitalización de la voz no se pueda realizar debidamente a nivel del aparato de abonado, (que, entretanto llega, no se va a considerar aquí), la conexión de líneas no puede utilizar conmutación digital, pero la conversión de parte de la capacidad de la conexión de enlaces a conmutación digital es probable

que tenga grandes atractivos. Podría ser adecuado la utilización de P. C. M. para conexiones de tránsito e interurbanas, y podría introducir una base económica mejor para extender el P. C. M. a conexiones directas. Podría ser en este sentido tan barata y probablemente más que otras soluciones posibles, incluso cuando sólo una parte del conjunto de conexiones se convirtiese al funcionamiento P. C. M.; finalmente abriría la posibilidad de simplificación y reducción de coste en el área de conexiones de línea. Un sistema de enlaces P.C.M. del tipo sugerido no difiere fundamentalmente del conmutador de tránsito que hemos estado discutiendo. Las principales diferencias radicarían en que el lado local, sería servido enteramente por adaptadores locales, y que para la apreciación del potencial completo de esta asociación, el control central debería organizarse para servir tanto a las secciones de enlaces locales como a las de conexión de línea.

La conmutación por modulación de impulsos en amplitud, P.A.M. presenta atractivos indiscutibles para la etapa de conexión de líneas, aparte de la perpetua dificultad del coste alto del terminal de linea de abonado, y su limitación de la anchura de banda. La importancia de esto último es función, principalmente de la esperanza que se tenga en la utilización extensa de una red de comunicación para otros usos que la voz, datos de alta velocidad, facsimil, etc., y se puede dejar abierto el camino para estas posibilidades mas amplias, siendo un valioso complemento. Es posible, en la modalidad P. C. M. crear cuadros de muy alta capacidad y accesibilidad perfecta (varios miles de Erlang) y a causa de ésto, incluso en centrales muy grandes, pueden utilizarse pequeñas unidades de línea sin perder eficiencia de tráfico.

4. Implantación práctica

El examen de los problemas de la introducción progresiva del modo digital en las redes existentes, es dificil si se considera en un plano completamente general, ya que

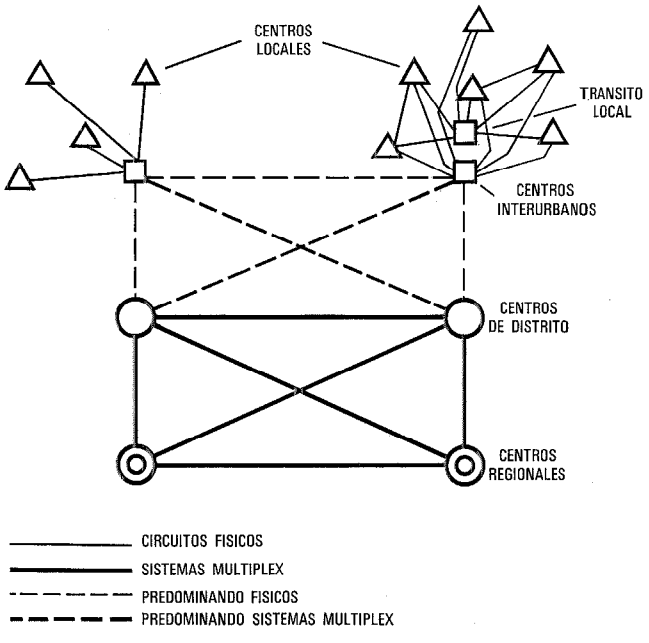


Fig. 3 Red jerárquica típica.

todas las administraciones tienen sus propios problemas especiales tanto en relación con la disposición de su red como en lo que se refiere a las características habituales en lo que a la conmutación se refiere. Sin embargo, parece razonable intentar ilustrar la posible evolución, por medio del tipo de estructura jerárquica que se muestra en la Fig. 3, que, aunque existan muchas variantes, es representativa del fundamento básico de muchas redes nacionales.

En dicha red, es probable que la primera aplicación del P. C. M. sea la sustitución de los circuitos físicos en los enlaces mostrados en Fig. 4. Esto está comenzando a suceder ya. En muchas partes de la red la introducción del conmutador de tránsito P. C. M. puede aumentar notablemente el atractivo de este proceso, y en virtud de su velocidad, flexibilidad de señalización y comportamiento en transmisión, conduciria a una fusión mucho más efectiva de las funciones de un centro de tránsito local y de una central interurbana.

Este proceso de sustitución de circuitos físicos por portadoras de P. C. M. podría extenderse muy rápidamente a una etapa posterior en la red típica interurbana en la que portadoras de F. D. M. ordinarias se están usando todavía muy extensamente, es decir, entre centros interurbanos y de distrito. Sin embargo, cuando consideramos la etapa siguiente de penetración en operaciones para líneas largas, nos enfrentamos con una inversión inmensa en sistemas por división de frecuencias que no pueden ser sustituídos de un modo drástico.

Sin embargo para darnos cuenta de la potencialidad de la red digital para una manipulación de datos realmente económica, es imperativo pensar a nivel nacional como mínimo. La solución que parece más esperanzadora consistiría en instalar conmutación y transmisión digitales como se indica en las líneas gruesas de puntos de la Fig. 5. Esto podría hacerse con una inversión razonablemente limitada, y aseguraría la consecución de dos objetivos.

a) Proporcionar una capacidad digital que sirviese como base para el tratamiento de datos sobre una red

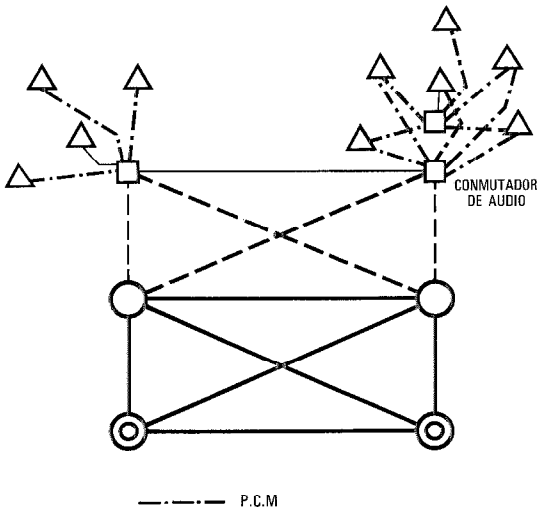


Fig. 4 Red jerárquica típica en la que se representa, la primera fase de la introducción de P.C.M., sustituyendo los circuitos físicos en la red local de enlaces.

nacional, que juntamente con las transformaciones a las que nos hemos referido ya en el campo de los enlaces daría acceso razonable a todos los usuarios más apropiados (los urbanos), y admitiría acceso suficientemente económico, pero ligeramente más costoso para un número limitado de usuarios más dispersos.

b) Proporcionar una red muy conveniente con buen funcionamiento para transmisión, velocidad y flexibilidad de señalización para manejar el tráfico de voz en "ruta final" de un modo más efectivo que el realizable con conexiones F. D. M. multiconmutadas. El tráfico debido a este uso sería suficientemente pequeño para limitar el volumen de inversión a algo más asequible, pero suficientemente grande, juntamente con la utilización de datos, como para hacer la red viable.

4.1 Fundamento de la transmisión para utilización en largas distancias

Al seleccionar unos fundamentos de transmisión para esta incursión en secciones de larga distancia, es probable que sea necesario algún compromiso inicial. Sería necesario una capacidad de banda más ancha que los 24 canales en pares no cargados, para mantener los costes por línea en un nivel discreto. Por otra parte dos factores limitan un progreso mayor para una explotación inicial. Uno es la necesidad de más experiencia en lógica digital de muy alta velocidad y el otro es la necesidad de controlar la inversión. El objetivo es crear una red amplia aunque sencilla en sus modos de encaminamiento. El coste inicial de una red extensa basada en una capacidad de 3.500 canales (el equivalente al sistema de 224 Mbit/s de los B. T. L.) es probable que resulte excesivo, y que se pueda encontrar una solución más razonable con una capacidad del orden de 96 canales sobre pares unidireccionales y de alrededor de 384 canales en cable coaxial de pequeño diámetro, aunque un análisis posterior de las limitaciones debidas a diafonía es preciso antes de que las capacidades finales sean elegidas. El coste de la línea por milla en éstos, puede que sea algo más elevado que el del cable coaxial de 960 ó 2.700 canales, razón por la que se admitió esta posibilidad en la sección 3.3. Sin embargo esta ligera desventaja está más que compensada por los bajos costes de los terminales, señalización y conmutación incluso para enlaces de larga distancia (mayores de varios cientos de millas).

En el caso de cables de pares unidireccionales, muchos de los países más desarrollados tienen ya una red de enlaces con tales cables que fué instalada antes que el cable coaxial, y que sirve ahora para proporcionar de 24 á 60 canales telefónicos por par. En la mayor parte de los países, estas rutas están servidas paralelamente por coaxial de gran capacidad o microondas, de tal modo que los problemas de conversión serían mínimos y se daría la oportunidad de sustituir el equipo relativamente viejo y pesado en las estaciones repetidoras existentes.

4.2 Evolución en el campo de las unidades terminales

En opinión de los autores, la flexibilidad del conmutador básico y de la señalización de línea, asociada, proporciona amplia libertad de maniobra en la organización de la coordinación con los procedimientos habituales existentes y futuros en conmutación local. Se ha indicado ya, que, después del paso inicial de utilizar sistemas P. C. M. en las centrales locales ya existentes, el paso siguiente podría ser, lógicamente, la introducción de P. C. M. en conexión de enlaces. Esto podría cooperar con la conmutación de abonado en modos existentes, tales como el paso a paso, o en modos futuros tales como los sistemas de barras cruzadas con relés de lengüeta e incluso con sistemas de división en el tiempo con modulación de impulsos en amplitud.

Sin embargo, parece deseable, examinar los modelos para la manipulación de datos.

La Fig. 6 muestra una sección de una red que comprende una central local, una central interurbana y otra de tránsito interurbana.

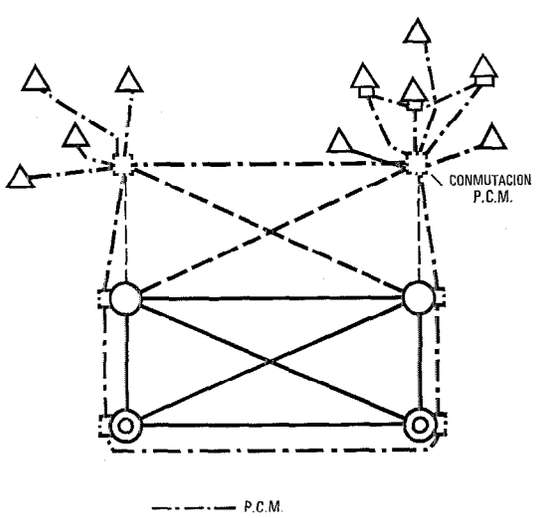


Fig. 5 Red jerárquica típica, mostrando la iniciación de una red nacional para la conmutación de tránsito local, interurbano y transmisión y conmutación por sistema P.C.M. en la red fundamental de larga distancia.

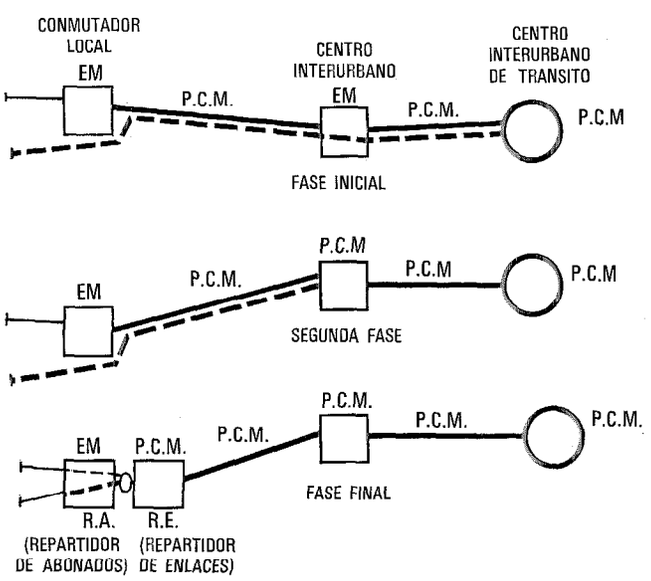


Fig. 6 Adaptación escalonada del P.C.M. para envio de datos con alta velocidad.

Una posible secuencia de acontecimientos podrían imponer la introducción de circuitos de enlace P. C. M. como se muestra y la introducción de conmutación P. C. M. en la central de tránsito interurbana, lo que daría acceso a una red de tránsito con una capacidad inicial moderada a la que ya se ha aludido también.

Si se ha supuesto que la conmutación local e interurbana existente no es adecuada para el funcionamiento con datos de alta velocidad, la fase inicial llevaría consigo el uso de canales P. C. M. como líneas de abonado hacia la central de tránsito. Esta no es una solución económica, pero proporcionaría un servicio más barato que cualquier red existente, para la transmisión de datos de alta velocidad. La capacidad de 2.000 bit/s podría utilizarse inicialmente, de nuevo como un método sencillo de proporcionar líneas de abonado largas a una central de conmutación.

Cuando la central interurbana pasara a ser P. C. M. sería posible arreglar las cosas de modo que se llevase a cabo la conmutación de líneas de abonado para datos de alta velocidad en la central interurbana, y reducir, por consiguiente su longitud. Los datos de baja velocidad podrían ser conmutados donde y cuando fuera conveniente.

Con la introducción del P. C. M. en las centrales locales, se daría un paso más para proporcionar un servicio más económico al tratamiento de los datos de alta velocidad. Aquí se presenta una posible disposición final para una central local. Se supone en nuestro caso que la unidad de conmutación de líneas o local es universal, es decir, apropiada para conmutar una gran variedad de tráfico, que incluye conversación, datos de alta y baja velocidad, mientras que en la adaptación al sistema de conexión de enlaces las diversas llamadas son distribuídas de acuerdo con el tipo de tratamiento que les convenga a través de la red principal apropiada a sus necesidades particulares.

Conclusión

En este artículo ha sido posible, únicamente, dar una idea muy breve del crecimiento posible de una red digital. Esperamos no haber presentado solo algunos de sus atractivos en lo que a su economía y funcionamiento se refiere, sino haber acertado a desvanecer los naturales recelos que puede crear un concepto tan amplio. Hemos demostrado, también, que si se hace el proyecto de un sistema completo con la profundidad adecuada, no limitada por la manera de pensar tradicional, los nuevos métodos pueden introducirse de un modo compatible con los procedimientos existentes, de forma que sea practicable una transición económica.

Referencias

[1] H. E. Waughan: Research Model for Time-Separation Integrated Communications, B.S.T.J., Vol. 38, pp. 909—932, Julio 1959.
[2] J. S. Mayo: Pulse Code Modulation, Electro-Technology, pp. 88—98, Noviembre 1962.
[3] P. Mornet, A. Chatelon y J. Le Corre: Application of Pulse Code Modulation to an Integrated Telephone Network, Electrical Communication, Vol. 38 N° 1, pp. 23—55, 1963.
[4] W. T. Duerdoth: The Possibility of an Integrated P.C.M. Switching and Transmission Network, IPOEE, 15 Marzo 1966.
[5] G. C. Hartley, P. Mornet, F. Ralph and D. J. Tarran: Technique of Pulse Code Modulation in Communication Networks, Monografía del IEE publicada por Cambridge University Press, 1967.

G. C. Hartley nació en Stoke-on-Trent, Staffordshire, Inglaterra, en 1903. Se graduó en Cambridge con el grado de B. A. Honours en Matemáticas en 1924 y se incorporó a Standard Telephones and Cables donde, en 1930, pasó a ser Jefe de la Sección de Diseño de Circuitos. En 1936 aumentó su responsabilidad; en 1934 se hizo cargo del desarrollo de conmutación y en 1950; de desarrollos avanzados. Durante 1959 fué a I.T.T.C.S. (una compañía subsidiaria de ITT) de los Estados Unidos, como consultor especial en proyectos militares, hasta 1963 en que se incorporó al Grupo de Planificación y Desarrollos Avanzados de Standard Telecommunication Laboratories.

Mr. Hartley ha representado a S.T.C. en diversos comités técnicos durante el período 1946—59. Es autor de diversos artículos técnicos sobre asuntos varios de conmutación y señalización con más de 90 patentes.

J. Dejean. La biografía en la página 5.

Elementos para una teoría general de los procesos de servicio

(Aplicación de las características funcionales en la teoría del tráfico.)

R. FORTET — Profesor de la Facultad de Ciencias de Paris.
Asesor científico del Laboratoire Central de Télécommunications, Paris.

Nota del editor

Esta comunicación fué presentada en el 5º. Congreso Internacional de Teletráfico (Nueva York, 14—20 Junio 1967). Las circunstancias no han permitido la publicación en este número. Las personas interesadas pueden obtener un ejemplar en Francés o en Inglés dirigiéndose al Editor de la Revista.

Un sistema de servicio Σ puede considerarse como un medio que transforma una entrada $X(t)$ (por ejemplo, el flujo de llamadas) en una salida $Y(t)$ (por ejemplo, el flujo de salida de las llamadas); si se hace

$Y(t) = \tau[X(t)]$, generalmente

1. $X(t)$ e $Y(t)$ son procesos estocásticos.
2. τ es una transformación no lineal.
3. τ es una transformación estocástica

(porque la duración del servicio es aleatoria)

El estudio matemático de Σ, en particular la determinación de la ley de probabilidad de $Y(t)$, partiendo de la ley de probabilidad de $\{\tau, X(t)\}$, que se supone conocida, puede obtenerse explicitamente, sólo en algunos casos particulares; un caso fundamental es cuando $X(t)$ es un proceso de Poisson. Pero en muchos casos, $X(t)$ que es entrada de Σ, es al mismo tiempo salida de otro sistema de servicio Σ', y entonces la hipótesis de Poisson no es buena. Para el estudio de sistemas con varias etapas, o de redes en su conjunto, etc., es necesario presentar una teoría que sea válida para una entrada arbitraria $X(t)$.

Con una entrada arbitraria $X(t)$ no hay oportunidad de conseguir fórmulas completas y rigurosas; no obstante pueden conseguirse métodos de aproximación característicos. Un primer éxito en esta dirección está basado en los resultados conseguidos por Kingman y otros autores para los problemas de demora. En este caso la aproximación está fundada en la suposición de que la oferta de tráfico está muy cerca del valor de congestión. En el caso de sistemas con llamadas perdidas, la aproximación pudiera estar basada en la hipótesis de que es pequeña la probabilidad de pérdida.

Para el desarrollo de esta teoría, podría ser útil la representación de la ley de probabilidades de un proceso estocástico $X(t)$ por su característica funcional $\varphi(f)$ si F es un espacio vectorial convenientemente elegido de la función f de t, $\varphi(f)$ se define como función de f en F por:

$$\varphi(f) = E\{\exp[i\int f(t)\, x(t)\, dt]$$

(Siendo E = esperanza matemática) generalmente se toman para f, funciones exactas y reales; puede ser útil en algunos casos tomar para f, funciones aleatorias y completas.

La relación $Y(t) = \tau[X(t)]$ puede expresarse por el hecho de que la función característica Ψ de $Y(t)$ es una función determinada T de φ. El problema consiste en determinar un método de aproximación para calcular $\Psi = T[\varphi]$. Es muy animadora la aplicación a casos sencillos.

Nombramiento

Director de STC, nombrado Presidente de CEMAC.

Mr. **P. H. Spagnoletti** OBE, Director de las Actividades Commerciales de la Standard Telephones and Cables Ltd., ha sido nombrado Presidente del "Committee of European Association of Manufacturers of Active Electronic Components (CEMAC)". En Enero de 1967 se ha constituído esta nueva organización con objeto de procurar en toda Europa la compatibilidad de especificaciones, procedimientos y organización de componentes electrónicos activos. Su objetivo es llegar a especificaciones reconocidas en toda Europa y a través de IEC desarrollar los tipos mundiales.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Redes de ayuda mutua combinadas con sistemas de mallas

B. CANCEILL
D. GUTIERREZ
Standard Eléctrica SA., Madrid

1. Introducción

El diseño de todos los sistemas modernos de conmutación se basa en operar con sistemas de mallas de varias etapas. Teniendo en cuenta que el objetivo del ingeniero es minimizar el coste del equipo, conservando el grado de servicio en el valor requerido, ha de encontrar un compromiso, entre otras cosas, entre el tamaño de las matrices y el número de etapas. Se sabe, que para redes homogeneas, en las cuales todos los caminos tienen la misma longitud, a menor número de matrices, mayor número de etapas, pero ésto está limitado, evidentemente, por la importancia del control necesario.

En realidad, se sabe perfectamente que el coste mínimo de una red de conmutación, depende del tamaño de las matrices. Las consideraciones acerca de la uniformidad de la fabricación están a favor de la adopción de un pequeño número de tamaños. Los ingenieros de tráfico pueden aprovecharse de estos tamaños standard para el diseño de nuevas redes que no sean necesariamente homogéneas, mediante la introducción del concepto de ayuda mutua.

Nosotros la definimos de la forma siguiente: un sistema con ayuda mutua es un sistema en el cual algunas salidas de una etapa de conexión dada, están conectadas a entradas de la misma etapa o de una anterior. En tales sistemas, las llamadas pueden atravesar una misma etapa más de una vez. Generalmente, estos caminos más largos, son caminos de elección posterior y el sistema de conmutación es heterogéneo. Los términos "mutual aid", "reentering overflow" ò "reciprocal overflow" han sido usados en los trabajos referentes a este asunto. El término más corto "entraide" ha sido preferido por el Comité de Nomenclatura del Congreso Internacional de Teletráfico.

En el capítulo 2 se dan algunos ejemplos de redes de ayuda mutua combinadas con sistemas de mallas, desde los puntos de vista complementarios; configuración geométrica y con reglas de búsqueda iguales a aquellas que se aplican por el circuito de control.

En el capítulo 3 se dan varias fórmulas aproximadas para el dimensionado práctico que sirven para hacer que los cálculos numéricos sean si no sencillos, por lo menos manejables, pesando los distintos tipos de error que pueden presentarse con las simplificaciones matemáticas introducidas para el modelo necesario.

La opinión de los ingenieros de tráfico es que los errores de distinto signo pueden compensarse parcialmente.

Por último en el capítulo 4, se presentan algunos resultados obtenidos mediante simulación de tráfico, comparados con los resultados de cálculo obtenidos mediante las anteriores fórmulas aproximadas. Todas las simulaciones han sido realizadas mediante el modelo matemático de "ruleta" debido a Kosten, con finito o infinito número de fuentes primarias de tráfico, para redes que sirven respectivamente abonados o enlaces.

2. Descripción geométrica de una red de ayuda mutua

2.1 Objeto

La siguiente descripción se refiere a un caso particular y se ha hecho así porque los ingenieros están siempre interesados en estos casos. Además la simulación de tráfico puede realizarse mejor en un caso particular, bien determinado.

La Fig. 1 representa simbólicamente la red de ayuda mutua entre K secciones o matrices, cualquiera que sea la etapa del sistema de mallas a la que pertenece. Cada una de las K matrices tiene r entradas desde la etapa precedente y s salidas hacia la siguiente, además existen t salidas de ayuda mutua hacia las otras $K-1$ matrices de la misma etapa y n entradas de las mismas. Se considera aquí solamente el caso en el que se verifique $n < e \leqslant t$ definiéndose e como: $min\,[t, (K-1)\,n]$, así que cada una de las Kn entradas de ayuda mutua está multiplada sobre un número medio $i = e/n$ de las salidas tomadas entre $(K-1)\,e$ de ellas. Para $i > 1$ y entero, este cableado puede considerarse como una interconexión graduada homogénea de Kn órganos, con accesibilidad e. Si i no es entero, se tiene una interconexión graduada pseudo-homogénea con dos números de interconexión

$$i_1 < i < i_2 = i_1 + 1.$$

La red de ayuda mutua queda definida por los parámetros K, e, n, de los cuales se obtienen el número f' de mallas de ayuda mutua entre dos secciones cualesquiera:

$$f' = min\,[n, e/(K-1)] \qquad (1)$$

Ha de tenerse en cuenta que, cuando f' no es entero, los $K\,(K-1)$ grupos de estas mallas unidireccionales pueden ser divididos en K_1 grupos de f'_1 mallas y K_2 grupos de $f'_2 = f'_1 + 1$ mallas, con las condiciones

$$\begin{aligned} K_1 + K_2 &= K\,(K-1) \\ K_1 f'_1 + K_2 f'_2 &= Ke \end{aligned} \qquad (2)$$

La generalización a enlaces de ayuda mutua bidireccionales es posible, pero no será considerada aquí.

2.2 Descripción de un caso particular

Partiendo de la información anterior pueden ser efectuados cálculos aproximados, pero para la simulación de

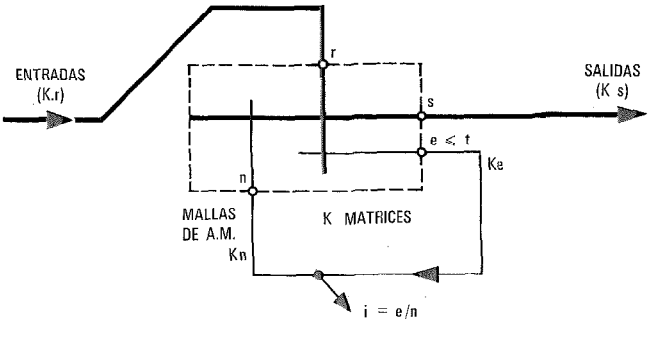


Fig. 1 Red de ayuda mutua.

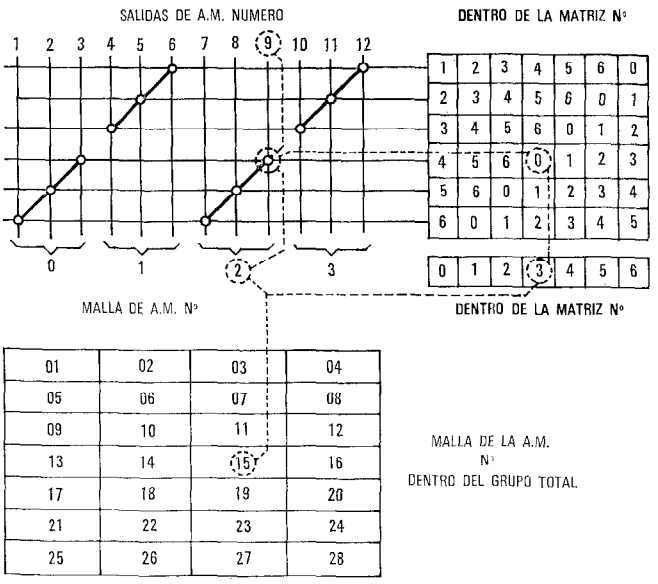


Fig. 2 Detalle de la red de ayuda mutua mostrando la permutación cíclica.

tráfico es necesaria una descripción más precisa. La Fig. 2 se refiere al caso en el cual existen $K = 7$ matrices primarias, numeradas de 0 á 6, con $n = 4$. Las mallas de ayuda mutua dentro de cada matriz pueden ser numeradas de 0 á 3, pero se ha considerado más facil, teniendo en cuenta las direcciones de la memoria del ordenador, numerar el total de las mallas desde 1 a Kn, en este ejemplo de 1 á 28, comenzando por las de la matriz 0. Por último las salidas de la ayuda mutua son numeradas de 1 á 12 dentro de cada matriz, $(t = 12)$.

Se han adoptado aquí los convenios usuales de dibujo en las interconexiones graduadas homogéneas: en una cuadrícula de $(K-1)\ e = 6 \times 12 = 72$ puntos, se unen algunos de éstos formando grupos de tres puntos, ya que en nuestro caso: $e = min.\ [12, 24] = 12$ y el coeficiente de interconexión es $i = e/n = 12/4 = 3$. En la parte derecha de la figura 2, se dan las K matrices en permutación cíclica, que explica las interconexiones. Un corte horizontal de la figura conduce al número $f' = e/(K-1) = 2$ de mallas de interconexión de ayuda mutua entre una matriz y otra cualquiera de las $(K-1)$ restantes.

La malla número 15 señalada en la figura, es una de las dos mallas que unen la matriz 0 y la matriz 3, utilizando la salida nº. 9 de la matriz 0 y la entrada nº. 2 de la matriz 3; y es común con la salida nº. 8 de la matriz 1 y la salida nº. 7 de la matriz 2.

2.3 *Reglas de toma*

La red de ayuda mutua así descrita es usada solamente, para determinar un camino a través del sistema principal de mallas cuando no existen caminos accesibles más cortos, por ejemplo, cuando ninguna de las s salidas de una matriz, pueden ser usadas para formar un camino libre con una de las r entradas de la misma matriz. En tal caso, sin ayuda mutua existiría bloqueo y sería posible formar un camino a través de la red de ayuda mutua desde una entrada utilizable a una salida disponible en otra matriz.

Se tiene entonces una etapa más en el proceso de selección conjugada, esta etapa está cargada únicamente por una parte del tráfico total.

En efecto, consideremos una llamada que ha podido alcanzar una de las entradas en una determinada matriz, solamente las salidas de la misma matriz son utilizables, puede salir a cualquiera de las otras $(K-1)$ matrices. La regla de encaminamiento a través de la etapa de ayuda mutua es secuencial, sin posición propia, entre todas las $(K-1)$ matrices que tienen salidas utilizables y mallas de ayuda mutua libres desde la matriz que llama, efectuándose después una segunda búsqueda, con posición propia, entre aquellas mallas libres de las f' así definidas.

Como las simulaciones de tráfico son más fáciles de programar aplicando las reglas exactas de búsqueda existentes en los circuitos actuales, en cada intento de llamada se ha invertido también la dirección de toma, eligiendo al azar el punto de partida.

De la descripción de esta regla de toma, puede esperarse que la operación en la hora cargada de esta interconexión graduada homogénea no está lejos de las hipótesis de toma al azar, es decir, este conjunto de mallas de ayuda mutua puede considerarse como un grupo simétrico de tráfico en el sentido dado por Fortet y Canceill – [1].

La Fig. 3 representa la tabla básica de todas las mallas de ayuda mutua utilizables desde cada matriz que llama, en el caso presentado en la Fig. 2. Como se ha dicho, la ley de toma es desde un punto de partida al azar, así cada línea puede ser considerada cíclica, o repetida módulo 12. La dirección de toma es de izquierda a derecha para llamadas pares y de derecha izquierda para llamadas impares.

Matriz que llama	Mallas de ayuda mutua											
0	05	07	09	11	13	15	18	20	22	24	26	28
1	09	11	13	15	17	19	22	24	26	28	02	04
2	13	15	17	19	21	23	26	28	02	04	06	08
3	17	19	21	23	25	27	02	04	06	08	10	12
4	21	23	25	27	01	03	06	08	10	12	14	16
5	25	27	01	03	05	07	10	12	14	16	18	20
6	01	03	05	07	09	11	14	16	18	20	22	24

Fig. 3 Mallas de ayuda mutua accesibles desde cada matriz que llama.

2.4 Accesibilidad media

El concepto de accesibilidad equivalente, ha sido estudiado en Alemania hace algunos años donde Bininda y Wendt – [2] – la han propuesto para interconexiones graduadas de una etapa y sistemas de mallas de dos etapas. A. D. Kharkhevich – [3] – y Pr. A. Lotze – [4] – han dedicado también algún tiempo a este estudio, pero el estado presente del problema muestra en algunos casos marcadas diferencias entre accesibilidad equivalente y valor medio de una accesibilidad variable.

No obstante se presentan aquí brevemente los cálculos de accesibilidad media para la red de ayuda mútua descrita.

Si cada una de las K matrices tiene s salidas directas, la accesibilidad variable $k'(d)$, desde una matriz dada que llama, a las Ks salidas del grupo, es un número entre s y Ks el cual depende principalmente de la carga de tráfico d de las mallas de ayuda mútua. Según el lema de Le Gall – [5] –, la calcularemos primero con la hipótesis de una distribución de Bernoulli en las mallas de ayuda mútua.

Llamemos P_k la probabilidad de que k matrices determinadas de las $(K-1)$ son accesibles a través de la red de ayuda mútua y las otras $(K-1-k)$ no lo son; entonces:

$$k'(d) = Ks - (K-1)\, s \sum_{k=1}^{K-1} C_{K-2}^{k-1} P_k \qquad (3)$$

con

$$P_k = (d^{t'})^k (1-d^{t'})^{K-1-k}. \qquad (4)$$

Desarrollando P_k y reemplazando d^x por la probabilidad de que x mallas determinadas de ayuda mutua estén ocupadas en el grupo simétrico de tráfico de Kn órganos, indicaremos:

$$[p^x]_{Kn}^{D} \qquad \text{con } D = Knd$$

tenemos

$$k' = Ks - (K-1)\, s.\, A \qquad (5)$$

$$A = \sum_{i,j=0}^{i+j \le K-2} \sum C_{K-2}^{j}\, C_{K-2-j}^{i}\, (-1)^i\, [p^{t'(i+j+1)}]_{Kn}^{D} \qquad (6)$$

Se prueba facilmente que solo el término $i + j = 0$ es distinto de cero, por tanto:

$$k' = s \left\{ K - (K-1)\, [p^{t'}]_{Kn}^{D} \right\} \qquad (7)$$

Esta fórmula para un tráfico de ayuda mutua con una distribución de Bernoulli es:

$$k'(d) = s\, [K - (K-1)\, d^{t'}] \qquad (8)$$

y para una distribución de Erlang:

$$k'(D) = s \left[K - (K-1) \frac{E_{Kn}(D)}{E_{Kn-f'}(D)} \right] \qquad (9)$$

Estos resultados muestran que, si el tráfico de ayuda mútua se mantiene dentro de ciertos límites, es decir, $[p^{t'}]$ es bastante pequeño, la accesibilidad desde una matriz que llama a todas las salidas del grupo es más próxima a Ks que a s, este valor mide en algunos casos la permeabilidad de la red de ayuda mútua.

3. Método aproximado de cálculo

3.1 Principios

Hasta ahora todos los métodos aproximados para el cálculo de sistemas de mallas con varias etapas, se basan en la hipótesis de independencia estocástica entre las etapas sucesivas. Los principios de este método pueden ser asociados a los nombres de C. Jacobaeus – [6] –, C. Lee – [7] – y P. Le Gall – [5] –, este último muestra claramente la diferencia entre parámetros geométricos y estocásticos.

Al aplicar este método a las redes de ayuda mútua es necesario efectuar lo siguiente:

a) Construir el gráfico de caminos posibles sin utilizar la ayuda mútua.

b) Obtener el tráfico ofrecido a cada una de las redes de ayuda mútua.

c) Construir el gráfico de todos los caminos posibles utilizando o no las mallas de ayuda mútua.

d) Obtener el bloqueo final.

Para los puntos b) y d) han de ser hechas varias hipótesis en relación con la distribución de tráfico en cada etapa.

Recientemente J. Chatang y C. Grandjean – [9] – han ampliado el estudio de W. Rabe – [10] – a sobrecargas recíprocas asociadas a redes de una etapa por medio de las ecuaciones de estado; este método no puede ser generalizado a sistemas de mallas con varias etapas, incluyendo la ayuda mútua, debido al tamaño del sistema lineal a resolver. Sus resultados sólo son aplicables a redes de ayuda mútua asociadas a sistemas de una etapa.

Cuando se consideran redes de ayuda mútua asociadas a sistemas de mallas de dos o más etapas, el cálculo del tráfico de ayuda mútua es de forma diferente: este tráfico puede ser considerado como el no cursado por un sistema de mallas, en lugar de un grupo de accesibilidad total y es sabido que el bloqueo interior es originado por la combinación de órganos ocupados dentro de las sucesivas etapas. Esta es la razón de que la descripción del tráfico de ayuda mútua solamente por su media, puede ser considerada como una aproximación mejor que si se obtiene de la ocupación completa de grupos de accesibilidad total.

En el ejemplo de cálculo aproximado que se da a continuación, se considera una distribución de Erlang en el grupo de ayuda mútua. Ninguna justificación mejor puede darse, que la comparación de los resultados de cálculo con los obtenidos mediante la simulación, como se hace en el Capítulo 4.

3.2 Ejemplo de redes de ayuda mútua asociadas con sistemas de mallas con dos etapas

Este ejemplo ha sido tomado de un sistema de barras cruzadas, ya que éste es bien conocido, como lo es también la terminología usada. La Fig. 4 representa el conjunto de $g = 4$ unidades de selección de grupo que sirven conjuntamente a un número de rutas de $N_i = mh_i$ enlaces cada una y un tráfico total $\sum T_i$. Como es sabido las salidas de los 4 grupos están multipladas, por tanto

$$\sum_i N_i \leqslant 20 \times 52 = 1.024.$$

Cada unidad de grupo tiene $m = 20$ secciones secundarias de 52 salidas y $fK = 14$ entradas (selectores secundarios), $K = 7$ secciones primarias con 40 entradas (selectores primarios), 40 mallas directas y 12 salidas de

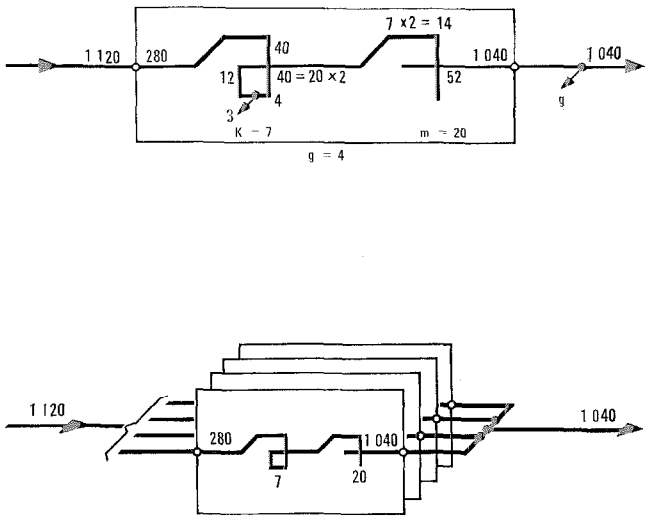


Fig. 4 Representación simbólica de 4 unidades de grupo de dos etapas más la de ayuda mútua.

ayuda mútua y $n = 4$ entradas de ayuda mútua (selectores primarios de ayuda mútua).

La Fig. 5 muestra el gráfico de los caminos accesibles para una llamada destinada a una ruta dada. Las mf mallas directas accesibles desde la sección que llama han sido dibujadas con líneas de trazos y las restantes $(K-1)\,mf$ mallas directas con líneas continuas.

3.2.1 *Cálculo del tráfico de ayuda mútua*

Las fórmulas clásicas para sistemas de mallas con dos etapas dan la congestión en el tiempo, sin ayuda mútua, suponiendo una distribución de Erlang en las rutas y una de Bernoulli en las mf mallas directas (del total Kmf, o

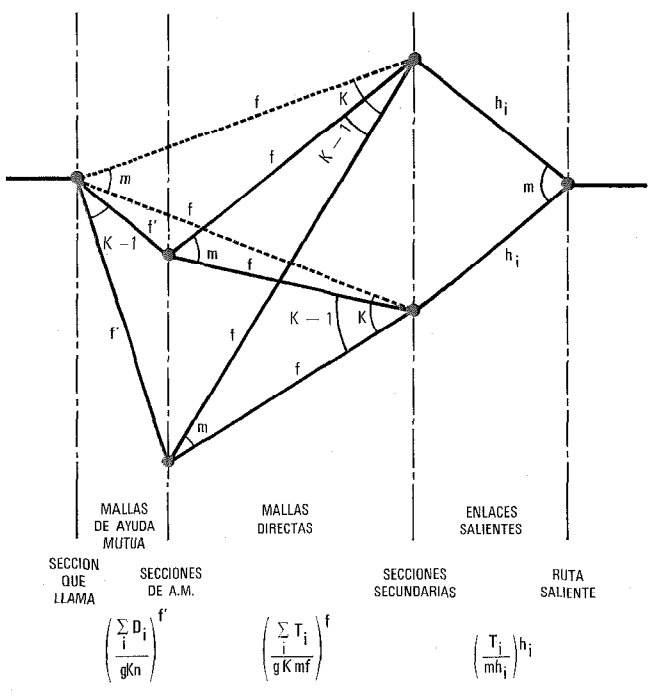


Fig. 5 Gráfico de caminos en selección de grupo.

de las $gKmf$ para distribuciones más apropiadas de las rutas entrantes sobre las gK secciones primarias).

$$P_1 = \sum_{j=0}^{m} C_m^j \,(p_1{}^f)^{m-j}\,(1-p_1{}^f)^j \,\frac{E_{mh_i}(T_i)}{E_{(m-i)\,h_i}(T_i)} \tag{10}$$

la carga por malla directa es:

$$p_1 = \frac{\Sigma\,(T_i)}{gKmf} \tag{11}$$

Esta fórmula se reduce a la de Jacobaeus para $h_i \leqslant 1$

$$P_1 = \frac{E_{mh_i}(T_i)}{E_{mh_i}\left(\dfrac{T_i}{p_1{}^f}\right)} \tag{12}$$

la cual puede considerarse como una buena aproximación de (10) para valores de h_i mayores que la unidad pero no mucho más altos.

El tráfico total gD ofrecido a las g redes de ayuda mútua será calculado (la ocupación total del grupo saliente produce inmediatamente al rechazo de la llamada, un segundo intento o encaminamiento alternado) mediante la fórmula:

$$gD = \sum_i T_i\, E_{mh_i}(T_i)\left[\frac{1}{E_{mh_i}\left(\dfrac{T_i}{p_i{}^f}\right)} - 1\right] \tag{13}$$

Considerando que este tráfico total está igualmente distribuído sobre las g redes de ayuda mútua se tiene que D erlangs son ofrecidos a los Kn selectores de ayuda mútua de cada unidad.

3.2.2 *Cálculo del bloqueo*

Partiendo del gráfico dado en la Fig. 5 se puede obtener facilmente el bloqueo hacia la ruta i, para un sistema de mallas con tres etapas completamente interconectado, mediante la fórmula siguiente:

$$P_i = \sum_{k=0}^{K-1} Q_k\, P_{k+1,\,i} \tag{14}$$

en la cual Q_k es la distribución del número k de secciones primarias accesible a través de la red de ayuda mútua y $P_{k+1,\,i}$ es el bloqueo del sistema de mallas con dos etapas, constituído por la ruta i y las $(k+1)\,mf$ mallas de acceso a ella desde la sección que llama y desde las otras k secciones primarias consideradas. Entonces:

$$Q_k = C_{K-1}^{k} \sum_{\lambda=0}^{k} C_k^{\lambda}\,(-1)^{k-\lambda}\,\frac{E_{Kn}(D)}{E_{Kn-e+\lambda f'}(D)} \tag{15}$$

$$P_{k+1,\,i} = \frac{E_{mh_i}(T_i)}{E_{mh_i}\left(\dfrac{T_i}{p_1{}^{(k+1)\,f}}\right)}. \tag{16}$$

Estrictamente hablando, la fórmula dada para $P_{k+1,\,i}$ es aproximada para valores del índice k, próximos a $K-1$, la distribución a aplicar a las mallas se aproximada más a la de Erlang que a la de Bernoulli.

No obstante, el pequeño error en que se incurre será contrarrestado por el valor de Q_k que normalmente es pequeño.

Si el número de selectores de ayuda mútua Kn instalados es suficiente para el tráfico D, es posible mantener P_i muy próximo a $P_{k,\,i}$ (bloqueo si la ayuda mútua fuera perfecta), el cual es aproximadamente igual a la pérdida de accesibilidad completa $E_{mh_i}(T_i)$ para $p_i \leqslant 0{,}72$.

Tabla 1 Factor de corrección

K	7	6				5				4		
f	2	14/6		2		14/5		2		14/4		2
d \ f'	2	12/5	2	12/5	2	3	2	3	2	4	3	2
0,225	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,005	0,03	0,01	0,035	0,0	0,01	0,03
0,250	0,035	0,02	0,035	0,03	0,05	0,01	0,03	0,015	0,04	0,0	0,01	0,04
0,275	0,04	0,025	0,045	0,035	0,065	0,01	0,04	0,015	0,055	0,0	0,015	0,045
0,300	0,05	0,03	0,055	0,04	0,08	0,01	0,05	0,02	0,07	0,005	0,015	0,06
0,325	0,06	0,035	0,065	0,05	0,095	0,015	0,065	0,025	0,09	0,005	0,02	0,07
0,350	0,075	0,05	0,08	0,065	0,11	0,025	0,085	0,035	0,12	0,01	0,03	0,09
0,375	0,09	0,065	0,10	0,08	0,13	0,035	0,11	0,05	0,14	0,015	0,04	0,11
0,400	0,11	0,085	0,12	0,10	0,15	0,05	0,13	0,07	0,17	0,02	0,06	0,15
0,425	0,13	0,11	0,15	0,13	0,18	0,07	0,17	0,09	0,21	0,035	0,085	0,20
0,450	0,16	0,13	0,18	0,16	0,22	0,10	0,21	0,12	0,26	0,05	0,12	0,26
0,475	0,19	0,16	0,22	0,19	0,26	0,13	0,26	0,15	0,32	0,07	0,15	0,33
0,500	0,23	0,19	0,26	0,23	0,31	0,16	0,32	0,19	0,38	0,10	0,21	0,41

El método de dimensionado práctico será determinar las rutas de acuerdo con la fórmula de Erlang para accesibilidad completa y determinar el bloqueo interno como la diferencia $P_i - E_{mh_i}(T_i)$ menor que el valor requerido, por ejemplo 0.001 ó 0.005, proporcionando el número necesario de selectores de ayuda mútua por unidad de grupo. La validez del método puede ser fijada comparando los valores del bloque interno obtenidos mediante cálculo con los resultados de la simulación de tráfico.

3.2.3 Cálculos simplificados

En la mayor parte de los casos prácticos, el número de selectores de ayuda mútua se toma de manera que la carga media de las mallas de ayuda mútua sea: $0{,}25 < d < 0{,}50$ erlangs. En este caso los cálculos de (15) y (16) se simplifican mucho usando la tabla siguiente debida a Chatang — [8] —, en la que se da el factor ε de corrección que debe ser aplicado a P_k, pérdida cuando la ayuda mútua es perfecta:

$$P = (1+\varepsilon)\, P_K \qquad (17)$$

los valores de ε han sido obtenidos considerando que ε depende principalmente de K y $d^{f'}$ (d carga de las mallas de ayuda mútua) y mucho menos de p_1 y de la carga de las salidas. La Tabla 1 ha sido calculada para valores pequeños de C y altos p_1 y es de utilidad para cálculos prácticos de las dimensiones de varias unidades de grupo.

Las fórmulas aproximadas para el cálculo del factor ε son las siguientes:

$$\text{para } d < 0{,}35 \qquad \varepsilon \simeq (K-1)\left(\frac{P_{K-1}}{P_K} - 1\right) d^{f'}. \qquad (18)$$

$$\text{para } d < 0{,}50 \qquad \varepsilon \simeq \frac{K-1}{2}\left(\frac{P_{K-2}}{P_K} - 1\right) d^{f'}, \qquad (19)$$

En el caso $d > 0{,}50$ es decir (en un intervalo práctico de los valores de K y de f'), cuando $1-(K-2)\, d^{f'}$ es significativamente diferente de cero no se puede garantizar que estas fórmulas den resultados seguros, siendo necesario efectuar los cálculos de (15) y (16) para todos los valores de K.

4. Simulación de tráfico

4.1 Modelo e hipótesis

El modelo usado es conocido como "ruleta" de Kosten, simulando realmente el proceso de Markov de independencia del tiempo de los sucesivos estados de la red, generando intentos de llamada y de reposición independientes. El resultado es una estimación no polarizada de la congestión de llamadas.

Aquí solamente ha sido considerado tráfico de Erlang, es decir probabilidad constante de un nuevo intento de llamada, ya que las entradas de la red estudiada no pueden ser consideradas como fuentes primarias de tráfico. Como no se desea hacer ninguna hipótesis restrictiva sobre el tamaño de las rutas de tráfico entrante, y su cableado real en las entradas de las unidades de grupo, se ha aplicado la regla siguiente para la colocación de los intentos de llamada en las entradas: se elige al azar un punto de partida entre todas las entradas, la llamada toma la primera entrada libre por búsqueda secuencial desde el punto de partida. Se establece entonces que un intento de llamada es siempre colocado en una entrada, a excepción del caso en que todas las entradas de la red están ocupadas simultáneamente.

Tal hipótesis es más bien moderada y probablemente da bloqueos en la zona de mayor seguridad puesto que en las operaciones reales de las centrales, el tráfico ofrecido a tales redes ha sido uniformado un poco en las etapas precedentes. Pensamos, no obstante, realizar estudios intrínsecos de las unidades de grupo consideradas ofreciendo tráfico de Erlang puro. Cualquier simulación generando tráfico distribuído según Bernoulli en el grupo de entradas de cada matriz, probablemente da bloqueos más bajos que los reales.

Tabla 2 Resultados de la simulación para $g = 4$ unidades de grupo con 1.040 enlaces.

Nº. rutas R y tamaño mh		52 rutas de 20 enlaces				26 rutas de 40 enlaces			13 rutas de 80 enlaces		
Datos	Tráfico por malla p_1	0,78	0,75	0,72	0,68	0,78	0,75	0,72	0,78	0,75	0,72
	Tráfico total RT	873,6	840,0	806,4	761,6	873,6	840,0	806,4	873,6	840,0	806,4
	Tráfico por ruta T	16,80	16,15	15,51	14,65	33,60	32,31	31,02	67,20	64,62	62,04
Resultados de simulacion	Nº. de intentos C_1	120.000	100.000	100.000	100.000	120.000	100.000	100.000	280.000	140.000	160,000
	Pérdida en la ruta P_E	0,0659	0,0584	0,0515	0,0394	0,0321	0,0262	0,0195	0,0130	0,0076	0,0043
	Pérdida total P	0,0917	0,0741	0,0588	0,0414	0,0466	0,0328	0,0215	0,0172	0,0089	0,0047
	± Intervalo de confianza	±0,0046	±0,0053	±0,0039	±0,0034	±0,0041	±0,0040	±0,0024	±0,0017	±0,0017	±0,0009
	Razón de A. M. C_M/C_1	0,1180	0,1005	0,0828	0,0606	0,0929	0,0711	0,0514	0,0588	0,0384	0,0233
	Tráfico total de A. M.	103,1	84,5	66,7	46,2	78,1	59,7	41,4	51,4	32,3	18,8
Calculos	Pérdida Erlang $E = E_{mh}(T)$	0,0814	0,0674	0,0547	0,0397	0,0402	0,0291	0,0201	0,0150	0,0083	0,0042
	Pérdida A. M. perfecta. P_K	0,0844	0,0688	0,0555	0,0399	0,0417	0,0297	0,0204	0,0156	0,0085	0,0043
	Pérdida total $(1+\varepsilon)\,P_K$	0,1802*	0,1248	0,0609	0,0401	0,0551	0,0365	0,0214	0,0168	0,0086	0,0043
	Razón de A. M. (P_1-E)	0,1615	0,1213	0,0896	0,0571	0,1019	0,0667	0,0416	0,0458	0,0228	0,0103
	Tráfico total de A. M.	141,4	101,9	72,3	43,5	89,0	56,0	33,6	40,0	19,2	8,3

* Este valor ha sido calculado mediante las fórmulas (15) y (16), porque el tráfico de ayuda mutua calculado es demasiado alto para permitir el uso de las fórmulas aproximadas.

4.2 Generador de números pseudoaleatorios

Para estas simulaciones es necesario una serie de números uniformemente distribuídos, tanto para la generación de sucesos como para la colocación de llamadas en las entradas y en las rutas, para la elección de puntos de partida de las tomas secuenciales y para elegir el camino que debe ser repuesto. Han sido utilizadas series independientes de números pseudoaleatorios de 32-bits, generados por medio de congruencias. El número base y principalmente el multiplicador han sido elegidos después de exhaustivos tests estadísticos incluídos los de correlación.

4.3 Número de llamadas simuladas e intervalos de confianza

Todas las simulaciones comienzan por el estado vacío, así pues es necesario realizar un cierto número de llamadas y reposiciones hasta conseguir el equilibrio estadístico. Este período transitorio aumenta con el tamaño de la red simulada, y de hecho con la intensidad total del tráfico simulado. En los ejemplos descritos, se ha limitado arbitrariamente a 10.000 intentos de llamada antes de comenzar las llamadas bloqueadas.

La confianza estadística es estimada usando la distribución de Student. Para un número n de muestras de 5.000 llamadas cada una, una estimación de la varianza σ^2 de la probabilidad de pérdida B es calculada a partir de la varianza σ^2 de la muestra:

$$\sigma^2 = \frac{n\,\bar{\sigma}^2}{(n-1)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(B_i-\overline{B})^2}{(n-1)}, \qquad (20)$$

$$\overline{B} = \sum_{i=1}^{n} \frac{B_i}{n}, \qquad (21)$$

Entonces, para un nivel de confianza de 95 %, el verdadero valor de B está dentro del intervalo de confianza $B \pm \Delta B$ con:

$$\Delta B = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\, t_{0,95,\,n}.$$

Practicamente, el valor de $t_{0,95,\,n}$ es aproximadamente 2 cuando n es mayor que 10, es decir, para 50.000 intentos de llamada.

Con objeto de hacer más cortas las simulaciones se han considerado iguales todas las rutas dentro de cada simulaciòn, lo cual lleva a promediar el número de llamadas en cada ruta. Han sido consideradas las rutas de 20, 40 y 80 salidas ($h = 1$, 2 y 4).

4.4 Resultados

Se ha seleccionado el siguiente conjunto de simulaciones, ya que presentan algunos aspectos del comportamiento del bloqueo para diferentes parámetros.

En la tabla 2, $g = 4$ unidades de grupo totalmente cargadas sirven 1.040 enlaces. Puede observarse que la pérdida de Erlang de las rutas es elevada, lo cual explica los valores altos del tráfico de ayuda mútua calculados. No obstante en tales casos el tráfico de ayuda mútua medido es menor. Para pérdidas de Erlang en las rutas del orden de 0,01, el tráfico de ayuda mútua calculado y la pérdida total se aproximan más a los valores obtenidos por simulación. Para pérdidas de Erlang bajas el tráfico calculado es menor que el medido, pero el bloqueo total se mantiene más cerca de la pérdida de Erlang en las rutas, así que el error no influye practicamente en el valor del bloqueo interno, es decir, en la diferencia

$$P - P_E \text{ ó } (1+\varepsilon)\,P_K - E.$$

Observaremos que para cargas más altas P_E es menor que E, lo cual significa que la distribución de Erlang es distorsionada en cada ruta, este efecto es probablemente debido a la interdependencia de la etapa de mallas y la etapa de salidas.

En la tabla 3, el número de rutas se ha tomado menor que el número máximo posible, para concentrar la atención en pérdidas de Erlang próximas a 0,01. Aquí, de nuevo, los métodos de cálculo dan buena aproximación del bloqueo total, bastante precisa para usos de ingeniería. Los tráficos de ayuda mútua son siempre estima-

Tabla 3 Resultados de simulación para $g = 3$ unidades de grupo con menos de 1.040 enlaces.

	Tamaño de las rutas mh	20 enlaces			40 enlaces			80 enlaces	
	Nº. de rutas R	52	51	48	23	22	21	11	10
Datos	Tráfico/malla p_1	0,75	0,72	0,68	0,78	0,75	0,72	0,78	0,72
	Tráfico total RT	630,8	604,8	571,2	655,2	630,0	604,8	655,2	604,8
	Tráfico por ruta T	12,12	11,86	11,90	28,49	28,64	28,80	59,56	60,48
Resultados de simulación	Nº. de intentos C_1	100.000	100.000	100.000	140.000	100.000	100.000	330.000	240.000
	Pérdida en la ruta P_E	0,0094	0,0091	0,0091	0,0069	0,0077	0,0093	0,0019	0,0026
	Pérdida total P	0,0121	0,0100	0,0094	0,0112	0,0091	0,0098	0,0030	0,0028
	± Intervalo de confianza	±0,0016	±0,0012	±0,0009	±0,0022	±0,0014	±0,0012	±0,0006	±0,0005
	Razón A. M. C_M/C_1	0,0562	0,0432	0,0305	0,0555	0,0431	0,0344	0,0331	0,0165
	Tráfico total A. M.	35,4	26,1	17,4	36,4	27,2	20,8	21,7	10,0
Calculos	Pérdida Erlang $E = E_{mh}(T)$	0,0106	0,0089	0,0091	0,0081	0,0087	0,0093	0,0021	0,0026
	Pérdida A. M. perfecta. P_K	0,0109	0,0091	0,0092	0,0085	0,0089	0,0094	0,0022	0,0027
	Pérdida total $(1+\varepsilon)\ P_K$	0,0115	0,0094	0,0093	0,0091	0,0092	0,0095	0,0022	0,0028
	Razón A. M. (P_1-E)	0,0432	0,0296	0,0217	0,0338	0,0311	0,0265	0,0125	0,0068
	Tráfico total A. M.	27,2	17,9	12,4	25,4	19,6	16,0	8,2	4,1

dos por debajo en los cálculos aproximados, suponemos que el efecto favorable de la interdependencia entre las etapas, compensa mejor el error cometido en el cálculo del tráfico de ayuda mútua.

Por último, estas simulaciones muestran que en el caso de sobrecarga, el efecto de interdependencia llega a ser más importante, así que la disminución del grado de servicio puede esperarse que sea menor que la prevista.

Nosotros pensamos que este fenómeno es aplicable a todos los sistemas de mallas con varias etapas; hasta ahora, se ha demostrado que hay bastantes dificultades a tener en cuenta en los métodos aproximados de cálculo, excepto para sistemas muy simples de mallas a dos etapas.

4.5 Intervalos de confianza

Algunas de las simulaciones se han realizado para un número C_1 de intentos de llamada mayor que el tomado para otras, con objeto de poder discernir en el proceso de convergercia. Está probado que el intervalo de confianza disminuye muy lentamente, aún cuando el valor medido sea tal vez igual al valor teórico.. Puede pensarse que el cálculo de este intervalo, para un nivel de confianza del 95 % mediante la distribución de Student, es tal vez moderada. Podrían considerarse niveles de confianza del 90 % o del 80 % una ley más limitada que la "t" de Student elegida.

4.6 Proceso contagioso

A priori, el principio del tráfico de ayuda mútua en una etapa determinada a través de una etapa de ayuda mútua, puede ser considerado peligroso: algún proceso contagioso puede ser generado, y ésta es la razón por la cual la ayuda mútua ha sido solamente usada en la práctica para una pequeña parte del tráfico total (menor del 10 %).

Los resultados parciales presentados aquí no muestran tal conducta contagiosa: parece como si la dependencia entre las etapas actuara como un buen "antibiótico". Es posible, que los ingenieros de diseño han sido demasiado prudentes al aplicar este principio y que una mayor utilización de la ayuda mútua en los diseños actuales de sistemas de conmutación electrónicos, puede probar que es factible y que puede llevar a un ahorro de puntos de cruce. Esto será objeto de estudios posteriores.

5. Conclusión

La determinación práctica de las dimensiones de la red de ayuda mútua, combinada con sistemas de mallas ha sido demostrado posible mediante un método de cálculo aproximado. No se esperaba que la precisión de este método fuera muy buena, a causa de los errores en el cálculo del tráfico de ayuda mútua que intervienen como un factor de multiplicación en el cálculo del bloqueo final.

Se ha puesto de manifiesto, que se obtienen algunas compensaciones con el error debido a la hipótesis de "independencia", así que afortunadamente, el método da resultados de confianza en un intervalo razonable para aplicaciones prácticas.

Resultados análogos han sido obtenidos por Le Gall — [11] — en un estudio relativo al caso de ayuda mútua reforzada para grandes centrales. No solamente las aproximaciones y los resultados son similares, sino también las hipótesis fundamentales de las simulaciones son las mismas que las dadas en 4.1: en particular las entradas no son fuentes primarias de tráfico, así que la probabilidad de un nuevo intento de llamada no debe depender del nivel de ocupación instantáneo del grupo.

Esperamos que esta modesta contribución sirva de base para más extensos estudios tanto teóricos, que abarquen amplias familias de redes, como particulares, que den énfasis al papel de aquellos parámetros que el ingeniero de diseño tiene que determinar.

6. Agradecimiento

Agradecemos la ayuda y estímulo que nos han dispensado los miembros de nuestro Grupo de Tráfico y el Grupo de Aplicación de los Ordenadores y a la Dirección de Standard Eléctrica, S.A., por el permiso para la publicación de este trabajo.

Referencias

[1] R. Fortet, B. Canceill: "Probabilités de perte en sélection conjuguée". Proceedings of First I.T.C., TELETEKNIK, no. 1, 1957.
[2] N. Bininda, A. Wendt: "Die effektive Erreichbarkeit für Abnehmerbündel hinter Zwischenleitungsanordnungen", NTZ, no. 11, 1959.
[3] A. D. Kharkhevich: "Method for approximate evaluation of traffic carrying capacity of a two-stage link system", Elektrosvjaz, no 2, 1959.
[4] A. Lotze: "Table of the modified Palm-Jacobaeus formula", Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung, Stuttgart, 1962.
[5] P. Le Gall: "Les Calculs d'organes dans les centraux téléphoniques automatiques modernes", Editions Revue d'Optique, Paris 1959.
[6] C. Jacobaeus: "A study on congestion in link system", Ericsson Technics, no. 48, 1950.
[7] C. Y. Lee: "Analysis of switching networks", BSTJ, 34, Nov. 1955.
[8] J. Chastang: "Calcul d'Organes", CGCT-LMT Booklet, 1961.
[9] C. Grandjean, J. Chastang: "Study of a problem concerning entraide traffic", Proceedings of the 4th. I.T.C., P.O. Telecommunications Journal, Special Issue 1964.
[10] W. Rabe: "Reciprocal Overflow traffic", Proceedings of the 2nd. ITC, Het PTT Bedrijf IX, 4, Mars 1960.
[11] P. Le Gall, J. Basset: "Nouveaux éléments de sélection Pentaconta utilisant une entraide renforcée", Commutation et Electronique no. 13, Juin 1966.

Bernard Canceill nació en Perpignan, Francia, el 31 de Mayo de 1929. Recibió el grado de Ingeniero de l'Ecole Polytechnique y de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, e ingresó en 1954 en la Compañía Le Matériel Téléphonique, donde participó en el desarrollo del sistema Pentaconta.

Desde 1966 es Jefe de la División de Estudios de Tráfico en el nuevo Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Standard Eléctrica, S.A., Madrid, España.

Daniel Gutierrez nació el 2 de Junio de 1928 en Avila, España. Obtuvo en 1956 el título de Licenciado en Ciencias Matemáticas de Madrid y Diploma en la Escuela de Estadística. Ingresó en 1961 en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Standard Eléctrica, S.A., donde participó en estudios de tráfico para diferentes sistemas de conmutación telefónica, con ayuda de simulaciones mediante ordenadores electrónicos.

Estrategias de encaminamiento de llamadas en redes de telecomunicacion

CH. GRANDJEAN
Laboratoire Central de Télécommunications, Paris

1. Introducción

Los sistemas telefónicos que se encuentran actualmente en explotación están controlados por dispositivos electromecánicos, si se exceptúa un corto número de centrales experimentales, y ofrecen, a un coste razonable, posibilidades relativamente limitadas, por lo que concierne al encaminamiento de las llamadas. Por el contrario, todos los sistemas telefónicos modernos de tipo semielectrónico, quasielectrónico o totalmente electrónico que están ahora en estudio, diseño o desarrollo, cuentan con unidades de control electrónico que son en realidad computadores más o menos especializados. Gracias a las propiedades típicas de los computadores, estos sistemas presentan a bajo coste gran flexibilidad [1] para el encaminamiento de las llamadas, lo mismo dentro de la central que de una central a otra: a costa de un pequeño aumento en el tamaño de las memorias, pueden utilizarse estrategias de encaminamiento lo suficientemente complejas para conseguir cursar el tráfico en forma óptima, siempre que seamos capaces de definir las condiciones óptimas en que aquél debe cursarse.

Por otra parte, el C.C.I.T.T. empieza a interesarse, para el tráfico internacional, en estrategias, que definiremos más adelante como "dinámicas, que tienen en cuenta el estado de ocupación de los diferentes caminos que pueden permitir el establecimiento de una comunicación entre un origen y un destino determinados. Con estas estrategias puede conseguirse no solamente un mejor equilibrio del tráfico y, a veces, un aumento en la capacidad del mismo, sino también una mejor utilización de las redes intercontinentales, teniendo en cuenta que las horas cargadas de los diferentes paises no coinciden [2].

Para encontrar una estrategia de encaminamiento óptima es preciso primero definir un criterio de optimización. En la sección 4 de este artículo se discutirán los criterios de optimización. En cuanto al problema de encontrar la estrategia óptima, puede presentarse de dos maneras:

1. Para una cierta red existente y una distribución de tráfico determinada, ¿cómo se aprovecha al máximo la red? En otras palabras, ¿cómo se puede hacer máxima (o mínima) una cierta función (por ejemplo, el tráfico total cursado) definida por el criterio?
2. Para una distribución de tráfico determinada ¿cómo se diseña la red óptima? En este caso no sólo hay que dar con una estrategia de encaminamiento óptima, sino que también hay que determinar la configuración óptima de la red.

El segundo problema es evidentemente mucho más difícil de resolver que el primero y no será tratado aquí.

Diversos autores han estudiado las estrategias de encaminamiento óptimas y recientemente Benes [3] ha publicado un notable documento en que se dan algunas reglas heurísticas y se demuestran varios teoremas de optimización; desgraciadamente, los resultados sólo pueden aplicarse a ciertas clases de estrategias y redes, tales que se cumpla lo siguiente:

1. La estrategia no debe permitir que se rechace ninguna llamada, si es posible encaminarla a través de la red.
2. Todos los caminos posibles de la red por los que pueda encaminarse una llamada, deben tener la misma longitud (es decir, el mismo número de etapas o tramos en tandem).

Por consiguiente, el estudio de Benes se aplica principalmente a la red de conversación de una central. Como en este artículo nos proponemos estudiar los métodos de encaminamiento en una red en la que hay varias centrales interconectadas, no podemos admitir las dos condiciones anteriores. Varios autores han estudiado también este problema, especialmente Weber [4] que demostró que estas condiciones están relacionadas estrechamente en el sentido de que, en aquellas redes en que no todos los caminos posibles que puede seguir una llamada son de igual longitud, es preferible a veces rechazar algunas llamadas, que podrían ser aceptadas si se considerase como condición suficiente la disponibilidad de los circuitos. Más adelante se insistirá sobre este punto.

Después de hacer algunas consideraciones generales sobre una posible clasificación de las estrategias de encaminamiento y los criterios de funcionamiento, se indican los resultados numéricos de simulaciones de tráfico en una red simple, se discuten, comparándolos con los que se obtienen mediante cálculos aproximados.

2. Clasificación de las estrategias de encaminamiento

2.1 Definiciones

Antes de examinar las diversas estrategias posibles, vamos a definir algunos términos que se emplean en este artículo.

Véase, por ejemplo, la red de comunicaciones de la Fig. 1. Podemos representar una red de comunicaciones mediante un gráfico cuyos nudos son *centrales* (por ejemplo centrales telefónicas), como A, B, etc. Una rama del gráfico, como AB, BD, etc. constituye una *sección* de transmisión, es decir, el conjunto de *circuitos* que conectan las centrales A y B, B y D, etc. Cada sección puede constar de *un grupo* de circuitos unidireccionales o bidireccionales o de *dos grupos* de circuitos unidireccionales, en cuyo caso se utiliza cada grupo en un sentido de transmisión. También puede ocurrir que una sección tenga dos grupos de circuitos unidireccionales y un grupo de circuitos bidireccionales, pero este caso no va a considerarse aquí. Se dice que una central es *tandem* si cuenta con el equipo de conmutación necesario para interconectar los circuitos de llegada de una sección con los circuitos de salida de otra sección. Supongamos, por ejemplo, que las secciones AB y BC (Fig. 1) están compuestas por circuitos bidireccionales; si se puede encaminar una llamada de la central A a la central C a través de la B, ésta es

una central tandem. El camino seguido por una llamada a través de una red se llama *ruta:* por consiguiente, una ruta está constituída por una o varias secciones (más exactamente, uno o varios grupos de circuitos orientados, si no hay bidireccionales). Se define la *longitud de una ruta* como el número de secciones de que aquélla se compone: es una *longitud topológica.* Cuando sea necesario, se empleará la *longitud métrica* de la ruta, que viene dada por la suma de las longitudes de las diferentes secciones que la integran (expresadas en metros, kilómetros, millas...). Las centrales que no cursan tráfico de tránsito se llaman terminales y únicamente cursan sus propias llamadas de entrada y de salida.

El volumen de tráfico, expresado en erlangs, originado en una determinada central y con destino a otra central determinada, es una *intensidad de tráfico.* El conjunto de todas las intensidades de tráfico de una red, constituye la distribución de tráfico, que puede representarse por una *matriz de tráfico* cuadrada con tantas filas y columnas como centrales hay en la red.

En una red de comunicaciones, generalmente hay varias posibilidades de encaminamiento para una cierta llamada y cada una corresponde a una ruta diferente. Por ejemplo, en la red de la Fig. 1, si los circuitos son bidireccionales y si las centrales C, D y E son tandem, una llamada de A a B puede seguir una de las rutas siguientes:

AB	(longitud 1)
$AECB$, $AEDB$	(longitud 3)
$AECDB$, $AEDCB$	(longitud 4)

Siempre que haya más de una ruta posible para establecer algunas llamadas, hay que aplicar una norma para elegir el camino que debe seguir cada llamada. Llamaremos a esta norma estrategia de encaminamiento (algunos autores prefieren método de encaminamiento, política de encaminamiento, etc...).

2.2 Clasificación

En una red de comunicaciones existe un número muy grande de estrategias de encaminamiento posibles. Por esta razón intentaremos hacer una clasificación de las mismas según sus características principales.

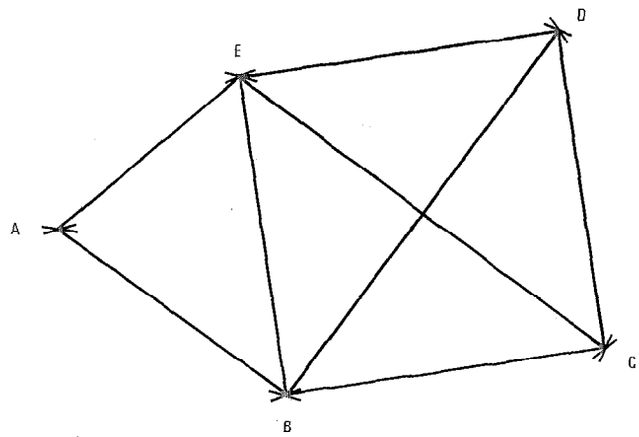


Fig. 1 Red de comunicaciones.

2.2.1 Naturaleza estocástica

Se dice que una estrategia de encaminamiento es probabilística si en la elección del camino interviene de alguna forma una distribución de probabilidades. En el ejemplo anteriormente citado de una llamada de A a B, una estrategia de encaminamiento probabilística podría consistir en elegir la ruta AB con probabilidades P_1, la ruta $AECB$ con probabilidad P_2, ..., la ruta $AEDCB$ con probabilidad P_5, de manera que $P_1 + P_2 + \ldots + P_5 = 1$, si todas las rutas son accesibles y están libres.

Las estrategias que no son probabilísticas son *deterministicas.* Un ejemplo especialmente importante de éstas es la estrategia *secuencial*, según la cual se exploran las rutas posibles en un orden predeterminado: para cada comunicación punto a punto una *tabla de encaminamiento* da la lista de las rutas posibles y el orden en que deben elegirse. Si la lista que corresponde a una llamada, en nuestro ejemplo, de A a B es:

AB, $AECB$, $AEDB$, $AECDB$, $AEDCB$, la llamada se cursa directamente si la sección AB (el grupo de circuitos AB) tiene por lo menos un circuito libre; si no, la llamada se desvía por las centrales E y C, si las tres secciones correspondientes tienen por lo menos un circuito libre cada una, ... y así sucesivamente.

Las estrategias secuenciales se utilizan en las redes que cuentan con la característica de "rutas alternativas" [5].

Caso particular de las estrategias secuenciales es la estrategia *directa*, en la que cada llamada sólo puede seguir un camino.

2.2.2 Dependencia de la ocupación de la red

Las estrategias de encaminamiento en que la elección del camino depende del estado de ocupación de las diferentes secciones (o de los grupos unidireccionales de circuitos) que integran las diversas rutas posibles, se designarán con el nombre de estrategias *dinámicas.* Si la elección de la ruta no depende de dicho estado de ocupación, se dice que la estrategia es *estática*, como por ejemplo la estrategia secuencial anteriormente indicada.

Un ejemplo de estrategia dinámica es la siguiente. Sea P_i el porcentaje de circuitos ocupados en la sección más cargada (es decir el porcentaje más elevado) para cada ruta posible. La ruta elegida será la que tenga el P_i más bajo en el momento en que se presenta la llamada. Si el valor de P_i puede ser el mismo para dos rutas diferentes pueden requerirse normas adicionales. Esta estrategia puede llamarse estrategia de la sección menos cargada entre las de carga máxima. No puede considerarse una estrategia óptima, pero probablemente tendería a equilibrar el tráfico que cursa cada sección.

2.2.3 Dependencia del tiempo

Si la norma que define una estrategia de encaminamiento depende del tiempo real, dicha estrategia es no *estacionaria* o *transitoria.* Si no, es *estacionaria.* Las estrategias definidas hasta ahora, eran estacionarias; a continuación se da un ejemplo de estrategia no estacionaria. Volvamos a la Fig. 1 y supongamos que las centrales E y B son de tránsito, de forma que hay dos rutas posibles para ir de A a C. Si se trata de una red inter-

nacional, puede ocurrir que las secciones *EC* y *BC* tengan horas cargadas que no coinciden [2] ni se superponen. Entonces, una estrategia no estacionaria sencilla consiste en encaminar las llamadas de *A* a *C* por la central *B* durante la hora cargada prevista "a priori" de la sección *EC* y por la central *E* durante la hora cargada de la sección *BC*, estando determinadas ambas "horas cargadas" con auxilio de otras intensidades de tráfico. De esta forma pueden conseguirse considerables economías en el número de circuitos con respecto al que había que prever mediante el cálculo, que no tendría en cuenta esta diferencia en el tiempo entre las horas cargadas.

En la práctica, podría sustituirse la estrategia no estacionaria que acaba de describirse por una estrategia dinámica, pero ésta exigiría vigilar continuamente el estado de ocupación de las secciones *EC* y *BC*, mientras que aquélla requiere la medida de las horas cargadas de las dos secciones solamente de vez en cuando con el fin de actualizarlas, excluyendo el tráfico entre las centrales *A* y *C*.

2.2.4 *Dependencia del coste*

Todos los ejemplos anteriores se refieren a estrategias que son *independientes del coste.* En las estrategias *dependientes del coste* se elige aquella ruta para la cual alguna *función del coste* es mínima. La función del coste en cuestión, puede estar relacionada con la longitud métrica o la topológica de las rutas.

2.2.5 *Dependencia de la calidad*

También puede depender la ruta elegida para el encaminamiento de una llamada de la calidad de transmisión (relación señal-ruido) de las diversas secciones que constituyen las rutas posibles, como puede ocurrir en redes en que se usan técnicas de transmisión heterogéneas (por ejemplo, líneas físicas y radioenlaces).

2.2.6 *Sistema de selección de rutas*

En las estrategias de encaminamiento *paso a paso,* la central de origen selecciona un grupo libre de circuitos de salida según alguna regla previamente determinada (que puede clasificarse de igual forma que las estrategias de encaminamiento de las secciones anteriores) y establece una conexión mediante la sección elegida. La central inmediata que se alcanza de esta forma actúa entonces de la misma manera, y así sucesivamente hasta llegar a la central de destino.

Se dice en cambio que una estrategia de encaminamiento es del tipo de *extremo a extremo* cuando se seleccione la ruta siguiendo el conocido principio de la *selección condicional o conjugada,* es decir no se establece ninguna conexión parcial en la ruta en tanto no se haya determinado totalmente la identidad de la ruta, lo que implica que debe haber una supervisión de toda la red en alguna parte.

Existe un sistema de selección intermedio en las estrategias paso a paso que tienen posibilidad de retroceso en el encaminamiento [1]; si en una central intermedia están ocupados todos los circuitos de salida que pueden servir para llegar a la central *siguiente,* aquélla puede pedir a la central precedente que intente encaminar la llamada por otra ruta.

3. Criterios de optimización

La investigación de una estrategia óptima de encaminamiento implica ante todo que se ha definido un criterio de optimización, pues de lo contrario la palabra "óptima" no tendría significado alguno.

Rapp [6] ha propuesto criterios para la óptima utilización de redes partiendo de un método de encaminamiento dado (rutas alternativas). El valor que hay que hacer mínimo es el coste de los circuitos que pueden bloquearse o bien el coste total de los circuitos y del tráfico bloqueado, viniendo expresado este último por el coste del tiempo de los abonados.

Por lo que se refiere a la optimización de las redes de telecomunicación pueden considerarse tres problemas:

a) El problema más general consiste en calcular el número y la situación de las centrales y el número de circuitos entre cada dos centrales, y en determinar la mejor estrategia de encaminamiento posible para una distribución de tráfico dada, viniendo expresadas las conclusiones de bloqueo por las máximas probabilidades de pérdida especificadas para cada intensidad de tráfico. La función que hay que hacer mínima es el coste total de la red, con las limitaciones impuestas por la congestión, y los resultados son la *configuración de la red* y *la estrategia de encaminamiento óptima.* Hasta ahora no se ha tratado apenas este problema general de optimización.

b) Un problema más limitado es el anterior, pero sin tratar de encontrar la estrategia óptima de encaminamiento, pues se parte de una determinada, y el resultado es la *configuración de la red.* Rapp [6] ha estudiado este problema, sobre la base del empleo de rutas alternativas.

c) Otro problema no general, que es complementario del anterior, consiste en determinar la estrategia de encaminamiento que hace mínima alguna función bajo ciertas condiciones, cuando se conoce la configuración de la red (número y situación de las centrales y número de circuitos). El resultado es *la estrategia de encaminamiento óptima.* Varios autores han estudiado este problema, especialmente Weber, que dictó algunas normas cualitativas, pero no se ha encontrado ninguna estrategia óptima, ni siquiera en casos sencillos.

En este artículo se considera únicamente este tercer problema, que en realidad no es más que determinar el mejor aprovechamiento de una red existente. Pero antes vamos a enumerar los criterios de optimización.

3.1 *Capacidad de tráfico*

La condición más importante que debe cumplir una estrategia óptima es evidentemente permitir a la red de que se trate, cursar el mayor volumen posible de tráfico o, mejor aún, el mayor número posible de erlangs — kilómetros, ya que la importancia de una llamada aumenta con la distancia que salva. Si consideramos, por otra parte, que la importancia del servicio que se presta es función del sistema de cómputo, habrá que hacer máxima

la razón ganancias/inversiones. Pero ésto no es suficiente de ninguna manera, pues la telefonía no es sólo un negocio al que hay que sacar un provecho, sino también un servicio que debe prestarse en la forma mejor y más equitativa para cada usuario (en nuestro caso para cada tráfico).

3.2 Grado de servicio

Como acabamos de indicar, el grado de servicio debe ser aproximadamente el mismo para cada tráfico. Es fácil ver con ejemplos sencillos que, en algunos casos, la exigencia de hacer máximo el tráfico nos llevaría a tener una congestión total para algunos tráficos, lo que desde luego no es admisible. Hay varios modos de especificar el grado de servicio:

— Cada intensidad de tráfico tiene una probabilidad de pérdida *dada;* en general, es imposible cumplir, ni siquiera aproximadamente, un grado de servicio determinado (ver M. Ségal [7]) para cada tráfico y es dudoso que se pueda encontrar una estrategia en condiciones tan rígidas.

— La probabilidad de pérdida para cada intensidad de tráfico debe ser *menor* que algún valor previamente fijado, que puede no ser el mismo para todos los tráficos; ésto es mucho más fácil de cumplir que lo anterior.

— La probabilidad de pérdida para cada intensidad de tráfico debe estar *dentro de un intervalo determinado,* lo que puede provocar incompatibilidades si el intervalo es demasiado pequeño.

— La probabilidad de pérdida de cada tráfico debe ser *menor* que algún valor determinado y la *varianza* de las diversas probabilidades de pérdida debe ser lo *menor* posible. Esto satisface el criterio de equidad que se mencionó anteriormente.

Cualesquiera que sean estas especificaciones, habrá unas limitaciones en el proceso de encontrar una utilización óptima de la red, si la función que hay que hacer máxima es el tráfico total a cursar.

3.3 Sensibilidad a la sobrecarga

En el ejemplo de la sección siguiente se verá que una estrategia de encaminamiento que es mejor que otra para un determinado valor del tráfico ofrecido, puede ser peor para otro valor del mismo. En la práctica, ésto es muy importante, ya que las redes se calculan para valores nominales dados por la matriz de distribución de tráfico, pero con frecuencia se presentan sobrecargas. Por consiguiente, parece que al hacer una comparación, debiéramos tener en cuenta de alguna forma la sensibilidad a la sobrecarga: por ejemplo, podemos decir que un método de encaminamiento es mejor que otro si el primero da lugar a una probabilidad de pérdida menor *dentro de un cierto margen de tráfico ofrecido* (incluyendo el valor nominal y un 10 % o un 20 % de sobrecarga). También podría especificarse la máxima probabilidad de pérdida para el valor nominal del tráfico ofrecido más un determinado porcentaje de sobrecarga. Todo esto constituye limitaciones adicionales en el proceso de encontrar la mejor utilización de la red.

3.4 Consideraciones económicas

Finalmente, puede expresarse el criterio de optimización en función del coste: en lugar del tráfico perdido, lo que hay que hacer mínimo es una función del coste en la que intervienen el coste de una llamada perdida (que puede ser variable para cada tráfico), y un factor de coste que depende de la longitud de la ruta a seguir. Las limitaciones indicades en las secciones 3.2 y 3.3 deben incluirse también en forma de condiciones de bloqueo o de limitaciones económicas.

4. Resultados de la simulación

Desde luego, una estrategia óptima de encaminamiento no puede determinarse mediante simulación, sino únicamente haciendo un estudio teórico. Pero los procedimientos teóricos han sido ineficaces hasta ahora y, en cambio, puede esperarse un resultado relativamente óptimo aplicando técnicas de simulación con algunos tipos particulares de estrategias de encaminamiento. Con este objeto se ha hecho el trabajo que se expone en esta sección.

Se consideró la red de la figura 2. Se trata de una sencilla red simétrica que consta de 4 centrales interconectadas todas entre sí por medio de seis secciones cada una de las cuales está integrada por dos grupos, de circuitos unidireccionales.

La razón de estudiar una red tan simple, que además es completamente simétrica desde los puntos de vista de topología, tráfico y estrategias de encaminamiento, fué eliminar el mayor número posible de parámetros; así es más fácil comparar diversas estrategias con diferentes grados de servicio.

Se utilizan las siguientes notaciones:

n: número de circuitos por grupo unidireccional ($2n$ es el número de circuitos por sección).

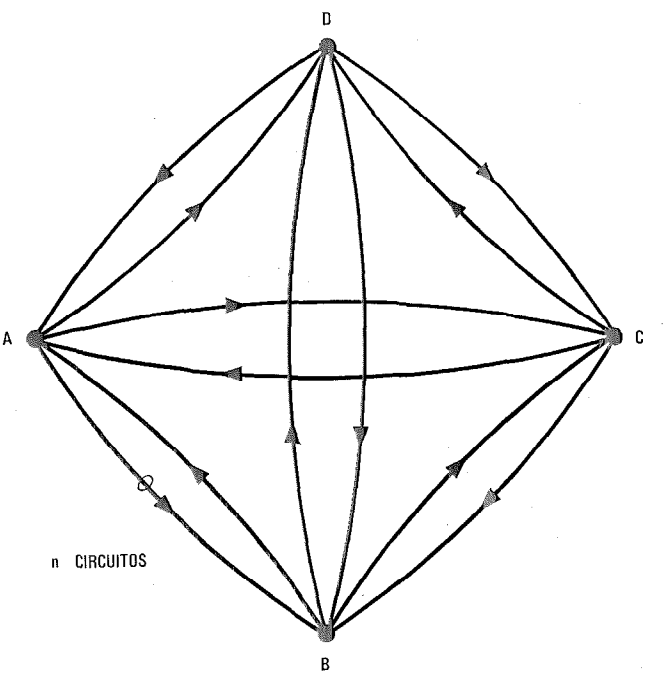


Fig. 2 Red simple de cuatro centrales.

A: tráfico en erlangs originado por una central y ofrecido a otra; por ejemplo, el tráfico entre las centrales A y B en erlangs en cada sentido, y es el mismo para cada dos centrales, siendo por tanto el tráfico total de la red $12\ A$ erlangs.

B: congestión, es decir, la probabilidad de pérdida para cada intensidad de tráfico (que es igual para cada pareja de centrales, ya que la red es simétrica, así como las estrategias de encaminamiento).

Se han comparado cinco estrategias de encaminamiento diferentes, todas las cuales son estacionarias, deterministicas e independientes del coste. Se ha supuesto que se utiliza la selección conjugada (véase la sección 2.2).

Para llevar a cabo las simulaciones se han hecho las siguientes hipótesis:

H. 1 El tráfico ofrecido A tiene una distribución de Poisson totalmente al azar.

H. 2 El tiempo de ocupación responde a una función de distribución exponencial negativa.

H. 3 Se desprecia la congestión interna, incluso en las llamadas de tránsito. Aunque se sabe que los abonados no tienen accesibilidad directa a los circuitos de salida de su central y, por tanto, puede haber congestión interna, la desviación del tráfico ofrecido es menor que la de un tráfico de Poisson. Ambos efectos se desprecian y, además, no se tiene en cuenta la posibilidad de congestión interna en una central tandem.

En una primera etapa de la simulación se consideraron cuatro estrategias de encaminamiento:

E. 1 *Estrategia directa.* Es la más sencilla y se toma como referencia; en ella cada llamada sólo puede utilizar la ruta directa (de longitud unidad). No es preciso hacer simulación alguna, puesto que con nuestras suposiciones la congestión B viene dada por la fórmula de Erlang para llamadas perdidas.

E. 2 *Estrategia secuencial de 3 rutas.* (Ver la sección 2.2.1). Cada llamada puede seguir tres rutas diferentes, una de longitud uno y las otras dos de longitud dos. Una llamada de la central A a la B explora las rutas en el orden siguiente: AB, ACB, ADB. Mediante permutación circular pueden obtenerse fácilmente las rutas correspondientes a los tráficos entre las demás centrales.

E. 3 *Estrategia secuencial de 5 rutas.* Es igual a la anterior, pero añadiendo dos rutas posibles de longitud tres. Una llamada de A a B puede seguir, en este orden, las siguientes rutas posibles: AB, ACB, ADB, $ACDB$, $ADCB$. Para otra pareja de centrales se pueden obtener las rutas correspondientes por permutación circular.

E. 4 *Estrategia dinámica.* (Ver la sección 2.2.2). Como también es completamente simétrica, explicaremos esta estrategia para una llamada de A a B.

La primera ruta que se selecciona es la AB, si no está bloqueada, es decir, si hay al menos un circuito disponible en el grupo orientado AB. Si no lo hay, se consideran las rutas ACB y ADB. Caso de que una de ellas, y solo una, no esté bloqueada, se selecciona un circuito de la misma. Si ninguna de las dos está bloqueada se hace la elección en la forma siguiente:

Sean n_1, n_2, n_3, n_4 el número de circuitos ocupados, en el momento de hacer la elección, en los grupos orientados AC, CB, AD, DB respectivamente (n_1, n_2, n_3 y n_4 son menores que n); sea n', el mayor de los números n_1, n_2; n'' el mayor de n_3, n_4; se elige entonces la ruta ACB si es $n' < n''$ y la ADB si $n'' < n'$; si $n' = n''$, se hace la elección al azar.

Si las rutas AB, ACB y ADB están bloqueadas, se efectúa al ser posible la elección entre las rutas $ACDB$ y $ADCB$, igual que en el caso anterior.

En la figura 3 se dan los resultados, representando la congestión B en función del tráfico ofrecido A para $n = 50$ circuitos por grupo en cada sentido. Se consideró un amplio margen de tráfico, ya que uno de los principales objetos del estudio era comparar la sensibilidad a la sobrecarga. La curva 1 corresponde a la estrategia directa E. 1 y es sencillamente la curva de Erlang $B = E_n(A)$. La curva 2 da el valor de B para la estrategia secuencial E. 2 y es también aplicable a la otra estrategia secuencial E. 3, ya que los correspondientes valores de B son prácticamente iguales. La estrategia dinámica E. 4 da también unos resultados similares, excepto para tráficos muy altos o muy bajos, en que de todas formas la diferencia es pequeña (ver la curva 3).

La figura 4 da resultados semejantes para $n = 10$ circuitos.

Lo más curioso es que la curva 2 (ó la 3) corta en ambas figuras a la curva 1, para una congestión del 3 % en el caso de 50 circuitos y para una pérdida del 10 % en el de 10 circuitos. Por debajo de estos valores resulta que las estrategias que no son directas son mejores que

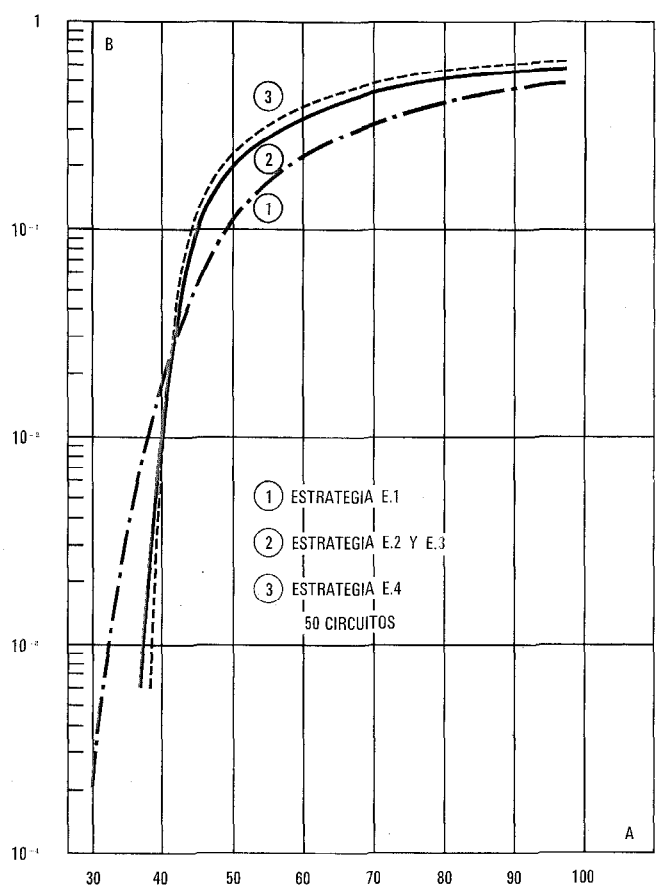


Fig. 3 Resultados de las simulaciones.

la directa, mientras que por encima es mejor ésta. En otras palabras, las estrategias no directas son más sensibles a la sobrecarga que la directa, y este efecto es tanto más pronunciado cuanto mayor es el número de circuitos por grupo. Se puede sacar provisionalmente la conclusión de que las estrategias no directas que implican la utilización de rutas más largas que la directa, resultan más interesantes en redes de pequeña capacidad que en redes que cuentan con grandes grupos de circuitos.

Otra conclusión es que, como la sensibilidad a la sobrecarga varía según la estrategia de encaminamiento empleada, debe tenerse en cuenta la sobrecarga al hacer las especificaciones para una red de telecomunicación. Consideremos por ejemplo la figura 1. Si se diseña la red para una congestión del 1% (38 erlangs) con la estrategia de encaminamiento directa E. 1, la pérdida para una sobrecarga del 10 % será aproximadamente el 3 % y para una sobrecarga del 20 % se tendrá una congestión del 6 %. Con otras estrategias de encaminamiento y para los mismos valores de tráfico, las pérdidas son: 0,1 % para el valor nominal, 3 % para el 10 % de sobrecarga y 12 % para el 20 % de sobrecarga (que no es demasiado). Por otra parte, si se proyecta la red inicialmente para una pérdida del 1 % con la estrategia E. 2, por ejemplo, el tráfico nominal es mayor (40 erlangs), pero con una sobrecarga del 10 % se tiene una congestión del 7 % y para el 20 % de sobrecarga la pérdida es del 16 %.

Basándose en las figuras 3 y 4, parece que sería conveniente una estrategia de encaminamiento que diese resultados aproximadamente iguales a los de la estrategia directa para tráficos altos y, en cambio, para tráficos bajos se portase como la E. 2, la E. 3 o la E. 4. A continuación se expone un intento de conseguir dicha estrategia.

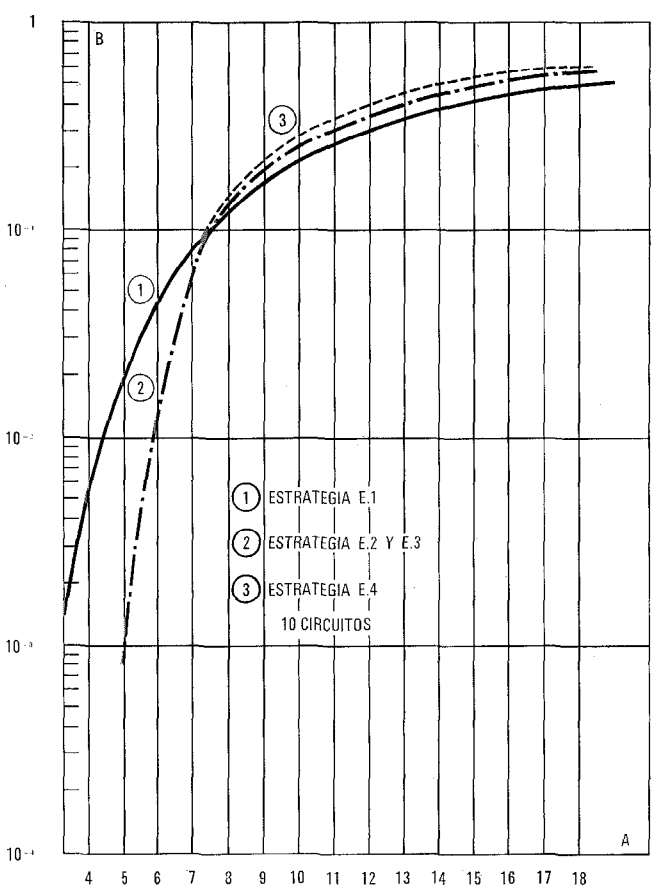


Fig. 4 Resultados de las simulaciones.

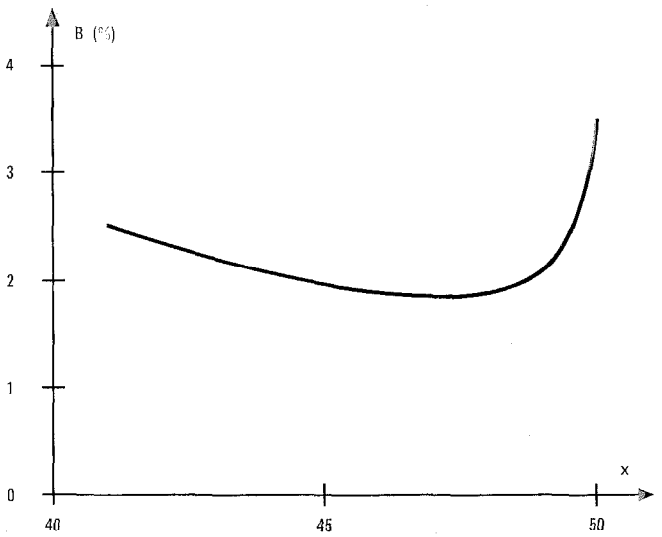


Fig. 5 Influencia del parámetro x sobre la congestión B en la estrategia E.5.

E. 5 *Estrategia dinámica mejorada.* Se supone que cada llamada puede seguir tres rutas posibles; por ejemplo, una llamada de A a B puede cursarse por las rutas AB, ACB y ADB. Primero se prueba la ruta directa AB y, si ésta está bloqueada, se pueden utilizar las ACB y la ADB, pero únicamente a condición de que cada grupo orientado de circuitos afectado tenga un número de circuitos ocupados menor que x, siendo $x < n$; y si es así, se efectúa la elección entre ambas rutas igual que con la estrategia E. 4. Podemos resumir la característica más importante de esta estrategia así: se reservan $n - x$ circuitos por grupo para tráfico directo.

Para $X = 0$, la estrategia E. 5 coincide con la E. 1 y para $x = n$ resulta una estrategia intermedia entre las E. 2 y E. 4. Por consiguiente, conviene hacer x lo suficientemente pequeño para que E. 5 se comporte como E. 1 para tráficos altos y, por otra parte, x debe ser lo bastante grande para que E. 5 se aproxime a E. 2 o a E. 4 para tráficos bajos.

Se trata, pues, de determinar el valor más conveniente de x, lo que se ha hecho en la forma siguiente. Se consideró el tráfico correspondiente al punto de cruce de las curvas 1 y 2 de la figura 3 (42 erlangs), pues aquí es donde las diferencias que se obtengan deben ser más significativas, y para dicho tráfico se obtuvo la curva de la Fig. 5, en que aparece la variación de B en función de x, resultando que para 42 erlangs el valor más conveniente de x es 47 (aproximadamente, ya que el intervalo de confianza era algo mayor que la diferencia entre los valores de B para $x = 46$ y $x = 47$). Se hicieron simulaciones entonces con la estrategia E. 5 para diversos valores de tráfico ofrecido A y los resultados se muestran en la Fig. 6, donde las curvas 1 y 2 son las mismas de la Fig. 3 y la curva 3 corresponde a la estrategia E. 5 con $x = 47$.

De la figura 6 se deduce que esta estrategia es mucho menos sensible a la sobrecarga que E. 2, E. 3 ó E. 4 si, por ejemplo, se diseña la red para una probabilidad de pérdida del 1 % y, además, es mejor que la estrategia directa, para $x = 47$, hasta una sobrecarga de alrededor del 20 %. Por otra parte, la estrategia de encaminamiento E. 5 es siempre mejor que las estrategias E. 2, E. 3 y E. 4, excepto para valores muy pequeños de B.

No se ha estudiado el caso de 10 circuitos, puesto que no es necesario mejorarlo.

Ahora bien, la estrategia E. 5 requiere tener un conocimiento más preciso en cada momento del estado de la red que en el caso de los otros métodos, ya que los órganos de control que determinan el encaminamiento deben saber si en cada sección o grupo orientado, el número de circuitos ocupados es menor o mayor que x, lo que representa tener un importante tráfico de información. Sin embargo, en la figura 5 puede verse que el mínimo es bastante plano, y, por consiguiente, debe bastar con tener una información aproximada. En la referencia [8] se propone un procedimiento basado en el empleo de categorías de ocupación solapadas, que permite disminuir considerablemente la información necesaria. Se demuestra allí, por ejemplo que, basta con saber que el número de circuitos ocupados es menor que $x + p$ y mayor que x y el tráfico de información necesario es $p-1$ veces menor.

5. Cálculos aproximados

Muchas veces conviene tener de forma rápida y económica una idea aproximada de la congestión que habrá en una red al aplicar una estrategia de encaminamiento determinada. Para conseguir ésto, normalmente se puede aplicar el procedimiento que se describe a continuación a cualquier red, con cualquier estrategia de encaminamiento, con las dos hipótesis siguientes:

1. Los diferentes tráficos ofrecidos a una determinada sección (o grupo orientado de circuitos) tienen una distribución de Poisson, de forma que es aplicable la fórmula de Erlang. En realidad, los tráficos de sobrecarga no tienen esta distribución, pero una gran parte del tráfico total que se ofrece a una sección, generalmente sí.
2. El tráfico que cursa cada sección es independiente del que cursan otras secciones y puede calcularse el bloqueo total según el método de Lee [9].

Esta segunda hipótesis es también aproximada, puesto que algunas llamadas pueden utilizar varias secciones (rutas de longitud mayor que uno), pero el número de llamadas que utilizan a la vez dos secciones dadas es, por lo regular, pequeño con relación al número total de llamadas que cursa cada sección en el mismo momento.

En general, las dos hipótesis anteriores producen efectos opuestos que, como se verá, se compensan con frecuencia.

Damos ahora dos ejemplos aplicados a la red de la Fig. 2, uno con la estrategia E. 2 y otro con la E. 5.

Con la estrategia E. 2, se puede expresar el tráfico ofrecido a cada grupo de circuitos unidireccionales como la suma de tres términos:

a) tráfico directo (de primera elección): A

b) tráfico de segunda elección: dos diferentes pueden utilizar una sección dada en segunda elección. Su intensidad es $A.p$, siendo p la probabilidad de que en un grupo orientado haya n circuitos ocupados. Como este tráfico solamente se ofrece si el otro grupo de circuitos en tandem está disponible, lo que corresponde a una probabilidad $1-p$, el tráfico total ofrecido en segunda elección a un grupo determinado es:

$$2\,A.p\,(1-p)$$

c) tráfico de tercera elección: puede haber dos tráficos de este tipo que se ofrecen a un grupo dado. Su intensidad es $A.p\,(2\,p-p^2)$ y el tráfico total ofrecido en tercera elección a un grupo determinado es:

$$2\,A.p\,(2\,p-p^2)\,(1-p)$$

Según nuestra primera suposición p viene dada por la fórmula de Erlang:

$$p = E_n(A') \qquad (1)$$

siendo $A' = A\,[1 + 2\,p\,(1-p)\,(1 + 2\,p-p^2)]$ (2)

y debe calcularse por aproximaciones sucesivas. Según la segunda suposición, la pérdida total B viene dada por:

$$B = p\,(2\,p-p^2)^2 = p^3\,(2-p)^2 \qquad (3)$$

Las figuras 7 (con $n = 50$ circuitos) y 8 (con $n = 10$ circuitos) dan los resultados para la estrategia E. 2 en la curva 3.

De la misma forma, puede calcularse B para la estrategia E. 5.

Sea p la probabilidad de que esté bloqueado un grupo de n circuitos y p' la probabilidad de que el número de circuitos ocupados en un grupo sea x o mayor que x.

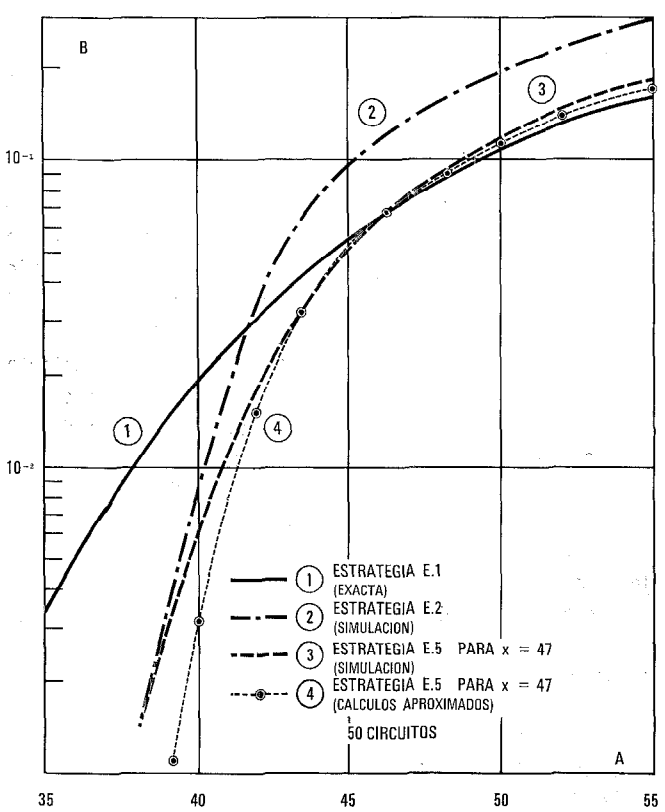


Fig. 6 Mejora obtenida con la estrategia E.5.

Esta última viene dada por:

$$p' = p\left[1 + \frac{n}{A'} + \frac{n(n-1)}{A'^2} + \ldots \right.$$
$$\left. \ldots + \frac{n(n-1)\ldots(x+1)}{A'^{n-x}}\right] \quad (4)$$

donde

$$p = E_n(A') \quad (5)$$

$$A' = A\,[1 + 2p\,(1-p')^2\,(1 + 2p' - p'^2)] \quad (6)$$

Estas tres ecuaciones pueden resolverse por aproximaciones sucesivas. La congestión total está dada por:

$$B = p \cdot p'^2\,(2-p')^2 \quad (7)$$

La curva 4 de la figura 6 da los resultados numéricos para la estrategia E. 5, con $K = 47$.

Aunque estos resultados parecen satisfactorios para obtener una idea aproximada de la congestión con una cierta estrategia de encaminamiento, este procedimiento puede dar resultados falsos a veces (sobre todo para pérdidas pequeñas) y, por consiguiente, hay que emplearlo con precaución, es decir, que es recomendable comprobarlo con simulaciones.

6. Conclusión

Una primera conclusión general es que las técnicas de simulación pueden ser una gran ayuda en los estudios teóricos de tráfico en redes de telecomunicación.

Por lo que respecta a la comparación entre diversas estrategias de encaminamiento, merece la pena destacar dos puntos:

1. Las estrategias de encaminamiento secuencial resultan interesantes en comparación con las directas, sobre todo en redes de pequeña capacidad, es decir con pequeños grupos de circuitos: para una congestión del orden del 1 % se obtiene una ganancia en tráfico del 35 % con grupos de 10 circuitos, mientras que para grupos de 50 circuitos dicha ganancia es sólo del 6 %.
2. Las estrategias de encaminamiento secuencial son muy sensibles a la sobrecarga, especialmente en redes de gran capacidad. En estos casos es preferible acudir a estrategias en los que se reserven algunos circuitos por grupo para el tráfico directo.

Finalmente, sólo queda por añadir que este estudio es únicamente un intento de encontrar una estrategia de encaminamiento óptima. Ya se ha visto en la sección 3 que, incluso queda sin resolver el problema de definir un criterio de optimización de encaminamiento en una red existente.

7. Agradecimiento

El autor desea expresar su agradecimiento a Mrs. Bernard, Mr. Senaize y Mrs. Tessier, que le han ayudado en la preparación y realización de los programas de simulación, realizados con este estudio.

Referencias

[1] J. H. Dejean, D. Cohen, Ch. Grandjean, P. Sénèque: Presentación de una nueva estructura de red de Telecomunicación. Comunicaciones Eléctricas, 42, 3, 1967.
[2] E. P. G. Wright: Flexible routing plans. Electrical Communication, 41, 1, págs. 48—54, 1966.
[3] V. E. Benes: Programming and Control problems arising from optimal routing in telephone networks. Bell System Technical Journal, 45, 9, págs. 1373—1438, Noviembre 1966.

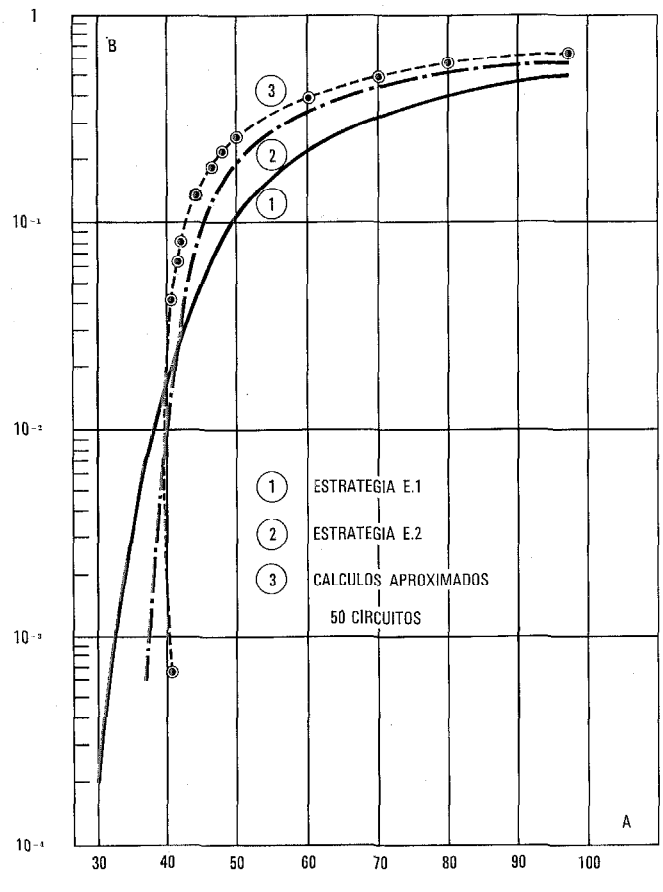


Fig. 7 Comparación entre simulaciones y cálculos aproximados.

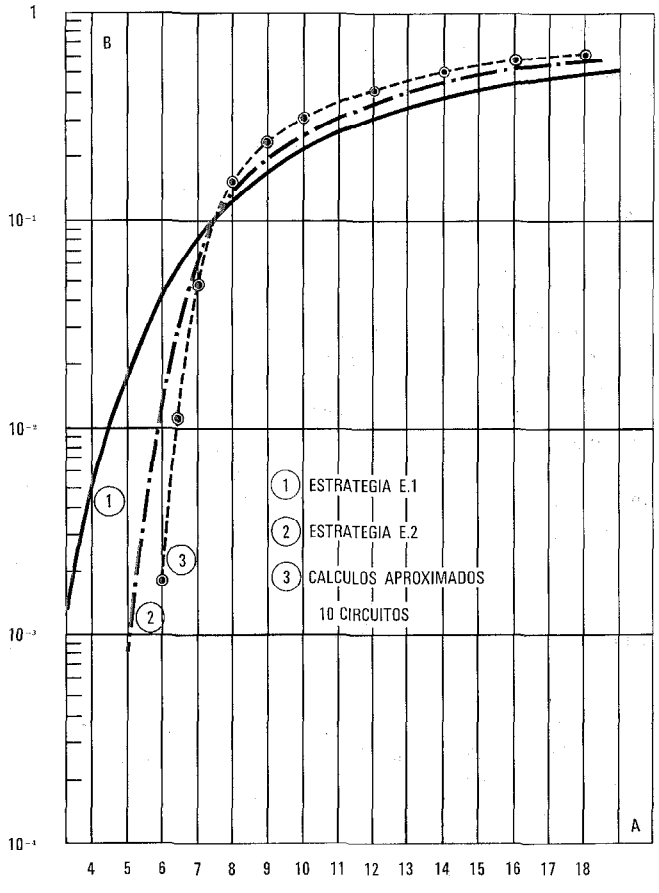


Fig. 8 Comparación entre simulaciones y cálculos aproximados.

[4] J. H. Weber: Some aspects of routing and control in communication networks. Fourth International Teletraffic Congress, Londres, Julio 1964, ponencia no. 11.
[5] R. I. Wilkinson: Theories for toll traffic engineering in the U.S.A. Bell System Technical Journal, 35, págs. 421—514, 1956.
[6] Y. Rapp: Planning of junction network in a multi-exchange area. I. General principles. Ericsson Technics, 1, 1964, págs. 77—130.
[7] M. Segal: Traffic engineering of communication networks with a general class of routing schemes. Fourth International Teletraffic Congress, Londres, Julio 1964, ponencia no. 24.
[8] J. H. Dejean, Ch. Grandjean: Transition in the occupation condition of a group of switches. Electrical Communication, 42, 2, 1967.
[9] C. Y. Lee: Analysis of switching network. Bell System Technical Journal, 34, págs. 1287—1315, Noviembre 1955.

Charles Grandjean nació en Bourges (Cher), Francia, el 27 de Octubre de 1930. Se licenció en la Facultad de Ciencias de París y obtuvo en 1952 el Diploma de Estudios Superiores en Estadísticas y Cálculo de Probabilidades.

Después de ejercer actividades similares durante unos años en los Laboratorio de Investigación de la Office National d'Etudes et de Recherches de l'Aéronautique y del Grupo Philips, ingresó en 1960 en L.C.T., donde dirige actualmente un departamento encargado de los estudios relativos a la teoría de tráfico, organización de redes de telecomunicación y aplicación de métodos de simulación.

Recompensas

Programa de premios instituído por International Telephone and Telegraph Corporation.

El programa de premios instituído en 1966 por la International Telephone and Telegraph Corporation, distinguirá a 29 empleados en 10 compañías asociadas debido al desarrollo de invenciones, nuevos productos y nuevos servicios. Medallas de conmemoración y certificados correspondientes, acompañarán a los premios en metálico que totalizan 58.000 $. Las compañías también recibirán trofeos apropiados para ser exhibidos.

En la categoria de nuevos productos y servicios, se han concedido los dos primeros premios siguientes:

J. P. Van Etten y **C. J. Pasquier** de ITT Federal Laboratories (Estados Unidos de América) de 10.000 $ por el desarrollo de equipos de navegación aérea Loran-C que se ha extendido en todo el mundo.

W. Kloepfer y **G. Sidow** de Standard Elektrik Lorenz (Alemania) de 10.000 $ por el desarrollo de equipos militares de radio móviles que se han producido y empleado en diversos países del Oeste de Europa.

En esta categoria se han concedido también los cuatro premios siguientes:

T. N. Tilman y **H. W. Walker** de ITT Jennings, (Estados Unidos de América) con 5.000 $ por el desarrollo de relés coaxiales de vacio para conmutación a distancia de circuitos radio de alta potencia.

R. J. M. Andrews, W. J. Archibald, B. M. Dawidziuk, B. D. Mills, A. H. Roche y **J. F. Tilly** de Standard Telephones and Cables (Inglaterra) de 5.000 $, por el desarrollo de un repetidor en cable submarino de gran profundidad y larga distancia para 160 circuitos.

W. Heinke, H. Keller, L. Micic y **H. Pfander** de ITT Semi-conductors Europe (Alemania) de 5.000 $, por el desarrollo de un diodo semiconductor especial para sintonia de receptores de televisión de IHF.

G. De Bruyne, A. Peeters, E. J. H. De Raedt, R. Ruelens, S. Simon y **F. Verstuyft** de Bell Telephone Manufacturing Company (Bélgica) de 5.000 $ por el desarrollo de un sistema telefónico tipo rotary con componentes de estado sólido que proporciona todos los servicios necesarios en una central moderna.

En la categoria de invenciones, se han concedido dos primeros premios por la combinación de un simple canal de transmisión de palabra y datos, empleando para estos últimos los intervalos que no utiliza la transmisión de la voz.

F. T. Cassidy, Jr., de ITT World Communications (Estados Unidos de América), comparte 10.000 $ por su invencion de un combinador y separador automático de voz y datos con **E. P. G. Wright** de Standard Telecommunication Laboratories (Inglaterra) por su invento de Transmisión de Palabra y Datos Interpolados.

Otros cuatro premios para inventos son los siguientes:

R. A. Felsenheld de ITT Federal Laboratories (Estados Unidos de América) recibe 2.000 $ por una antena sintonizada de banda ancha de pequeñas dimensiones para transmitir en un gran margen de frecuencias.

H. F. Sterling y **R. W. Warren** de Standard Telecommunication Laboratories (Inglaterra), comparte 2.000 $ por un método para el proceso de materiales de extremada pureza con altos puntos de fusión.

E. S. Guttmann de ITT Gilfillan (Estados Unidos de América) de 2.000 $ por un sistema indicador a bordo para navegación aérea.

J. P. Le Corre del Laboratoire Central de Télécommunications (Francia) de 2.000 $ por un sistema de conmutación telefónico con facilidades para manejar un gran tráfico con aumento de eficacia.

Central Electrónica Experimental "ARTEMIS"

J. DUQUESNE
Centre National d'Études des Télécommunications, Francia
G. LE STRAT
A. RÉGNIER
Le Matériel Téléphonique, París

1. Introduccion

ARTEMIS es una central telefónica experimental, del tipo de división en el espacio y con control electrónico, la ha realizado L. M. T. bajo el patrocinio de SOCOTEL (Sociedad mixta para el desarrollo de las técnicas de conmutación en el campo de las telecomunicaciones), que agrupa la Administración francesa (PTT) y los principales fabricantes franceses de equipos de conmutación telefónica.

Las dos principales características técnicas del sistema son el uso de puntos de cruce con contactos sellados y con enclavamiento magnético, así como el control por medio de un órgano centralizado con programa almacenado, llamado "multi-registrador", que por razones de seguridad está duplicado. Los dos multi-registradores del ARTEMIS están en línea con los que el C. N. E. T. (Centro Nacional de Estudios de Telecomunicaciones, departamento de "Investigación sobre máquinas electrónicas") desarrolló para la central experimental SOCRATE. Estos dos multi-registradores han sido fabricados y puestos a punto por el Laboratorio Central de Socotel en Lannion. La red de conversación y las partes electrónicas asociadas con ella se han desarrollado y fabricado en L. M. T. que se ha encargado, además, de la programación de los multi-registradores, de la instalación de la central y las pruebas del conjunto.

La central automática ARTEMIS se equipó en principio con 800 abonados, y se instaló en L. M. T. en Boulogne para dar servicio al tráfico interior de dicha compañía. Este uso como central privada tiene la ventaja de permitir la experimentación en condiciones reales y con un tráfico importante de abonados; ahora bien, el sistema ARTEMIS está concebido para centrales públicas que pueden alcanzar hasta 30.000 abonados. Para estudiar los problemas de interconexión de una central con control electrónico y las redes existentes, se decidió asociar durante una fase de experimentación con la central privada, un comienzo de central pública o red de pruebas y emplear un prefijo de tres cifras como las demás centrales de París. Los abonados de esta red de experimentación podían llamar o ser llamados por cualquier abonado de la red de París con un número de 7 cifras y ponerse en comunicación con la red nacional por medio de un número de 10 cifras.

En la práctica, la central privada y el comienzo de central pública están mezclados, así como sus abonados en la misma red de conexión. El multi-registrador tiene dos juegos de programas, uno correspondiente al uso como central pública y el otro para su empleo como central privada. De acuerdo con la categoría del abonado que llama, o del tipo de enlace entrante los multi-registradores pueden saber la clase de servicio requerido, ya sea público ó privado, y iniciar el programa correspondiente.

2. Descripción técnica de la central automática

2.1 Estructura general

El sistema ARTEMIS consta principalmente de dos clases de órganos, la red de conmutación y los multi-registradores. El papel fundamental de la red de conmutación es asegurar la conexión entre las líneas de abonados y los enlaces; los multi-registradores están encargados en principio de las tareas de control y normales de la central, tales como la recepción de la numeración, la traducción o la tasación.

Pero en realidad no es posible concentrar todas las tareas de control en los multi-registradores. La conexión de un abonado a un enlace, por ejemplo, requiere un cierto tiempo, 1 ó 2 milisegundos, tiempo durante el que es imposible bloquear los multi-registradores cuya velocidad de operación es mucho mayor; hay que dar, por consiguiente, a la red de conmutación medios electrónicos que reciban las órdenes de los multi-registradores (registros tampón) que controlen la actuación de los puntos de cruce (amplificadores de conexión) y por último que respondan a los multi-registradores que la orden recibida ha sido ejecutada correctamente.

Los circuitos electrónicos asociados con la red de conmutación llevan a cabo otros cometidos. Para establecer una conexión es necesario probar la disponibilidad (libertad) de los enlaces en las mallas de la red. El estado de libertad u ocupación en estas mallas se podía guardar en la memoria en los multi-registradores, pero ésto presenta dos dificultades. La primera se debe, al procedimiento escogido para la duplicación de los multi-registradores; como se verá más adelante cada uno trata diferentes llamadas. Uno de ellos, cuando establece o deshace una conexión, puede escribir en su memoria los estados de los enlaces que estaban en relación con la llamada, pero deberá comunicar los cambios producidos al otro multi-registrador, lo que podría producir un tráfico considerable de cambio de información entre los dos multi-registradores, que perjudicaría sus respectivos trabajos. La segunda dificultad consiste, en que al comprobar en la memoria la disponibilidad de enlaces puede haber un desajuste accidental entre el estado real de las mallas y el indicado en la memoria. La solución escogida ha sido añadir esta función de exploración de las mallas a la propia red de conmutación, para lo que se ha añadido a los dos hilos de conversación un tercer hilo cuya utilidad explicaremos más adelante en detalle.

La figura 1 representa la estructura general del ARTEMIS y la distribución de funciones entre los diferentes bloques.

2.2 El multi-registrador

2.2.1 Memorias del multi-registrador

Las memorias son de tres clases distintas:

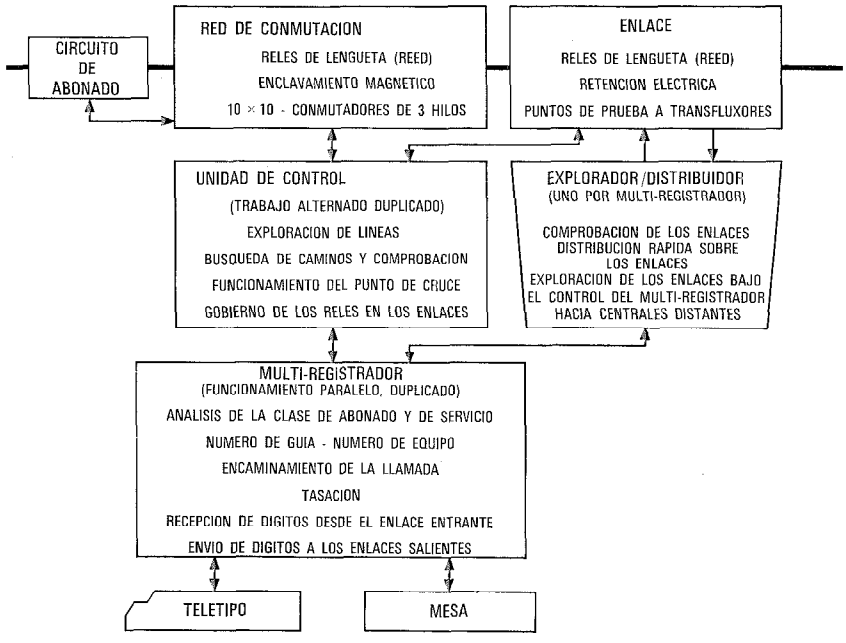


Fig. 1 Estructura general.

a) Una memoria semipermanente de núcleos en trama para el programa almacenado. Esta memoria tiene una capacidad de 4.096 palabras de 32 bits. Cada palabra contiene un "directivo", cada uno de los cuales está compuesto de tres órdenes 01, 02 y 03 (ver Fig. 2). Cada orden ocupa 8 bits, lo que permite un alfabeto de 256 órdenes diferentes. Además de las tres órdenes el "directivo" comprende un código S de 3 bits, este código acompañado de un signo indica el salto de dirección de memoria a realizar para pasar al siguiente directivo. Este salto tiene un margen comprendido entre -7 y $+7$ y puede hacerse condicional dependiendo de si el directivo tiene una o más órdenes de prueba. Las tres órdenes de un directivo se realizan siempre secuencialmente, en un tiempo total de 40 microsegundos. Este tiempo comprende 16 microsegundos para obtener la dirección de la memoria, la extracción del directivo y los diferentes controles y 8 microsegundos para llevar a cabo cada una de las tres órdenes.

b) *Una memoria temporal con núcleos de ferrita* de lectura por coincidencia de corrientes. Su capacidad es también de 4.096 palabras de 32 bits y un ciclo de 5 microsegundos. Esta memoria tiene dos usos diferentes: en la primera mitad se guarda la información temporal de las comunicaciones que van a ser conectadas o desconectadas, información de la supervisión de las comunicaciones establecidas y ciertas tablas. La segunda mitad se usa para almacenar ciertos programas (programas en curso de pruebas, programas de pruebas o de diagnóstico, programas operacionales, etc. . . .). Estos programas no permanecen permanentemente en la memoria, sino que se introducen en ella de acuerdo con las necesidades y después de su ejecución se destruyen. Un sistema de seguridad de esta parte de la memoria protege de una destrucción accidental los programas de ejecución.

c) Una memoria de tambor de 16.384 palabras de 32 bits y de tiempo de acceso medio de 10 milisegundos. En este tambor se almacena la información que no es económico poner en la memoria de ferritas. Se encuentra en esta memoria, por ejemplo, la clase de abonados, la clase de servicios, los contadores de abonado, tablas de encaminamiento y la numeración abreviada, que es una información voluminosa y nunca es necesario tener acceso a ella con rapidez. También se encuentran en este tambor los programas especiales que se mencionaban en b) y que se leen en la memoria temporal cuando es necesario. Por último el tambor contiene un duplicado de la información necesaria para el comienzo del trabajo del multi-registrador. Esto permite poner en acción un procedimiento automático de arranque después de una avería, la reanudación de marcha de la memoria se realiza por medio de una simple lectura de la información necesaria almacenada en el tambor.

2.2.2 Estructura lógica del multi-registrador (Fig. 3)

Como ya se ha visto la organización de las memorias es en palabras de 32 bits. Los cambios de información con los periféricos (circuitos de control de la red y explorador) se realizan también con 32 bits en paralelo. El multi-registrador tiene por lo tanto una serie de barras omnibus de transferencia de 32 bits que permite el paso de información entre los registros de las memorias (L y R para la memoria temporal e I para la de tambor) o entre estos registros y los periféricos. El bloque aritmético que se puede ver en la parte izquierda de la figura, consta de tres registros principales X, Y, Z y de ciertos circuitos

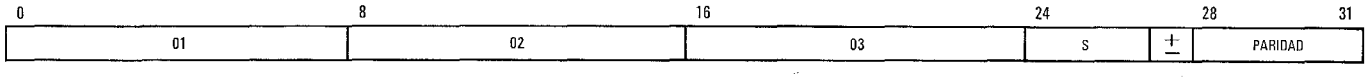


Fig. 2 Constitución de un "directivo".

que permiten la introducción de algunos parámetros, borrado parcial, operaciones aritméticas y de colocación a realizar en el contenido de estos registros. El bloque aritmético no manipula palabras completas de 32 bits, sino bloques de información de 10 bits, por lo que esta unidad tiene una barra de 10 bits para el paso de tal información.

El tambor magnético está gobernado por dos registros de los que uno da el número del paso entre los 128 (registro K) y otro que da la dirección angular también entre 128 (registro C). La memoria temporal está gobernada por un registro A de 9 bits. Como para determinar una dirección de esta memoria son necesarios 12 bits, los otros tres bits vendrán determinados por la orden. En otras palabras puede decirse que para ejecutar una orden de lectura o de escritura en la memoria, el registro A designa un sector de ocho palabras y la orden precisa la palabra dentro del sector. Este sistema muy simplificado de indice es muy ventajoso, a la vista de los problemas que se tratan en una central automática: en efecto, a cada comunicación en tratamiento se le asigna precisamente una zona de 8 palabras consecutivas de la memoria (zona que se llama registro). Durante el tratamiento elemental de un registro se escribe la dirección siguiente en A que actúa como un índice para las órdenes de lectura y escritura de las diferentes palabras del registro.

El avance del programa se lleva a cabo mediante un contador de orden W, que contiene en cada instante la dirección del próximo directivo que tiene que actuar (dirección en una memoria semipermanente o temporal). Se sabe que para efectuar un directivo, se llevan a cabo las tres órdenes secuencialmente. Por otra parte la progresión de los directivos se lleva a cabo muy flexiblemente, el código S de la figura 2 permite una elección desde -7 á $+7$, esta elección es condicional si el directivo contiene por lo menos una orden de prueba. Por último, es posible una progresión de amplitud mayor por medio de un registrador de interrupción de secuencia.

2.2.3 Conexión del multi-registrador con el exterior

El multi-registrador tiene acceso a los circuitos de control de la red, por medio de un canal bidireccional de 32 bits conectado a las barras de 32 bits. Para las conexiones con el explorador, el sistema es el mismo, pero existe un canal de retorno conectado a la barra de 10 bits para el envio de la respuesta del estado de los enlaces.

Por último hay que hacer notar que el multi-registrador se comunica con el personal de la central por medio de un teletipo. Además una mesa sirve para el control centralizado de la red. Da las órdenes de comienzo de operación de los multi-registradores y circuitos periféricos, de las operaciones de mantenimiento, del diagnóstico de averias, etc. . . . Esta mesa provista de llaves y lámparas se usa únicamente para la intervención del personal de mantenimiento.

2.2.4 Principios de la programación

Como ya se ha visto el multi-registrador es un dispositivo capaz de realizar un cierto número de operaciones lógicas. Para un trabajo particular, como el que se realiza en una central telefónica automática, es necesario introducirle un programa adecuado que consiste en una lista de instrucciones almacenadas en las distintas memorias, que al realizarse secuencialmente permite al multi-registrador llevar a cabo diferentes funciones. Hay que recalcar que éstas pueden ser de naturalezas muy distintas:

— Exploración de los enlaces entrantes para detectar las posibles llamadas.
— Procesamiento de las llamadas detectadas por la red.
— Análisis de las categorias de los enlaces entrantes o de los abonados.
— Control de las conexiones en la red.
— Almacenamiento de la numeración de un abonado o de la señalización recibida en los enlaces entrantes.
— Traducción de los prefijos y de los números de abonado.
— Envío de la señalización en los enlaces salientes.

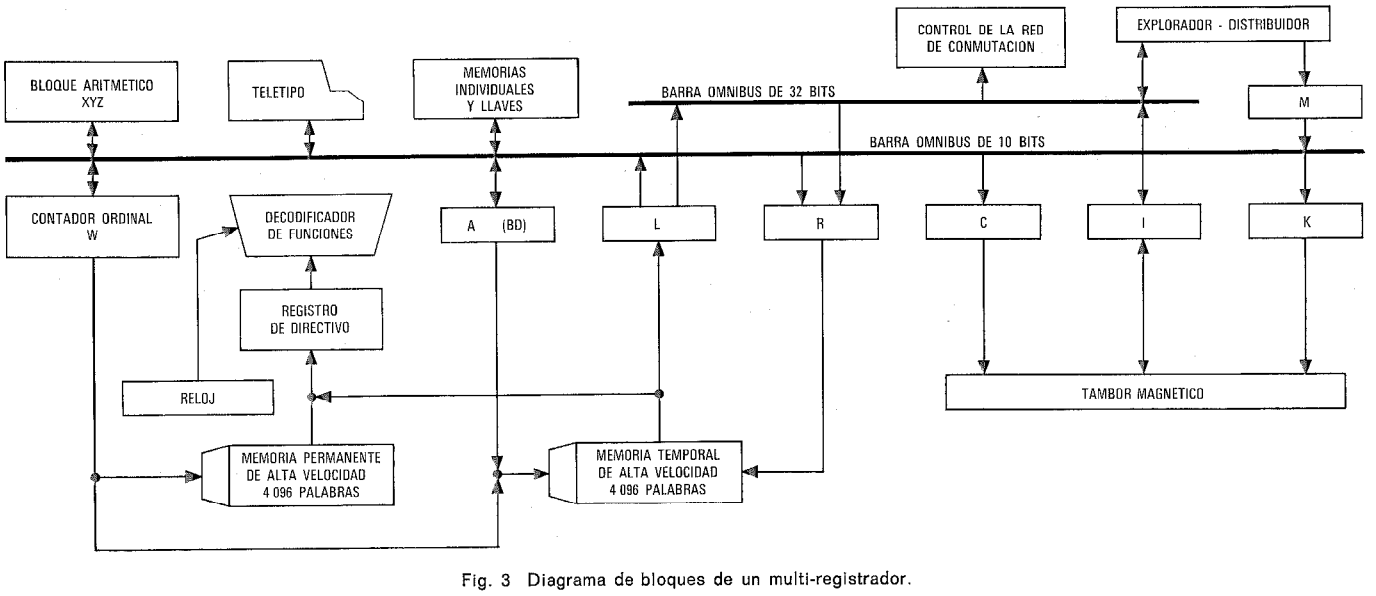


Fig. 3 Diagrama de bloques de un multi-registrador.

— Supervisión de las comunicaciones establecidas.
— Tasación.
— Impresión en las máquinas impresoras de información de averías, de congestión en la red y de estadísticas de tráfico.

El multi-registrador debe procesar simultáneamente un gran número de llamadas telefónicas y como siempre trabaja secuencialmente, debe dividir su tiempo de trabajo entre las diferentes llamadas. Más exactamente, lleva a cabo una parte del proceso de la primera llamada, después de la segunda, etc. . . . después de la última, y volverá a la primera realizando un nuevo paso del proceso, etc. . . . Para cada una de las llamadas en tratamiento el multi-registrador está obligado a dedicar una parte de su memoria temporal, para ir escribiendo en ella todas las informaciones que la concierne a medida que llegan. Se almacena aquí también el número y la categoria del que llama, el número del enlace, las cifras recibidas, la categoría del abonado llamado, el número del enlace escogido para la llamada, etc. . . . Esta zona de la memoria se llama registro, y como ya se ha dido comprende 8 palabras consecutivas de 32 bits cada una.

El multi-registrador trata cíclicamente todos los registros, es decir todas las llamadas en curso. Realmente existen dos ciclos distintos; uno de 10 milisegundos y otro de 200 milisegundos.

2.2.4.1 Programa periódico de 10 milisegundos

El multi-registrador lleva a cabo en cada uno de los registros un proceso elemental, pero limitándose a tomar las medidas urgentes necesarias para el progreso de las llamadas en curso. Así, si la llamada se encuentra en el estado de enviar cifras, el multi-registrador toma nota del estado del bucle del abonado para detectar un posible cambio de estado del mismo (comienzo o final de un impulso). Si no hay cambios el multi-registrador hace avanzar un paso a un contador situado en una de las palabras del registro. Si este contador llega al máximo, es que ha pasado un cierto tiempo predeterminado desde que ocurrió el último cambio, lo que quiere decir que se ha terminado el tren de impulsos o bien que el abonado ha colgado. Si no ha habido cambio de estado, ni saturación del contador, el multi-registrador abandona este registro y pasa a tratar el siguiente, el tiempo de proceso ha sido muy corto (80 microsegundos). Por otra parte, si se ha detectado algún cambio, el multi-registrador lleva a cabo la operación necesaria: deducción del impulso, obtención del dígito completo, preparación para desconectar, etc. . . . y el tiempo de proceso necesario será mucho mayor (120 â 500 microsegundos).

Hemos descrito este programa (PR programa rápido) tomando el ejemplo de la recepción de la numeración, pero son necesarias las mismas consideraciones para la recepción ó el envío de la señalización, para la desconexión de las comunicaciones, etc. . . . Hay que hacer notar que el multi-registrador gasta una gran parte de su tiempo en el programa rápido, y es la velocidad con que lleva a cabo este programa la que determina la capacidad de procesamiento. Así, en el ARTEMIS, el tiempo mínimo de procesamiento es de 80 microsegundos, por lo que el multi-registrador puede procesar 10.000/80 = 125 registros como máximo. Realmente el número es menor debido a otras tareas que necesitan también tiempo.

2.2.4.2 El programa de control del explorador

Este programa lleva a cabo la exploración de los enlaces y de los dispositivos auxiliares que supervisan las comunicaciones establecidas (y vigilar las llamadas en los enlaces entrantes). Esta exploración se realiza con un período de 50 milisegundos. Para conseguir este período se parte del ciclo de 10 milisegundos descrito en 2.2.4.1 y se explora en cada ciclo uno de entre cinco enlaces. El multi-registrador tiene en memoria el estado de todos los enlaces y envía esta información secuencialmente hacia el explorador que compara con el estado presente y en caso de diferencia hace una llamada al multi-registrador. Se asignará un registro que realizará un análisis más detallado del cambio. Como indicación, diremos que el programa del explorador ocupa al multi-registrador 1 milisegundo de cada 10.

2.2.4.3 Programa con período de 200 milisegundos

Las operaciones complicadas y que no son urgentes, tales como el análisis de los dígitos recibidos, retrasos largos, cálculos de tasas, etc. . . . no se realizan durante el programa rápido para no retrasarle; estas tareas se realizan en el tiempo dejado libre al final de cada ciclo del programa rápido (ver Fig. 4). El multi-registrador procesa secuencialmente un cierto número de registros, realizando los trabajos largos que también son necesarios, hasta que le interrumpe el final de los 10 milisegundos. Durante un ciclo el programa (llamado PL programa lento) puede procesar un pequeño número de registros. Pero después de un cierto número de ciclos consecutivos habrá tratado a todos y podrá recomenzar.

Realmente el bucle completo en el primer registro viene determinado por un segundo reloj de 200 milisegundos. Cuando sobre tiempo de los 200 milisegundos el multi-registrador realizará programas rutinarios sin nin-

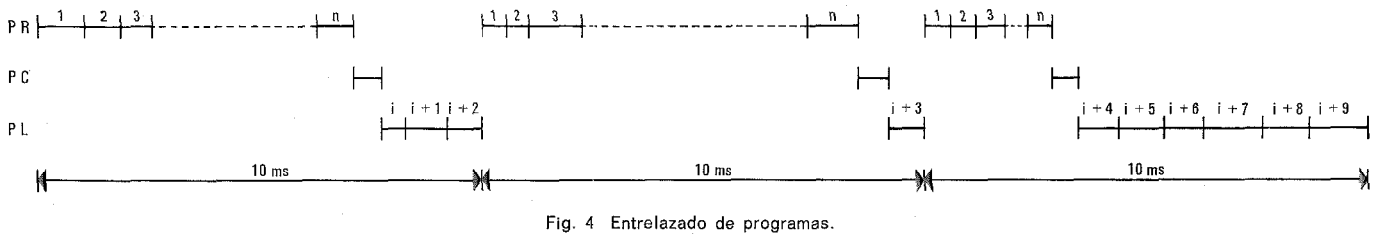


Fig. 4 Entrelazado de programas.

guna urgencia, tales como rutinas de pruebas, medidas estadísticas, etc.

2.2.4.4 Filosofía de la unión de los programas

Como ya se ha visto llevan a cabo diferentes trabajos con tres grados de prioridad (programas rápidos y programas de control del explorador, programas lentos y programas rutinarios). Digamos que para acoplar estos programas juntos, no se ha previsto un sistema de interrupciones por medio de una instrucción de la máquina. *En efecto se consideró suficiente descomponer los programas* en pequeños subprogramas y únicamente las instrucciones cabecera de los subprogramas podían ser interrumpidas. Este sistema trabaja con circuitos muy simples y por lo tanto el procesamiento es muy sencillo. No es inconveniente en absoluto para el procesamiento de comunicaciones telefónicas, la pequeña restricción impuesta porque en tal procesamiento se puede dividir los trabajos en pequeños elementos, y hay que realizar un nuevo elemento de programa cuando ocurre un nuevo suceso (llegada de una nueva llamada, recepción de un dígito, descuelgue del abonado llamado, etc).

2.3 El punto de cruce

2.3.1 Características principales

Las caracteristicas principales del punto de cruce son:

— El uso de tres contactos sellados por punto de cruce; dos para la conversación, el tercero para las operaciones de prueba sobre las mallas, para la verificación de las conexiones establecidas, y para identificar uno de los finales de la cadena empezando por el otro.
— Enclavamiento magnético.
— Control por coordenadas con reposición de las conexiones ya realizadas.

2.3.2 Estructura del punto de cruce (Fig. 5)

El punto de cruce se compone de tres contactos de lengüeta sellados, C, C′, C″, de dos núcleos magnéticos N y N′ y de dos piezas polares P y P′. Las piezas polares son de hierro dulce y sirven para conducir el flujo magnético de los núcleos hacia los contactos. Los núcleos magnéticos son de una aleación con magnetismo remanente y están siempre magnetizados bien en un sentido bien en el otro. De acuerdo con las direcciones relativas de magnetización de los dos núcleos se pueden obtener 4 condiciones estables como se puede ver en la figura 6. Dos de estas condiciones corresponden a la apertura de los contactos, las otras dos a su cierre.

2.3.3 Control por coordenadas

El principio de control por coordenadas se puede ver esquemáticamente en la figura 7. Cada uno de los dos núcleos de control lleva dos devanados X′ e Y el N y X e Y′ el N′, que tienen el mismo número de espiras. El control se realiza aplicando simultáneamente un impulso en cada entrada de los pares H–H′ y V–V′, correspondientes a la horizontal y a la vertical del punto de cruce que se quiere actuar. Se necesita que los impulsos sean de distinta duración; dos veces más largo en los H y V que en los H′ y V′.

El papel de estos impulsos es reponer todos los puntos de cruce que estén en la horizontal o en la vertical exceptuando el que se quiere cerrar, que es el que se encuentra en la intersección de la horizontal y la vertical.

— En el punto de cruce 01 de la figura 7, por ejemplo, los devanados X y X′, debido al paso de corriente producirán la activación de sus núcleos correspondientes en los que existirá cuando desaparezcan los impulsos un magnetismo remanente en serie, lo que permite el paso del flujo de un núcleo al otro a través de las piezas polares. Los contactos permanecen en reposo (desactuados) este es el caso 3 de la figura 6.
En el punto de cruce 10 de la figura 7 y en todos los de la misma vertical, excepto el 00, únicamente los devanados Y e Y′ están atravesados por corriente, y el resultado es el mismo que el que se ha explicado *en el punto anterior, con la única diferencia que ha* cambiado el sentido de la circulación de flujo, este caso es el 1 de la figura 6 en el que los contactos están abiertos.

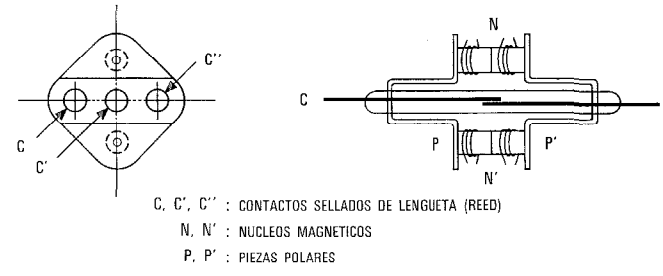


Fig. 5 Constitución de un punto de cruce.

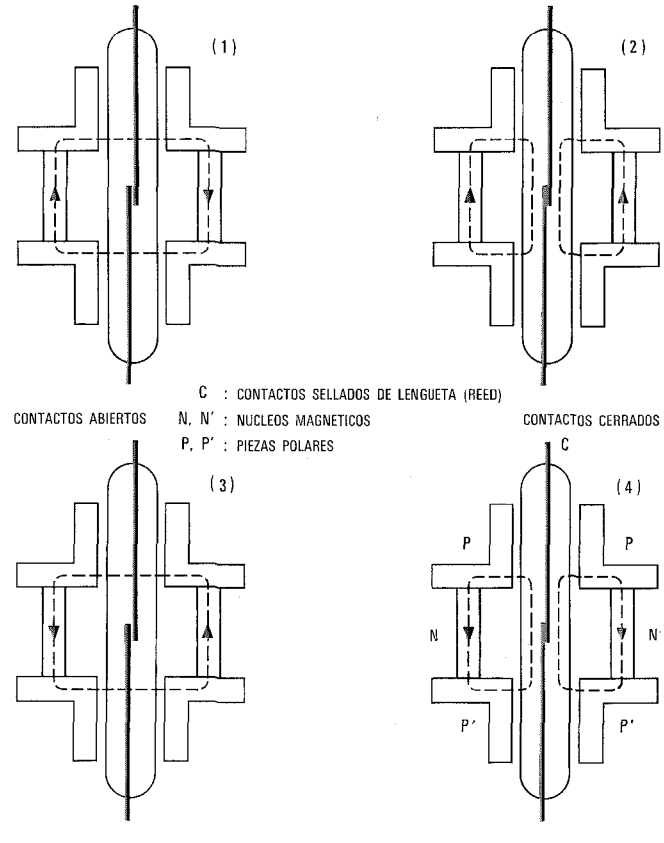


Fig. 6 Condiciones estables del punto de cruce.

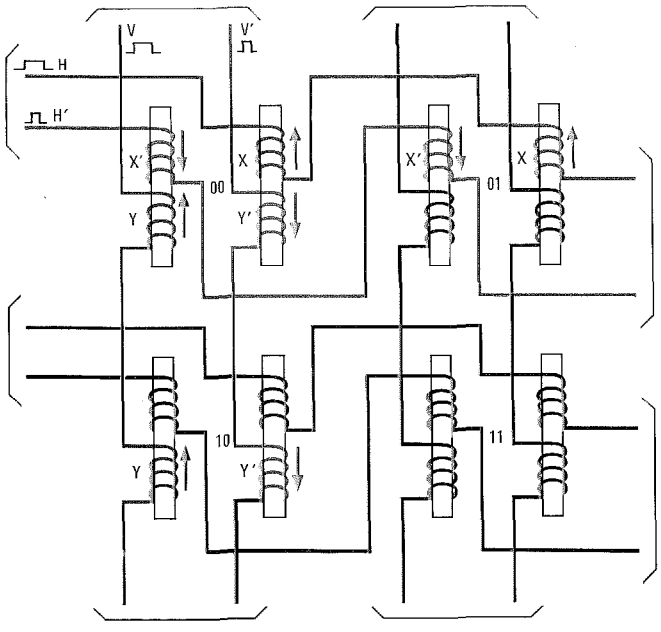


Fig. 7 Control por coordenadas.

— En el punto de intersección de la vertical y de la horizontal escogidas, punto de cruce 00, la dirección de los devanados es tal que durante el impulso corto, los campos creados anulan cualquier otro y quedan sin efecto sobre los contactos. Después de la desaparición de los impulsos cortos, permanecen solamente los impulsos largos, magnetizando los núcleos en oposición por medio de los devanados X e Y. El flujo creado por cada núcleo no puede cerrarse sobre el otro, y una parte de éste pasa a través de los contactos sellados que se cierran. Este es el caso 2 de la figura 6.

Se ha visto que la actuación de un punto de cruce se ve acompañada por la apertura de los puntos de cruce de la misma vertical y de la misma horizontal. Esta propiedad permite que al final de una comunicación se dejen actuados los puntos de cruce que estaban asociados a ella; estos puntos de cruce se abrirán automaticamente cuando se establezcan otras comunicaciones.

2.3.4 Impulsos de control

El número de amperios vuelta necesarios para conmutar un núcleo es del orden de 650. Se ha escogido una bobina de 65 vueltas, por lo que la corriente de control debe ser de 10 amperios. A pesar de este valor tan alto de corriente, la energía que se gasta para actuar un punto de cruce es pequeña, porque los impulsos son de breve duración 1 milisegundo los largos y 0'5 los cortos.

2.3.5 Construcción práctica

Los puntos de cruce están montados en matrices de 10 por 10. Cada una de éstas está montada en un bloque enchufable como se puede ver en la figura 8.

El contacto usado es uno de lengüeta (reed) miniatura del tipo H 50 desarrollado por la firma "Standard Elektrik Lorenz" S. E. L. Los núcleos son de una aleación de hierro, cobalto y vanadio. Las bobinas están montadas en conjuntos de diez, fabricadas con una máquina automática, sin cortar el hilo entre bobinas vecinas. Este subconjunto se puede ver en la figura 9.

2.4 Los enlaces y sus conexiones con los multi-registradores

2.4.1 El papel de los enlaces

Como ya se ha dicho anteriormente, la red de conmutación permite conectar los abonados a los enlaces, bajo el control del multi-registrador. En un sistema electromecánico convencional, el enlace lleva a cabo una serie de funciones entre las que son más importantes:

— El suministro de corriente para el micrófono de los aparatos de abonado tanto del lado que llama como del llamado, y el envio de la corriente alterna de llamada hacia el abonado llamado.
— Supervisión de los abonados que permite conocer si un abonado cuelga o descuelga su microteléfono.
— Interpretación de las señales de supervisión que permiten deducir las conmutaciónes que hay que realizar en el enlace.
— Como función de la interpretación de estas señales, la conexión de la corriente de alimentación o de la corriente de llamada a los hilos de la línea.

Estas funciones se realizan en los sistemas conocidos con relés convencionales. En un sistema semi-electrónico, el uso de tales relés no es aconsejable porque los enlaces ocuparían una gran parte del volumen total necesario la red y el control electrónico están realizados con elementos miniatura. El objetivo es disminuir al máximo el volumen que ocupan los enlaces y se consigue con dos procedimientos:

— Colocando la "inteligencia" en la unidad de control central que interpretaría las señales recibidas por el enlace.

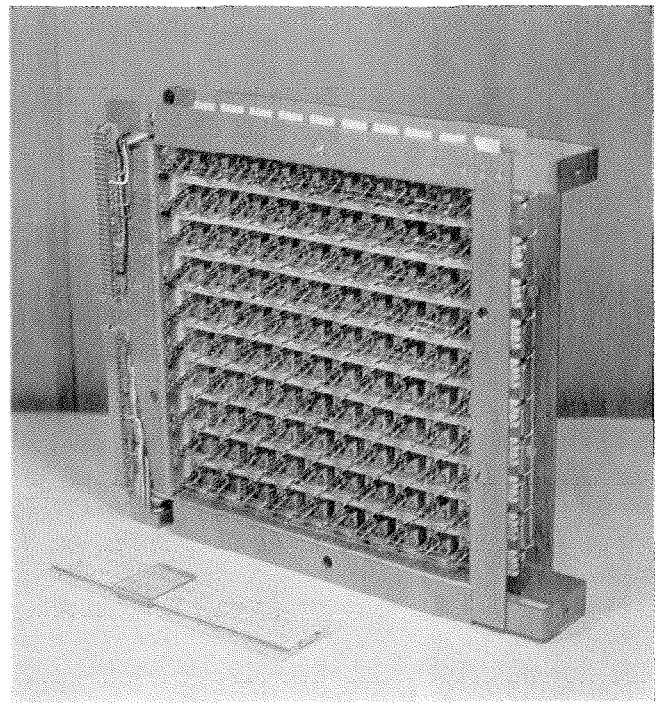


Fig. 8 Vista de matrices de puntos de cruce.

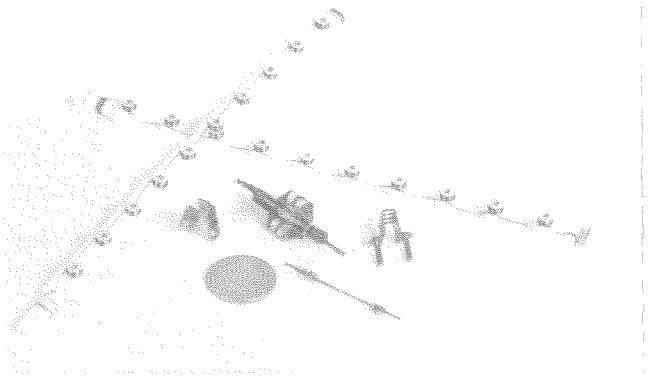


Fig. 9 Vista de elementos del punto de cruce.

— Usando reles miniatura, para realizar dentro del enlace, las conmutaciones que se ordenen desde la unidad de control central una vez interpretadas las señales recibidas. En el caso del ARTEMIS, se usan los mismos relés que en los puntos de cruce de la red de conmutación.

Esta división de tareas entre el enlace y el calculador necesita:

— La observación periódica de los enlaces por el calculador función que consigue éste por medio de un órgano llamado "explorador".

— El envío de órdenes de actuación y reposición de los relés del enlace por medio de un órgano que se llama "distribuidor".

La distribución será "lenta" cuando el dispositivo que lo controla recibe las órdenes del calculador, las transmite a los enlaces, verifica que el relé correspondiente se ha actuado o desactuado y contesta al calculador. El tiempo de ocupación del distribuidor se mide en milisegundos.

La distribución se llama "rápida" cuando el distribuidor bajo las órdenes del calculador actúa biestables electrónicos que a su vez actuan los relés del enlace. El tiempo de ocupación del distribuidor en este caso se mide en microsegundos.

Este segundo tipo de distribuidor se utiliza ante todo en algunos enlaces especiales, en los que las señales que se envían o reciben son cortas y además no deben sufrir retrasos.

2.4.2 Puntos de prueba

Para permitir al multi-registrador conocer en que estado se encuentra un enlace, éstos tienen un cierto número de puntos de prueba. La mayor parte de estos puntos de prueba corresponden a las condiciones de las líneas externas, de las líneas de abonados o de los enlaces entre centrales. Los dispositivos conectados a las líneas para conocer su estado no pueden ser relés de lengüeta o relés miniatura que no tienen ajustes y de los que no se puede garantizar la reposición cuando existan pérdidas en la línea, o en las centrales distantes existan relés de alta impedancia.

Los relés de supervisión han tenido que ser reemplazados por "transfluxores" de tres aperturas, montados en matrices. Los hilos de la línea pasan a través de un devanado del orificio mayor. Cada orificio pequeño está asignado a un explorador que a su vez está conectado a un multi-registrador, lo que permite la exploración del mismo enlace por los dos multi-registradores independientemente. El material magnético con ciclo de histéresis rectangular permite conseguir las condiciones marginales requeridas.

2.4.3 El bastidor de enlaces

En la figura 10 podemos ver el principio de funcionamiento del enlace local. Se puede ver que existen tres transfluxores como puntos de exploración, dos para la supervisión de los abonados, el tercero para la detección del descuelgue del abonado llamado en la fase de envio de corriente de llamada. Un cierto número de relés asegura la conmutación de los hilos de la línea. El relé M permite conectar el enlace a los aparatos de control (distribuidor-marcador), para realizar la actuación o reposición de los relés del enlace.

Los enlaces están agrupados por bastidores de 100 enlaces cada uno y formados por unidades enchufables (Fig. 11). Existen muchos tipos de enlaces, pero todos se pueden enchufar en cualquier lugar del bastidor.

2.5 Control de la red de conmutación

2.5.1 Estructura de los circuitos lógicos de la red

Se ha visto ya que una parte de las funciones lógicas de la red automática las realizaban los circuitos lógicos asociados con la red de conmutación, recibiendo órdenes de los multi-registradores y realizando las operaciones correspondientes. Estas operaciones, entre las que se incluye la actuación de los puntos de cruce, son tan rápidas que aún en el caso de que la central esté equipada con su máxima capacidad, un órgano es capaz de realizar adecuadamente todas las operaciones en la red de conmutación.

Este dispositivo recibe el nombre de unidad de control de la red (UC). Por razones de seguridad se han equipado dos unidades de control, que se dividen las llamadas pero, contrariamente a como sucede en el caso de los multi-registradores solamente está una en servicio en un momento dado, lo que hace necesario que las dos unidades de control estén conectadas a los dos multi-registradores como se indica en la figura 12.

Existe un cierto número de circuitos electrónicos directamente asociados a los puntos de cruce, que no están duplicados tales como las puertas de prueba del estado de las mallas, o los diodos controlados que encaminan los impulsos hacia el punto de cruce elegido. Estos dispositivos forman los marcadores M de la figura 12. Cada marcador está asociado con un grupo de matrices de puntos de cruce que se llama elemento de selección.

Los elementos de selección son de dos tipos.

— El elemento de selección terminal (EST), que realiza una concentración de tráfico en dos etapas de matrices 20 × 10 y que atiende a 200 abonados.

— El elemento de selección de grupo (ESG) con 100 entradas y 100 salidas, que cursa una gran cantidad de tráfico y que está constituído por dos etapas de matrices 10 × 10.

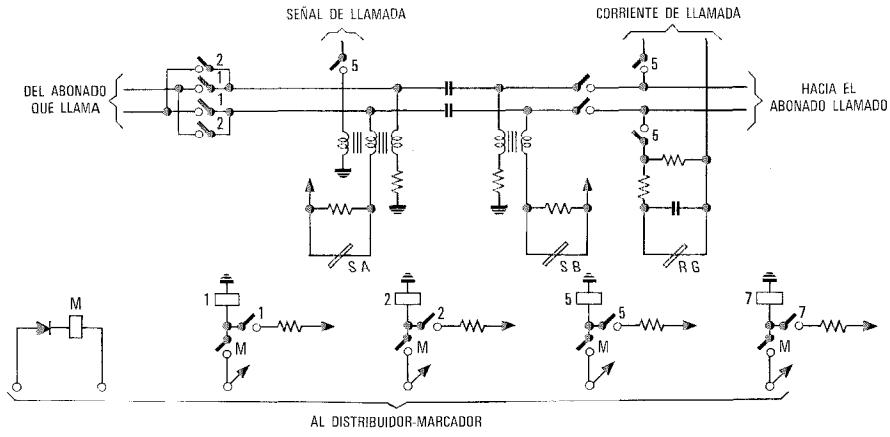


Fig. 10 Fundamento de enlace local.

No es necesario duplicar el marcador, porque se han escogido los elementos de selección pequeños de forma que en caso de avería en un marcador el número de abonados o de enlaces afectados sea pequeño.

Entre los elementos de selección terminal y los de selección de grupo se coloca un repartidor intermedio. Se pueden colocar cualquier número de mallas entre cada ESG y cada EST. Existen también mallas de ayuda entre distintos ESG, lo que permite la conexión entre abonado y enlaces por medio de 4 ó 6 etapas de puntos de cruce. El principio de exploración cíclica, que se describirá más adelante, permite en el caso de centrales de gran capacidad, usar sistemáticamente dos elementos de selección de grupo en serie.

Como se ve en el diagrama de bloques de la red, la unidad de control asegura la actuación de los relés en los enlaces cuando se recibe una orden del multiregistrador, de la misma forma se asegura la actuación de los puntos de cruce, por medio de un dispositivo asociado a 100 enlaces y llamado "distribuidor-marcador" (DM), que realiza la función de distribución lenta descrita anteriormente.

2.5.2 El tercer hilo

El tercer contacto de los puntos de cruce permite tener un tercer hilo paralelo a los hilos de conversación y de conexión de la línea de abonado al enlace. Este tercer hilo se conecta al potencial de tierra en el enlace como se ve en la Fig. 13a.

Esto permite:

— La operación del relé de corte en el equipo individual del abonado, este relé aisla la línea del circuito de detección de llamadas. El relé de corte con autoretención, posee dos contactos sellados idénticos a los utilizados en los puntos de cruce, que se mantienen cerrados normalmente gracias a un imán permanente.

— La exploración de los enlaces en todas las etapas de la cadena. Se considerará que una malla está ocupada si su tercer hilo se encuentra al potencial de tierra. Al final de cada comunicación se suprime en el enlace el potencial de tierra, hilo C, que desaparece de todo el tercer hilo de la cadena, y los enlaces quedan libres para otras llamadas sin que los puntos de cruce queden abiertos. Estas mallas se irán reponiendo conforme se vaya produciendo nuevas llamadas según se ha visto en el capítulo 2.3. La puerta de detección de estado de malla PDM se puede ver en la figura 13a, en la 2ª. etapa.

La posibilidad de explorar el estado del hilo C, en cualquier etapa se usa para la selección de un camino a través de la red como se explicará más adelante y además nos permite:

— La comprobación de la ocupación de un abonado deseado.

— La identificación de un abonado conectado a un enlace determinado y de las mallas que intervienen en la comunicación.

— El tratamiento de los abonados en el caso de falsa llamada.

La exploración de un abonado se realiza por comprobación del potencial, hilo C, de la misma forma que se hace en una malla intermedia.

La identificación de un abonado a partir de un enlace se realiza comprobando los estados de las 10 mallas de entrada de la última matriz de la cadena, a la que está conectado el enlace, después se hará otra prueba de las mismas mallas una vez que se ha quitado la tierra de ocupación del enlace implicado. Si se había encontrado en la primera prueba n mallas libres, ahora en la segunda se deberán encontrar n + 1. La malla que se ha liberado es la que forma parte del camino que se quiere identificar. Conocida esta malla se repite el proceso en la matriz de la que procede y así se prosigue hasta identificar el abonado. La exploración del estado de las mallas es lo bastante rápida, para evitar la caida del relé de corte en el circuito de línea del abonado.

El tratamiento de un abonado en el caso de una falsa llamada se lleva a cabo conectándole a través de la red a un enlace local o a un enlace saliente, y poniendo este enlace en la posición de "condición de falta" en la que la tierra de ocupación se puede controlar desde la unidad de control; si en el establecimiento de llamadas normales se produce una sobrecarga de la red, la tierra de ocupación de los enlaces en falsa llamada se suprime. Si ésto permite encontrar un camino libre, en el enlace que es necesario liberar se quita la tierra de una forma

selectiva individual. Entonces como antes se explicó se obtiene la identidad del abonado que estaba en el caso de falsa llamada y liberado el enlace al que estaba conectado. Una vez conectada la nueva llamada, el abonado en falsa llamada se puede conectar a un nuevo enlace. La organización de la red de esta forma permite tratar los abonados en falsa llamada sin aumentar el precio del equipo individual de abonado.

2.5.3 La selección de mallas

Se ha visto en el capítulo anterior que se puede explorar el estado de disponibilidad en todas las mallas de la red, pero como el número de caminos que conecta la entrada A con la salida B puede ser mayor que 1, el conocimiento de las direcciones A y B no permite de una manera sencilla saber las mallas que hay que explorar. La primera operación conociendo A será "marcar" todas las mallas que salen de A y están disponibles. Esto se realiza asociando con el hilo C y con la puerta de exploración de la malla, ver Fig. 13a, un hilo d de marcaje, paralelo al hilo C y formando lo que se podría llamar una réplica de la red. En la figura 13b se puede ver la asociación de los hilos C y D. La señal de marcaje que viene desde A (potencial positivo), se propaga a través de la red a condición de que no llegue un potencial de tierra en los hilos C ocupados; la señal se regenera en cada etapa por un amplificador R asociado a cada matriz. Cuando existe una etapa de ayuda mutua, el amplificador R introduce un retraso en la propagación de la señal de marcaje, lo que permite distinguir los caminos principales de los de ayuda mutua.

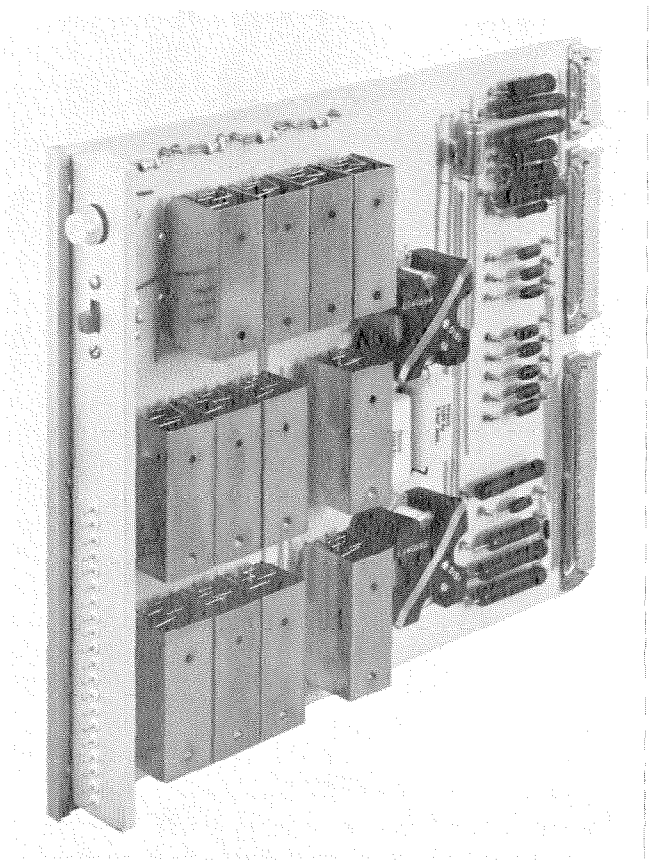


Fig. 11 Vista de enlace local.

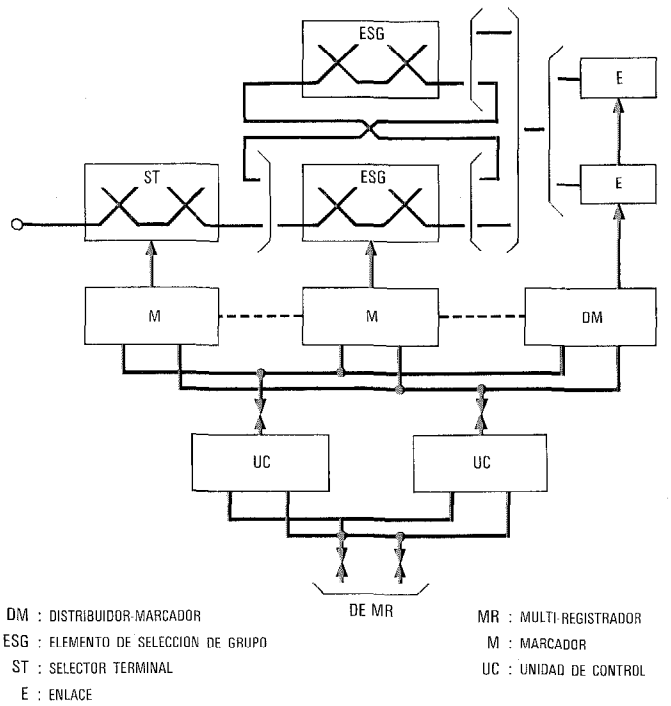


Fig. 12 Estructura de la red.

Si existe por lo menos un camino disponible para conectar A y B, la señal de marcaje alcanzará la última matriz. Se puede hacer la selección de una de las mallas de entrada de la última matriz, cortocircuitando todos los hilos D correspondientes excepto el primero más tarde todos excepto el segundo, etc. . . . por medio de los diodos DC (Fig. 13c). Así se obtiene la lista de las mallas útiles entre las diez y se escoge una. El conocimiento de una entrada de la última matriz nos permite conocer la penúltima matriz ya que las conexiones están fijas en el elemento de selección de grupos y para escoger una entrada se procederá como en el caso anterior.

Ahora, será necesario conocer el elemento de selección terminal en el caso normal, o el elemento del grupo si existe ayuda mutua conectado a la entrada ya determinada y el número de la matriz en este elemento. Para hacer ésto se usa el hilo D (Fig. 13d). Después de la supresión de la señal de marcaje en A, se envía una señal hacia atrás que se llama "señal inversa en cadena" que al recibirse en el elemento de selección precedente nos permite identificar por una parte este elemento por otra la matriz escogida por medio de los diodes DM', DS', D, que se pueden ver en la figura.

2.6 Problemas de seguridad y mantenimiento

Los problemas de seguridad de funcionamiento y las facilidades para realizar reparaciones de emergencia se han tenido muy en cuenta en todas las etapas del proyecto ARTEMIS. Los puntos de cruce y los relés de los enlaces utilizan contactos sellados muy seguros, que no necesitan mantenimiento ni ajuste. Los componentes electrónicos se han probado y los circuitos se han diseñado dejando unos grandes márgenes de seguridad, además todos los subconjuntos están montados en unidades en-

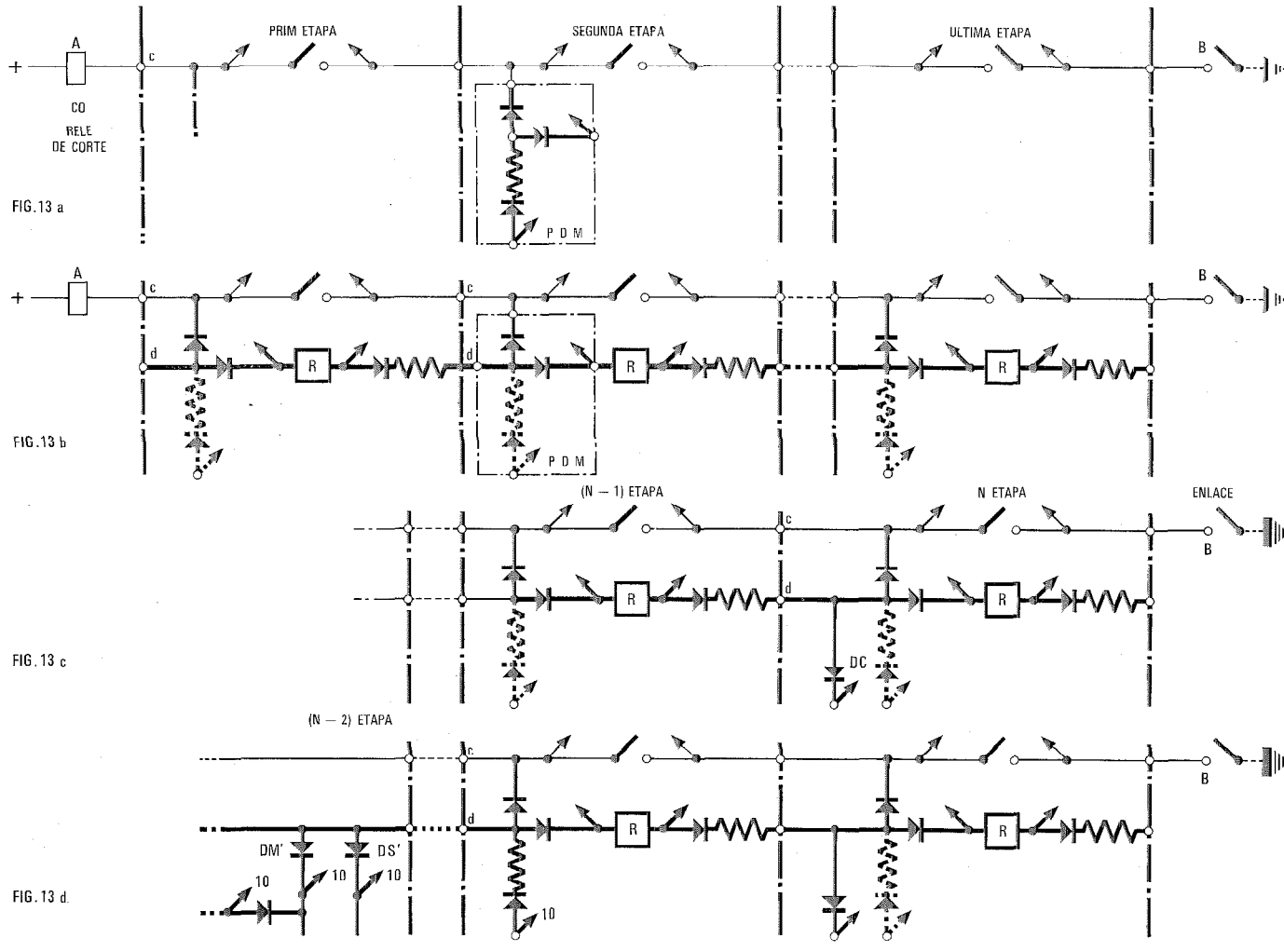


Fig. 13 Tercer hilo.

chufables, lo que permite una sustitución rápida en caso de avería.

2.6.1 Seguridades en la unidad de control

Como ya se ha visto, la unidad de control lleva a cabo de una forma autónoma, un cierto numero de funciones telefónicas; detección e identificación de una llamada, conexiones, órdenes a los relés de los enlaces, identificación de los caminos establecidos a través de la red. Estas diferentes operaciones están sujetas a numerosos controles que permiten detectar cualquier anomalía. Así cada conexión en la red va seguida de la operación de identificación del camino establecido. Se puede comprobar así que se ha establecido la conexión necesaria y solo ésta. De la misma forma cada orden a los enlaces va seguida de una comprobación de contacto del relé que se ha actuado. Además de estos controles generales, cada operación elemental se controla por medio de un circuito de retardo y por comprobadores de código (procedimiento simple al utilizar sistemáticamente códigos de uno entre n o de dos entre n).

Cualquier anomalia en el funcionamiento de una unidad de control se comunica al multi-registrador, que almacena una lista de las faltas y puede, bien actuar una alarma, bien decide en el caso de muchos fallos dejar fuera de servicio la unidad de control de que se trate.

2.6.2 Las seguridades en el multi-registrador

En el multi-registrador, los datos de la memoria y las instrucciones del programa están acompañadas de bits redundantes controlados en cada transferencia. Otro control se realiza por medio de los circuitos de retardo, fáciles de poner en funcionamiento, debido al trabajo cíclico de los programas (ciclos de 10 y 200 milisegundos). Estos controles, cableados completamente, son suficientes para detectar la mayoria de las anomalías. Sin embargo, además, existen algunos programas de pruebas rutinarias, que verifican el buen funcionamiento de las instrucciones de pruebas, y de una forma más general, todos aquellos circuitos en los que corremos el riesgo de no detectar sus averías por los controles.

2.6.3 Los programas de defensa

Cuando uno de los sistemas de control detecta una falta, el multi-registrador interrumpe el programa que estaba realizando, almacena la falta y salta a un pro-

grama de defensa, escogido según la naturaleza de la falta. Este programa intenta por medio de operaciones sencillas, volver atrás el multi-registrador; por ejemplo, si se ha detectado un error de paridad, el programa limpia el registro, dejando la llamada que se estaba tratando. En los casos más graves, puede conducirnos a perder el conjunto de llamadas en tratamiento en este multi-registrador (comunicaciones en curso de conectarse o de reponerse). En estos casos se limpia toda el memoria temporal y se comienza de nuevo a partir de los datos situados en el tambor magnético (ver párrafo 2.2.1). Por último los programas de defensa ponen de nuevo al multi-registrador en servicio normal y la interrupción de servicio ha durado solamente unos segundos.

Debe decirse que la vuelta atrás automática del multi-registrador como se ha explicado antes, solo permite recomenzar en ciertos casos; faltas accidentales de corta duración, ciclos del programa debidos a una configuración imprevista. Si la falta proviene por el contrario, de la avería de un componente el programa de vuelta atrás no terminará o se repetirá por ciclos. En este caso será necesario esperar la intervención del personal de mantenimiento.

Por último hay que citar entre los programas de defensa, los programas de pruebas sistemáticas que el multi-registrador realiza con baja prioridad. Se pueden citar las pruebas de la unidad de control, del explorador distribuidor, y finalmente las pruebas de los enlaces y de los abonados. Las anomalías encontradas son guardadas en el multi-registrador que las puede entregar al personal de mantenimiento para su reparación.

2.6.4 Los programas de diagnóstico

Cuando un multi-registrador está parado en falta, y los programas de defensa son incapaces de hacerle marchar de nuevo, es imprescindible la intervención del personal de mantenimiento. Se aisla el multi-registrador de la red y se llevan a cabo programas de diagnóstico. Por medio de programas especiales se prueban las memorias de tambor y la temporal, comprobando que cumplen las expecificaciones. Cualquier falta en este nivel se detecta facilmente. Para verificar la lógica interna del multi-registrador la cosa es más delicada. Se decidió en el proyecto ARTEMIS no diseñar una serie completa de programas para la localización de faltas. Se dedicó especial atención a un procedimiento semiautomático, mucho más flexible. El personal de mantenimiento tiene a su disposición para ello un lote de programas sencillos, que ejecutados unos detrás de otros permite una guía rápida hacia el dispositivo en falta. Este procedimiento parece

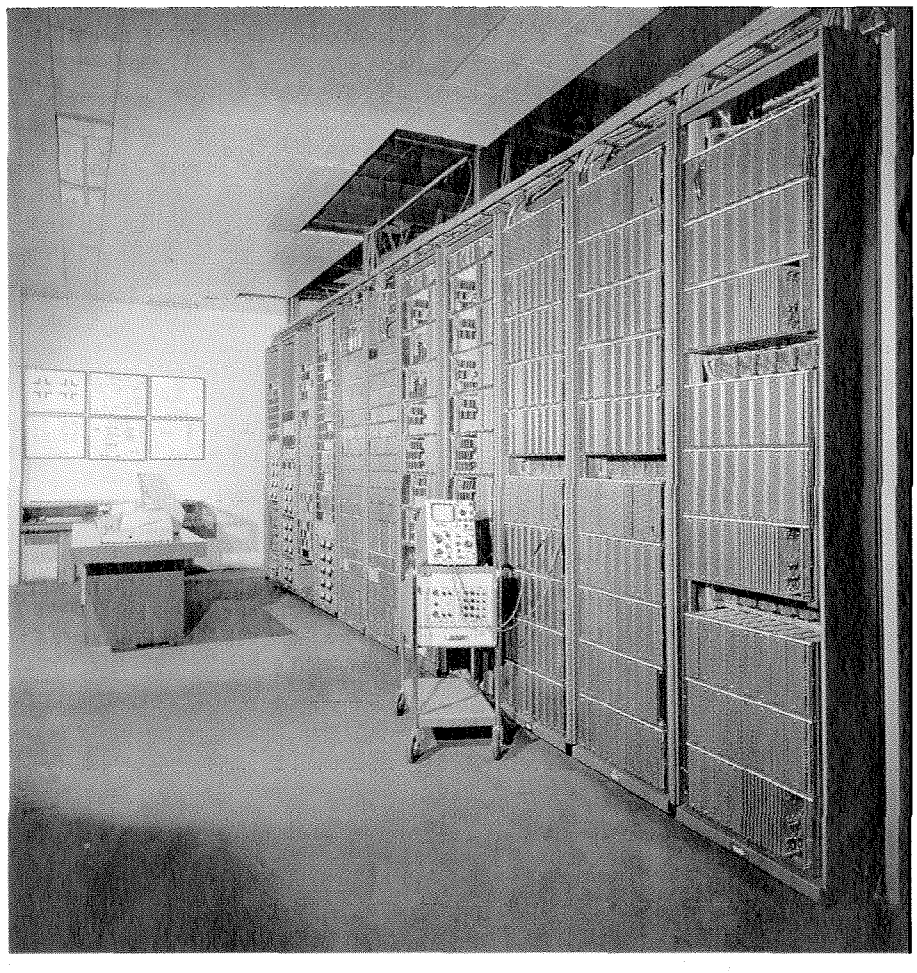


Fig. 14 Vista general de la central automática.

suficientemente satisfactorio, toda vez que un programa muy sofisticado y complejo también requiere la intervención del factor humano aunque sea para reemplazar la unidad averiada.

3. Conclusion

La central automática ARTEMIS según se ha descrito, se instaló en L.M.T. en Boulogne, durante el año 1966. Representa la culminación de los estudios de conmutación electrónica llevados a cabo durante varios años en L.M.T. bajo la supervisión de SOCOTEL. Esta realización ha hecho posible las pruebas en condiciones reales de componentes, dispositivos y subconjuntos; módulos lógicos, contactos de lengüeta, puntos de cruce con enclavamiento magnético, transfluxores como elementos de exploración, enlaces utilizando contactos sellados, etc. ... Además el sistema ARTEMIS ha permitido realizar un sistema de programación completo, teniendo en cuenta todos los problemas que pueden existir en una central privada (por su parte centralita) o en una central pública integrada en la red de París (por su parte red de pruebas). Se debe decir al respecto que los problemas de interconexión de ARTEMIS con todos los tipos de centrales existentes en París son simples y generales, por lo que es el programa del multi-registrador, el que lleva a cabo los problemas específicos de interconexión. Además, los enlaces especiales que fueran necesarios en un caso nuevo son generalmente muy simples y se pueden enchufar en cualquier lugar del bastidor standard de enlaces, lo que hace muy fácil las extensiones y las ampliaciones de tráfico.

ARTEMIS se utilizó también como una experiencia del principio de duplicación del multi-registrador. El sistema estaba basado en la división del tráfico, lo que creó una serie de problemas cuyas soluciones fueron probadas, como por ejemplo el reparto de las llamadas procedentes de los abonados y de los enlaces entrantes igualando la probabilidad de los dos multi-registradores para la captura de un enlace y de la unidad de control de la red.

Finalmente fué posible resolver el problema de la seguridad en una central automática con control centralizado, poniendo en funcionamiento, bien algunos circuitos especiales bien programas dependiendo de la solución más ventajosa.

La central automática ARTEMIS sin embargo no representa la terminación de los estudios de SOCOTEL en el dominio de la conmutación con división en el espacio utilizando contactos de relés sellados.

Hay una serie de mejoras aparentemente necesarias que se podrán introducir más adelante:

- "Grading" en las etapas de abonado para disminuir el número de puntos de cruce.
- Aumento del tamaño de los elementos de selección, a condición de conseguir una mejora en la confiabilidad de los componentes.
- Introducción de circuitos integrados que permiten una reducción en el precio y en el volumen, al mismo tiempo que se consigue una mejora en la seguridad de funcionamiento.
- Adaptación de los multi-registradores a las nuevas técnicas de los calculadores, tales como la velocidad de operación y todo lo que concierne a la tecnología moderna de las memorias.

Para terminar, se puede decir que la experiencia ha demostrado que los principios escogidos son viables, y que el único problema que resta es la adaptación de ARTEMIS a la evolución de la técnica electrónica.

Albert Regnier nació el 2 de Noviembre de 1930 en Cherbourg (Francia). Recibió el grado de Ingeniero Civil de Telecomunicación de la Escuela Politécnica de París en 1955.

En Julio de 1955 ingresó en "Le Materiel Téléphonique" (L.M.T.) como Ingeniero de Diseño de Sistemas de Conmutación Rotary y Pentaconta.

Desde 1960 pertenece al Departamento de Investigación de Sistemas de Conmutación, encargándose de desarrollos electrónicos, principalmente en el proyecto "ARTEMIS".

Jean Duquesne nació el 14 de Febrero de 1932 en Rennes (Francia).

Obtuvo en la Escuela Politécnica de París el grado de Ingeniero de Telecomunicación en 1957.

En Noviembre de 1957 se incorporó al C.N.E.T. (Centre National d'Etudes des Télécommunications), en el Laboratorio de Investigación de la Administración de P.T.T.

Desde entonces, ha participado en los estudios del R.M.E. (Recherche sur les Machines Electroniques), en Issy-les-Moulineaux.

Su principal actividad ha sido la conmutación electrónica, principalmente la realización de las dos primeras centrales electrónicas de Europa, con programa almacenado (Socrate y Aristote) en experimentación en Lannion desde 1964.

Mr. Duquesne es miembro de la "Societe Française des Electroniciens y Radioelectricien" y del "Institute of Electrical and Electronics Engineers".

Guy Jean Le Strat nació en Lanester (Francia) en 1934. En 1959 recibió el título de Ingeniero Civil de Telecomunicaciones.

Se incorporó a "Le Matériel Téléphonique" en 1962 en el Departamento de Investigación. Trabajó en el proyecto de ayuda de ordenadores al sistema Pentaconta y fué responsable de las pruebas finales del "LDF Program". En 1964 se encargó de la programación del sistema semielectrónico ARTEMIS.

Nuevos libros

"Filter Design Tables and Graphs"
(Tablas y gráficos para diseño de filtros)

Erich Christian de ITT Telecommunications en North Raleigh, Carolina del Norte, y **Egon Eisenmann** de Telefunken AG en Backnang, Alemania, son los autores del libro "Filter Design Tables an Graphs".

La introducción define los términos necesarios para plantear el problema, normalización, transformación de banda, aproximaciones standard de los pasobajo de referencia, modo de realización, proyecto de filtros entre terminaciones arbitrarias y ejemplos numéricos, continúa con la parte principal constituída por tablas y gráficos empleados para diseño de filtros de los tipos de Butterworth, Chebyshev y Cauer.

El libro de 21,6×28 cm. tiene 312 páginas de texto y dibujos. Está editado con el precio de 9,95 $ por John Wiley & Sons, 605 Third Avenue, New York, New York 10016.

"Magnetische Werkstoffe und ihre technische Anwendung"
(Materiales magnéticos y sus aplicaciones en Ingeniería)
por el **Dr. Carl Heck,** Standard Elektrik Lorenz AG.

El libro establece un enlace entre el productor y el usuario de materiales magnéticos, intentando llenar un vacio en la literatura técnica resultante del rápido avance en el asunto de materiales magnéticos.

Unas secciones hacen la introducción de los fenómenos y propiedades magnéticas especialmente, tratando de los materiales ferromagnéticos y ferromagnéticos que son importantes en la industria. A continuación en otras secciones se trata de los materiales magnéticos permanentes sin considerar sus aplicaciones. Los materiales magneticamente blandos y los de óxido se presentan unidos a sus campos de aplicación.

Se proporciona una solución óptima para cualquier problema, facilitando la selección del material adecuado para una aplicación dada. El lector apreciará el extenso índice, lista de referencias y tablas de materiales disponibles, con sus suministradores, que se da al final del libro.

El libro tiene 711 páginas, 547 ilustraciones y 156 tablas. Su formato es 18×24 cm. y puede obtenerse por 108 DM (27 $) del Dr. Alfred Hüthing Verlag GmbH, Heidelberg, Alemania.

"Einheiten in Physik und Technik"
(Unidades en Física y en Ingeniería)

Preparado por el **Dr. A. Sacklowski,** SEL ha publicado la 3ª. edición del "Manual de Unidades en Física y en Ingeniería".

Contiene la lista de unidades importantes con sus relaciones de dimensión, factores de conversión y explicaciones.

El autor ha revisado cuidadosamente la nueva edición agregando nuevas unidades y dedica atención a los cambios de opinión, así como a los patrones nacionales e internacionales producidos por el progreso natural científico. Los ingenieros y físicos encontrarán este diccionario de una gran utilidad.

Tiene 268 páginas de 11×17 cm. con cubierta de plástico y puede obtenerse al precio de 19 DM (3,75 $) de Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, Alemania.

"Radio Relay Systems"
(Sistemas de enlace por radio)
por el **Dr. H. Carl,** Standard Elektrik Lorenz, AG.

Este libro del Dr. H. Carl, se ha mencionado por Electrical Communication en el Vol. 40 (1965) nº. 2. Ahora se ha editado en inglés por Macdonald & Co, Londres, Inglaterra. Hace una exposición muy clara de la ingeniería de enlaces radio. Al final de cada capítulo tiene una lista de referencias, y también una lista de definiciones de los términos técnicos. Un índice permite con facilidad el estudio de las diferentes secciones del libro. Tiene 332 páginas en 15×22 cm. y puede obtenerse por 65 chelines.

"Teletraffic Engineering Manual" — Tables and Diagram for Switching Systems in Communication
(Manual de Ingeniería de Teletráfico)

Este libro, que ha sido editado por Standard Elektrik Lorenz AG, después de una introducción contiene tablas y diagramas referentes a los problemas de conmutación telefónica y de teletipos con soluciones para el proyecto de centrales.

En Electrical Communication Vol. 41 (1966) Nº. 4, se mencionó la versión en alemán. Ahora se ha editado en inglés. El formato de 11×15 cm. puede pedirse de Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, Alemania, con el precio de 8 DM (2 $).

"Schalter und Tasten"
(Datos de referencia para conmutadores y llaves de botón)

El gran programa de producción para conmutadores y llaves de botón ha impulsado a SEL para editar un extenso libro de datos para estos dispositivos. El texto está organizado para que el diseñador encuentre rápidamente el tipo adecuado para su proyecto. La introducción es especialmente de interés porque hace una enumeración clara de los distintos tipos de contacto entrando en el detalle de los materiales utilizados. La parte principal trata de los conmutadores y comprende, entre otros, los rotatorios simples y múltiples con dimensiones, standard, miniatura y microconmutadores; conmutadores de corredera y bastidor, de botón para equipos de radio y de electricidad general, Kellog y de lengüeta. Todos los tipos se describen con completa amplitud presentándose datos eléctricos y mecánicos en forma clara, indicándose las dimensiones en los dibujos.

Puede pedirse este manual, en lengua alemana, en tamaño 15×21 cm. de SEL Kontakt-Bauelemente GmbH, Nuremberg, Alemania.

Presentación de una nueva estructura de red de Telecomunicación

J. DÉJEAN
D. COHEN
CH. GRANDJEAN
P. SENEQUE
Laboratoire Central de Telecommunications, Paris

1. Introducción

La historia de los sistemas de conmutación telefónica está dominada por una permanente tendencia hacia la *segregación* de funciones (recepción, decisión lógica, envío, conexión . . .) en órganos especializados.

El rendimiento de los elementos que constituyen estos órganos será excelente si trabajan en forma compartida, más o menos perfecta. Por otra parte, puesto que la segregación elimina ciertos compromisos que van en detrimento de la buena ejecución de cada una de las funciones, éstas pueden realizarse de forma más elaborada; así por ejemplo, la introducción de registradores permitió considerar el encaminamiento hacia la central de destino como una operación aislada, independiente de la recepción de cifras.

La mejora del rendimiento debida a la centralización presenta repercusiones económicas que permiten también llevar a cabo interesantes modificaciones en las funciones mismas; así por ejemplo, los indicadores de ruta permiten introducir la práctica del encaminamiento alternativo, absolutamente fuera de alcance cuando se utilizaban registradores-traductores.

Ahora bien, cuanto mayor es la especialización de un órgano, más restricciones tendrá en lo que respecta al tráfico, permaneciendo todo igual en otros aspectos.

El buen rendimiento mencionado se obtiene, por lo tanto, por una *concentración* del tráfico sobre un número menor de órganos. Es evidente, entonces, que el funcionamiento incorrecto de uno de ellos tendrá consecuencias mucho más graves (bloqueo o fallos) debido a que el número de órganos que comparten la misma función es inferior. En casos extremos, aun cuando el tráfico normal pudiera ser cursado por uno solo, deberán preverse por esta razón dos órganos.

La concentración es también consecuencia lógica de la adopción de técnicas más rápidas. La introducción de la electrónica en el control de las centrales telefónicas ha llevado a los ingenieros de sistemas a la conclusión de que la aplicación más racional de la velocidad de los elementos electrónicos consiste en una concentración extrema, sin especialización de funciones.

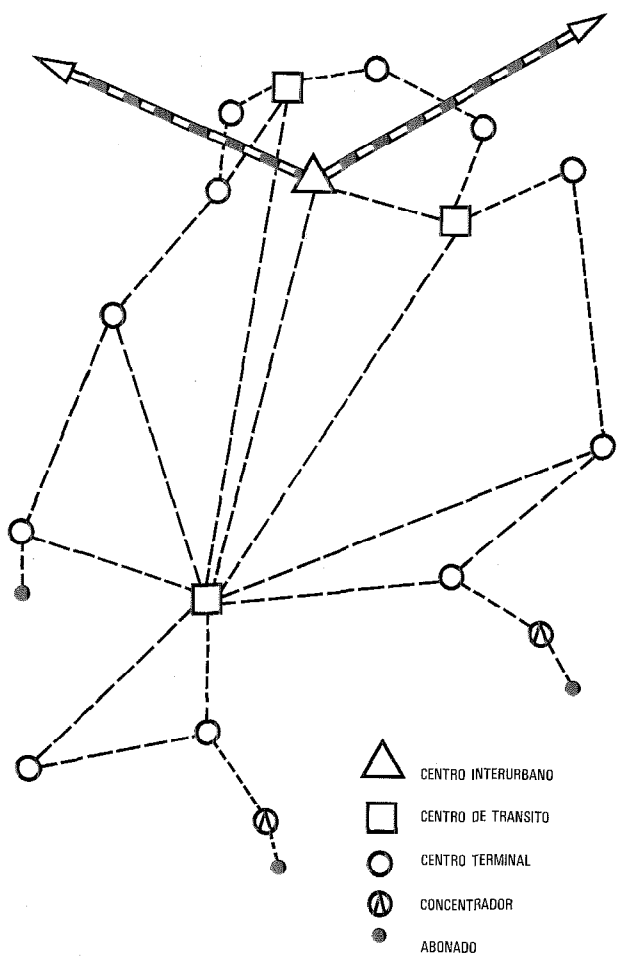


Fig. 1 Red de comunicación.

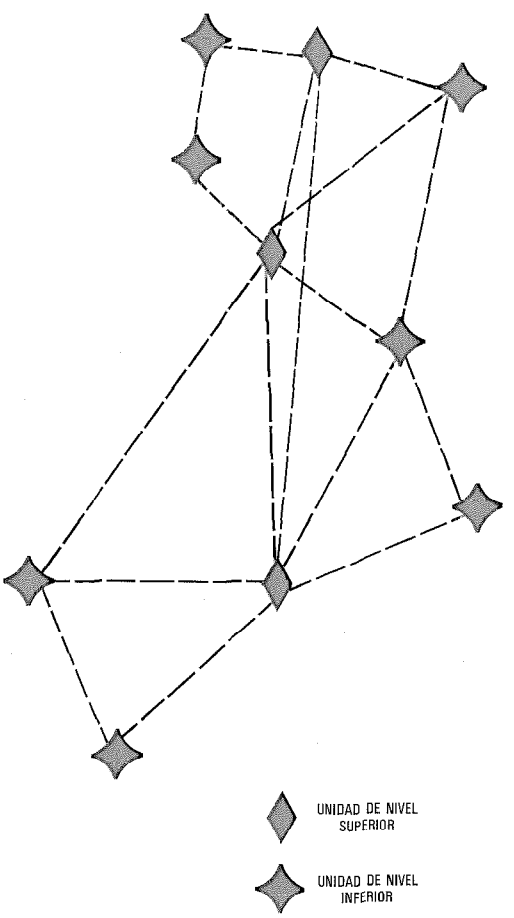


Fig. 2 Red de unidades de control.

Los sistemas desarrollados actualmente en el ámbito de ITT tienden deliberadamente a la centralización de las funciones de control en una unidad procesadora de información, de tipo más o menos general, siendo público, por otra parte, que otras organizaciones ajenas a ITT trabajan en esta misma dirección [1].

De este modo se hace una unión entre los sistemas telefónicos y los sistemas de proceso de datos. Es evidente, sin género de dudas, que las propiedades de carácter económico de estos últimos tendrán también que aplicarse en los primeros.

Los expertos en sistemas de proceso de datos han demostrado de forma evidente el interés de la concentración. Según ellos, el coste de un órgano es aproximadamente proporcional a la raiz cuadrada de su velocidad. En consecuencia, suponiendo que no haya diferencia apreciable por otras causas, el coste de una determinada operación descenderá aproximadamente a la mitad si se ejecuta con una máquina cuatro veces más potente.

En nuestro caso es evidente que existe una limitación debido a la variación por otros conceptos. Al concentrar el control sobre una unidad con un tráfico mayor surgen tres métodos inmediatos.

El primer método consiste en aumentar el tamaño de las centrales. Ya es sabido que el diseño de un sistema telefónico con control centralizado y grandes capacidades puede hacerse dentro de márgenes económicos interesantes; ahora bien, debido a la influencia creciente del coste de la unidad central sobre el precio total, al intentar reducir la capacidad de la central se tropieza con un "precio barrera". Así, en un sistema actualmente en desarrollo, la participación del coste de la unidad central en el coste total de una central de 2.000 líneas se estima en un 43 %, bajando a un 14 % en una central de 10.000 líneas [2].

Por otra parte, la capacidad de las unidades de conmutación viene determinada por la distribución y densidad real de las líneas de abonados. No es aceptable aumentar la longitud media de las líneas con el único objeto de facilitar la tarea de los ingenieros de sistemas de conmutación. Es preciso encontrar el compromiso óptimo.

El segundo método consiste en evitar la limitación de capacidad impuesta por el precio de las líneas de abonado utilizando concentradores y/ó satélites; ambos tipos de elementos estarían gobernados por una unidad de control situada cerca de la central principal. Esta solución puede considerarse como una generalización del principio de control centralizado, donde la red sometida a control no es ya la de una central sino una pequeña red local. La confiabilidad de funcionamiento se obtendría por duplicación interna en la unidad de control central.

El tercer método consiste en separar deliberadamente la red de comunicación de la red formada por las uni-

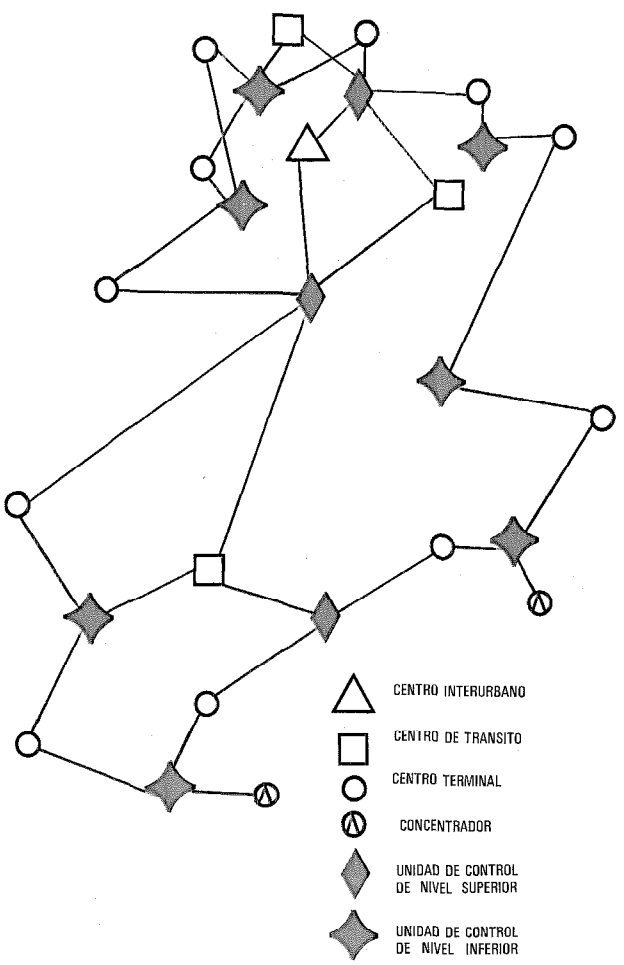


Fig. 3 Red de control remoto.

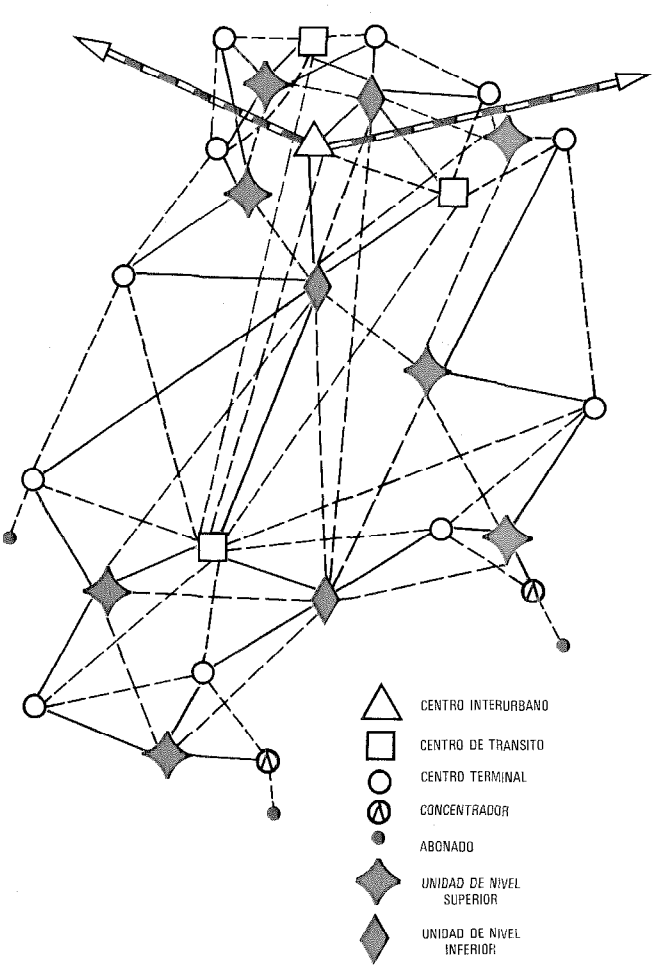


Fig. 4 Red de télécomunicación completa.

dades de control, procediendo a su implantación independientemente, de acuerdo con su propia justificación económica. Con objeto de recibir las informaciones generadas por los abonados y transmitir las órdenes de conexión, habrá que prever entre las centrales de comunicación y las unidades de control, un cierto número de canales de transmisión de datos.

Aquí se presenta precisamente una estructura de este tipo.

Sin pretender que esta solución sea por el momento la mejor, puede demostrarse que ofrece a priori un cierto número de propiedades interesantes, que justifican un estudio más detallado. En este artículo trataremos de mostrar sus características más atractivas, poniendo además de manifiesto los nuevos problemas que plantea.

1.1 Descripción básica de la estructura propuesta

La estructura propuesta, como ya se mencionó anteriormente, está constituída por las siguientes redes:

1. Una red de comunicación encargada de cursar la información propiamente dicha, cuya transmisión es requerida explícitamente por los usuarios; esta información, ó tráfico de comunicación, puede ser de distintas clases: tráfico telefónico, tráfico telegráfico, transmisión de datos, facsimil . . . (con excepción, en principio, del tráfico de los datos de control); esta red se compone de un cierto número de centros de conmutación de complejidad variable y de los enlaces que los unen.
2. Una red de cálculo constituída, por una parte, de un cierto número de calculadores que aseguran el control y gobierno de la red de comunicación y, por otra, de los enlaces que los unen para permitirles intercambiarse todas las informaciones necesarias.
3. Una red de control remoto, compuesta de canales de transmisión de datos que enlazan los calculadores con los centros de comunicación sometidos a control, facilitando la transferencia de datos y órdenes en ambas direcciones. Esta red incluye también el equipo terminal necesario.

La distinción establecida entre los tres tipos de redes, introducida con la finalidad que más adelante se indica, no significa que éstas sean absolutamente independientes, ni se establece con una rigidez excesiva. Así por ejemplo, los enlaces de las redes de cálculo o de control remoto pueden utilizar realmente algunos de los canales, fijos o variables, de la red de comunicación; es decir, esta última puede cursar una parte del tráfico de control. Recíprocamente, las redes de cálculo o de control remoto pueden utilizarse para cursar algún tipo de comunicación. Yendo aún más lejos, algunas de las funciones de control podrían ser realizadas, no por los calculadores sino por un equipo especializado situado en los centros de comunicación.

Las figuras 1, 2, 3 y 4 representan la estructura básica descrita; no se ha indicado ningún valor por no resultar significativo.

La Fig. 1 representa la red de comunicación de una parte de una extensa área urbana y suburbana. En ella aparece la jerarquia convencional asignada normalmente a los centros de conmutación (concentradores, centros terminales, centros de tránsito, puros o mixtos, y centros interurbanos). Como veremos más adelante, esta organización permite la optimización independiente de la red de comunicación considerando los factores económicos específicos de las técnicas de transmisión y conmutación, así como su evolución ulterior.

En la Fig. 2 se ha representado una red de calculadores. Estos se encuentran estrechamente relacionados entre sí, constituyendo, debido a su íntima conexión, una fuerza con una capacidad de procesamiento cuya densidad superficial puede ajustarse para adaptarse a la densidad de tráfico de control requerida. Los calculadores mismos se han establecido en dos niveles de jerarquia. El número definitivo de niveles y la asignación de las funciones correspondientes a cada nivel deberá estudiarse cuidadosamente. No obstante, es evidente que la relación de concentración entre el número de centrales y el número de calculadores deberá fijarse teniendo en cuenta ciertos parámetros, entre los que hay que mencionar el coste de los sistemas de transmisión de datos, la vulnerabilidad, la ganancia debida a la concentración y, posiblemente, el emplazamiento de aquellas funciones distintas de la pura telecomunicación que se estime adecuado satisfacer mediante la red de cálculo (archivos de documentación de clínicas y hospitales, metereologia y universidades, cálculos de carácter técnico para servicios oficiales o privados, gestiones administrativas locales o provinciales, etc. . . .).

La Fig. 3 representa la red de control remoto, establecida de manera que cada central estè conectada a dos calculadores distintos, situados en lugares diferentes. Solamente los concentradores están conectados a un solo calculador. Es evidente que la definición exacta del número de canales de transmisión correspondiente a una central de tipo y tamaño dados no puede determinarse en tanto no se haya procedido a un análisis de la confiabilidad intrínseca de los calculadores y de los mismos canales de datos.

La Fig. 4 representa la red de telecomunicación completa, resultante de superponer las tres figuras anteriores.

1.2 Ventajas de la estructura propuesta

Este apartado pretende destacar en forma cualitativa el comportamiento de la estructura propuesta frente a algunos problemas importantes, conocidos y resueltos en los sistemas actuales en forma inadecuada o antieconómica.

1.2.1 Flexibilidad

Las compañías de explotación tendrán que hacer frente en los años venideros, a un problema ya antiguo pero que alcanzará una nueva magnitud. Resulta imperioso, en efecto, aceptar la evolución del concepto de "sistema telefónico" hacia un sentido más amplio y dinamico, en línea con el que se ha impuesto en el campo de los calculadores.

No solamente se estudia hoy el abandono de los sistemas electromecánicos en beneficio de otros que incorporan, al menos parcialmente, la técnica electrónica,

sino que debe tenerse en cuenta el caracter netamente evolutivo inherente a esta nueva técnica; hay que aceptar que un sistema telefónico se caracteriza no solamente por unos circuitos y un equipo, sino también por una particular organización con la facultad de adaptación a la evolución del equipo y de sus características principales permaneciendo en el marco de la misma organización. El problema es encontrar y definir una parte constante que pueda ser ejecutada con dispositivos continuamente actualizados.

Una estructura del tipo descrito, debido a la separación de funciones, asignadas ahora a nivel de red y no a nivel de central, permite la evolución independiente de las técnicas fundamentales que integra (proceso de las comunicaciones y proceso de la información) sin que llegue a plantearse un compromiso de difícil solución, siempre que se hayan definido cuidadosamente, y después respetado, las alteraciones al nivel de los órganos intermedios.

Es evidente en particular que, esta organización permite pasar fácilmente y sin discontinuidad de los sistemas actuales a los sistemas semi-electrónicos, y más tarde a los completamente electrónicos, ya que los problemas de compatibilidad se resolverían de una vez para siempre al adoptar un procedimiento único de control. La transición permite además resolver escalonadamente todas las dificultades planteadas.

La red de cálculo, al extenderse independientemente, puede, por otra parte, beneficiarse de la rápida evolución en la técnica de los calculadores.

1.2.2 Disminución de la redundancia

La organización descrita dá lugar a una disminución de la redundancia que es preciso prever para garantizar el funcionamiento correcto de las unidades de control.

En efecto, suponiendo que exista una solución económica para conectar entre sí los calculadores mediante sistemas de transmisión de datos de suficiente velocidad y capacidad, es evidente que cualquiera de ellos podría ser sustituído, en caso de fallo, por los más próximos. Será suficiente que la potencia de cálculo total de la red sea ligeramente superior al valor máximo necesario. Si el tamaño de la red es suficientemente grande puede incluso aceptarse que no se cumpla esta condición, en cuyo caso disminuiría la calidad de servicio de la red. Los calculadores y los programas de control no precisarían apenas redundancia; únicamente deberían registrarse en dos memorias independientes, ciertas informaciones variables relativas a cada central.

Por otra parte, puesto que un mismo calculador controla varias centrales, sus programas de control serán idénticos o tendrán al menos una gran parte común. La consecuencia es una importante economía de memoria respecto a la solución clásica consistente en asociar a cada central un calculador duplicado y dos copias idénticas de los programas de control, una para cada uno de ellos.

1.2.3 Independencia de las inversiones

Al interés económico que se desprende de los puntos expuestos en el apartado anterior, hay que añadir el hecho de que la extensión de las dos redes fundamentales puede llevarse a cabo de forma prácticamente independiente. Es evidente que el tráfico relativo cursado por la red de control aumenta solo ligeramente al poner en servicio una nueva central, siempre que el tamaño de la red sea suficientemente grande, y si, como ya se dijo anteriormente, no existe limitación a la transmisión de información por la red de cálculo.

La relativa independencia de las inversiones en la red de comunicación y la red de control apunta una solución a ciertos problemas de inversión, ya que puede jugarse con la calidad de servicio contra la introducción de nuevas conexiones de rentabilidad marginal elevada.

La incorporación a la red telefónica de una parte de una red de procesamiento de informaciòn de uso general, establecida a escala local o nacional, se beneficiaría de precios más bajos debido a la concentración y reduciría la interdependencia entre las inversiones correspondientes a las dos redes.

2. Descripción general del modelo

2.1 Red de comunicación

La gran flexibilidad inherente a la red de telecomunicación dispersa, tal como se concibe en este estudio, permite diseñar una red de comunicación más flexible que una red del tipo convencional. Esta flexibilidad aparece tanto en la parte de conmutación como en la transmisión y en los procedimientos de selección de rutas.

2.1.1 Conmutación

Una gran ventaja de la red considerada, estriba en la posibilidad de coexistencia de sistemas de conmutación diferentes, cuyo funcionamiento se coordina al nivel de los calculadores de control y dirección. Por lo tanto, la conmutación de las llamadas podrá llevarse a cabo, bien mediante conmutadores electromecánicos en los sistemas semielectrónicos, o conmutadores electrónicos según el principio de división en el tiempo o en el espacio, en los sistemas completamente electrónicos. La introducción progresiva de las instalaciones existentes en un sistema disperso deberá, naturalmente, ser estudiada cuidadosamente.

La mayor parte de las redes existentes tienen asignada una jerarquía, impuesta por las funciones que los centros pueden realizar; centros locales o centros de tránsito de diversos niveles. En cierto modo esta jerarquía parece necesaria; por ejemplo para formar, después de una serie de etapas de mezcla y tal vez concentración, grupos de circuitos de larga distancia que por su longitud deben alcanzar el mayor rendimiento posible. Un sistema disperso permite introducir cierta flexibilidad en esta jerarquía, dando lugar a una elevada confiabilidad y al óptimo rendimiento de las instalaciones.

En una red local (ver Fig. 5), por ejemplo, pueden distinguirse cuatro niveles de conmutación. Estos cuatro niveles se han representado en la figura mediante cuatro planos, cada uno de los cuales corresponde a una clase de tráfico diferente.

2.1.1.1 Plano de abonados y de concentración
(Plano D de la Fig. 5)

Este plano comprende:

— Instalaciones a nivel abonado, tales como líneas simples, líneas compartidas por dos o más abonados, centralitas automáticas privadas con una o más líneas.
— Elementos de conmutación elementales, tales como concentradores o unidades remotas de selección de líneas. Estos elementos realizan únicamente la función de concentrar el tráfico de los abonados, no pudiendo establecer una conexión directa entre dos abonados; solamente pueden conectar los abonados que les pertenecen a centros de un plano superior mediante líneas de tráfico concentrado.

2.1.1.2 Plano de centros locales
(Plano C de la Fig. 5)

Un centro de conmutación (centro local o satélite) permite el establecimiento de conexiones entre las líneas (abonados o concentrador) y los enlaces de entrada o de salida que concurren en él. Un centro comprende uno o más grupos de enlaces de entrada y uno o más grupos de enlaces de salida, pero no es posible conectar un enlace de entrada a un enlace de salida (no existe tráfico de tránsito).

2.1.1.3 Plano de centros de tránsito locales
(Plano B de la Fig. 5)

Los centros de conmutación situados en este plano pueden llevar a cabo la función de tránsito, es decir conectar enlaces de entrada a enlaces de salida; estos centros pueden ser bien especializados, es decir no realizar otra función que la de tránsito, o de tipo general, así como dar también servicio a líneas de abonado o líneas concentradas. Aunque su objetivo principal es cursar el tráfico de tránsito local, pueden también cursar una parte del tráfico de tránsito dirigido hacia otras áreas vecinas.

2.1.1.4 Plano de centros de tránsito interurbanos
(Plano A de larga distancia de la Fig. 4)

La función esencial de estos centros es cursar el tráfico existente entre el área en que se encuentran y otras áreas diferentes. De la misma manera que una parte de esta función puede ser realizada por algunos centros del plano B, los centros del plano A pueden llevar a cabo algunas de las funciones de los centros de los planos B y C.

En realidad, para asignar un centro a un plano, se toma en consideración la función de mayor nivel que puede realizar, siendo estas funciones en orden creciente las siguientes:

— concentración sin tráfico local
— tráfico local sin tránsito
— tráfico de tránsito local
— tráfico interurbano o de tránsito de larga distancia.

2.1.2 Transmisión

Los medios de transmisión utilizados en esta red pueden ser de varios tipos: líneas de abonado, líneas con-

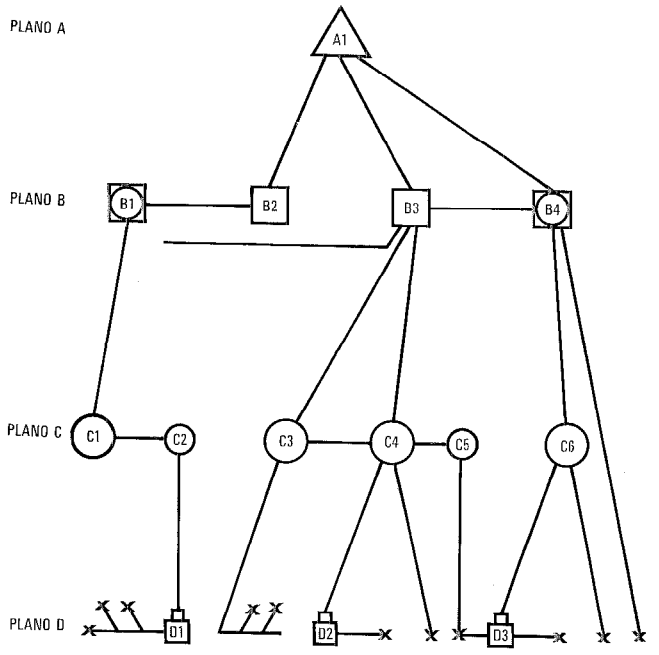


Fig. 5 Estructura de una red de comunicación.

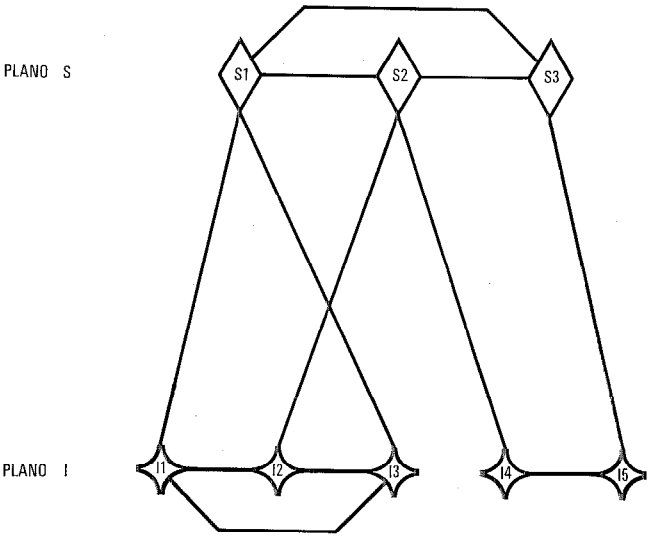


Fig. 6 Red de cálculo.

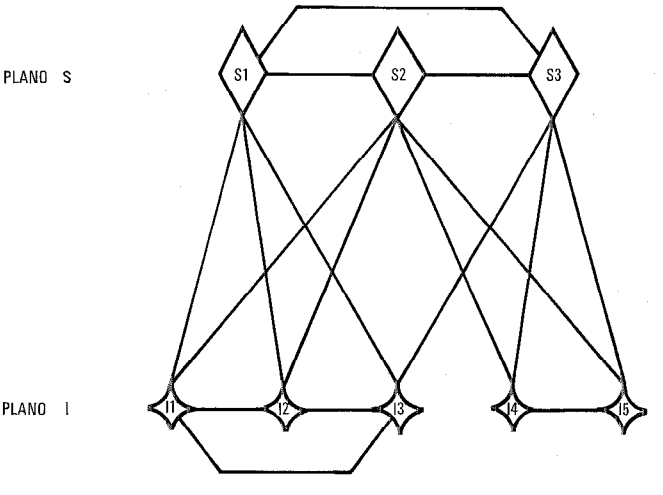


Fig. 7 Red de cálculo.

centradas, enlaces simples, sistemas múltiplex con división por frecuencia (sistemas de alta frecuencia) o división en el tiempo (P.C.M.). Antes de considerar esta diversidad como una limitación, debe tratarse de sacar el mayor beneficio tanto desde el punto de vista de la flexibilidad de explotación como desde el punto de vista económico.

El criterio básico en lo que respecta al número y tamaño de los diferentes grupos de enlaces será, siempre que sea económicamente realizable, prever, por razones de confiabilidad y flexibilidad en la elección de rutas, varios caminos (al menos dos) entre dos puntos cualesquiera de la red.

Las unidades remotas o los concentradores del plano D están, en principio, conectados a una central de uno de los planos de orden superior; siempre que sea económicamente aceptable, este tipo de unidades se conectará a las dos centrales más próximas.

Las centrales pertenecientes a un plano C son centros terminales o satélites con una sola dirección de entrada y salida hacia una central del plano A ó B. Los centros terminales estarán conectados al menos a una central del plano de orden superior, ya que no se admite el tránsito en el plano C. Cada central del plano C estará también conectada, mediante grupo de enlaces directos, a una o varias centrales del mismo plano, no permitiendo cada uno de ellos más que el establecimiento exclusivo de una unión entre dos abonados dependiendo de las centrales a que pertenecen.

Puesto que el tráfico de tránsito local se cursa a través de las centrales del plano B, éstas deberán conectarse a varias centrales del plano C. Asimismo, deberán estarlo al menos a una de las centrales del plano A y, posiblemente, a otras centrales de las áreas vecinas. La conexión de unas con otras deberá establecerse mediante una densa y completa red de enlaces.

Finalmente, las centrales del plano A cursarán el tráfico de entrada y salida del área en que se encuentran, excepto, tal vez, el tráfico intercambiado con las áreas adyacentes, una parte del cual podría cursarse a través de algunas centrales de un plano de orden inferior.

La densidad de las conexiones de la red de transmisión será, en consecuencia, tanto mayor cuanto mayor sea el orden del plano en que se encuentran las centrales consideradas; así, el conexionado interno y entre los planos C y D no tendrá sino algunas mallas y la red de interconexión de las redes del plano B será bastante completa, mientras que la del plano A estará formada por todas las mallas.

2.1.3 *Métodos de selección de rutas*

En lo que respecta a los métodos de selección de rutas, la introducción de los calculadores supone una considerable ventaja de la red dispersa frente a las redes existentes de control electromecánico e incluso frente a las de control electrónico localizado en cada central.

Las redes actuales más modernas aplican el método denominado de "selección alternada de rutas", pero, no obstante, otros procedimientos más complejos, tales como las estrategias dinámicas [2], parecen ofrecer numerosas ventajas en una red dispersa; los calculadores permiten llevarla a la práctica con relativa facilidad; con esta estrategia se alcanza una gran flexibilidad y los requisitos de confiabilidad pueden cumplirse automáticamente en caso de fallo o sobrecarga (así como la falta de coincidencia de las horas cargadas en las redes internacionales).

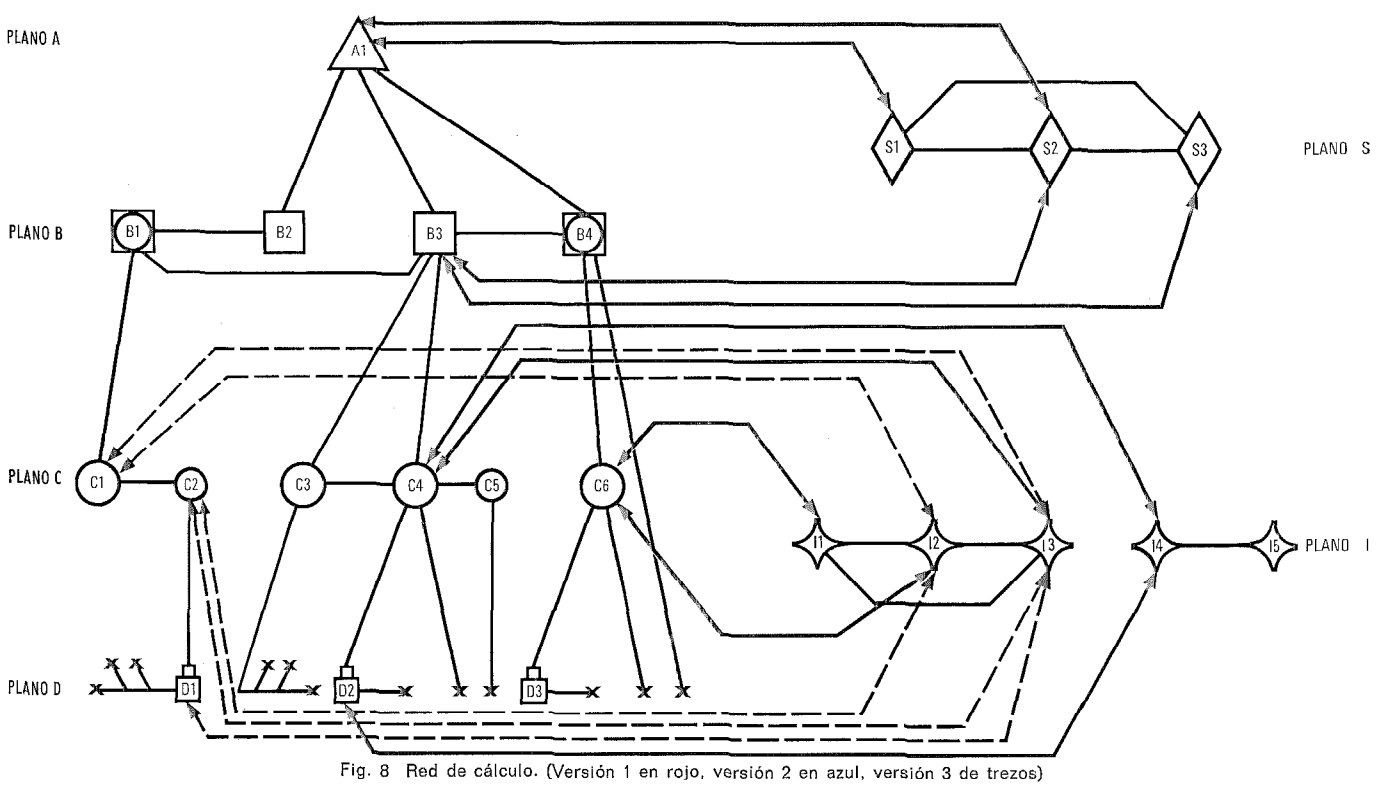


Fig. 8 Red de cálculo. (Versión 1 en rojo, versión 2 en azul, versión 3 de trezos)

La aplicación de estrategias dinámicas supone el conocimiento, por parte de cada uno de los calculadores que puede realizar la selección del camino a establecer, del estado de ocupación de la red. Lógicamente, no debe llegarse hasta el conocimiento de la situación exacta dentro de cada central, ni siquiera al número de enlaces ocupados dentro de cada grupo: el tráfico de datos resultaría excesivo. Puede llegarse a una solución satisfactoria con el conocimiento aproximado del estado de ocupación del grupo de enlaces que une cada dos puntos de la red, considerando solamente un cierto número de clases, por ejemplo, tres o cuatro por grupo. Los valores límites de estas clases pueden ser también aproximados si se admite que dos clases vecinas pueden superponerse [3].

2.2 La red de cálculo

Siguiendo el planteamiento expuesto al tratar del estudio general, la descripciòn de la red de cálculo realizada a continuación se limita a enunciar un conjunto de posibilidades y no una solución determinada. Todas ellas deberán ser estudiadas y comparadas detalladamente.

Es conveniente subrayar que estas soluciones son las que se tienen presente en el momento actual. Sin embargo, otros modos de planteamiento y nuevos sistemas pueden surgir a lo largo del estudio.

Describiremos sucesivamente la organización interna de la red de control y su interconexión con la red de comunicación.

2.2.1 Organización interna de la red de control

La red de control como muestra la figura 6, comprende dos "niveles" de calculadores: El plano S y el plano I (S por superior, I por inferior). La distribución de funciones entre estos dos planos constituye precisamente uno de los temas de nuestro estudio.

Las dos características principales de la red de cálculo son:

— Distribución de funciones.
— Cooperación.

Las dos características se presentan a nivel de cada plano y entre los planos.

Los diversos calculadores de un plano, por ejemplo los calculadores S, trabajan en cooperación. Supongamos, por ejemplo, que el calculador S1 controla al mismo tiempo los centros B1 y B2. En ese caso, si S1 falla, los calculadores S2 y S3 pueden reemplazarle, tomando a su cargo, respectivamente, el control de los centros B1 y B2, además de su carga normal.

Por otra parte, tiene lugar una distribuciòn de funciones entre los calculadores del mismo plano. Puede resultar interesante, por ejemplo, centralizar las tablas de identificación de rutas en algunos de los calculadores del plano. Por lo tanto, recibirán consultas de los demás para obtener información relativa a las rutas. Es evidente que habrà que evaluar la cantidad de tráfico a cursar por los enlaces que unen los diversos calculadores, siendo también preciso tomar en consideración la dimensión de las memorias requeridas por los programas de control. En caso de contratiempo, puede ser necesario volver a cargar los programas en la memoria. Estos programas pueden estar almacenados en una cinta magnética, no siendo preciso equipar cada calculador con unidades de cinta. En efecto, estas unidades pueden estar asignadas solamente a algunos calculadores, siendo transmitidos los programas a cargar hacia los demás calculadores a través de un canal de datos de alta velocidad. Así pues, las modificaciones o puestas al día de los programas y tablas no deberán efectuarse más que en un número limitado de instalaciones.

La distribución de funciones y cooperación se produce tambièn entre planos diferentes. Los calculadores S toman a su cargo algunas funciones especiales de control, tales como el control de las centrales de los planos A y B o la realización de las estrategias de selección de rutas en la red de comunicación. Los calculadores S cooperan con los calculadores I para controlar las centrales de los planos C y D. Consideremos, por ejemplo, una llamada entre abonados pertenecientes respectivamente a las centrales C1 y C2 y supongamos también que el control de C1 y C2 dependa respectivamente de los calculadores I1 e I2. En este caso, la llamada precisará una cooperación entre I1, I2 y un tercer calculador del plano S. Esta cooperación es posible debido a la interconexión de los planos de cálculo. La figura 6 muestra el diagrama esquemático de una posible interconexiòn, donde cada calculador I está conectado a dos calculadores S por razones de confiabilidad. La Fig. 7 representa otra solución en que cada calculador I está conectado a un solo calculador S. Se alcanza, en este caso, un grado de confiabilidad suficiente de la manera siguiente: si S1 falla, I1 se conecta con S2 a través de I2. Este procedimiento exige unos medios de transmisión más simples, pero un sistema de conmutación más complicado.

2.2.2 Interconexión con la red de comunicación

Los calculadores S controlan, como hemos visto anteriormente, las centrales de los planos A y B.

Por razones de confiabilidad, cada una de las centrales de estos planos está conectada a dos calculadores S. En la Fig. 8, versión 1, por ejemplo, A1 está conectada a S1 y S2, B3 á S2 y S3. Los calculadores I ejercen el control de los planos C y D. Aquí, nuevamente, cada central se conecta a dos calculadores I (ver versiones 2 y 3); existe sin embargo una excepciòn: cada concentrador está conectado a un solo calculador I. Efectivamente, se supone que la dimensión de los concentradores es lo suficientemente pequeña como para aceptar períodos de fuera de servicio superiores a los tolerables en las centrales terminales y unidades de selección remotas.

2.3 Distribución de funciones

Un sistema pasivo de unión entre las dos redes descritas, la denominada red de control remoto, no puede establecerse sino en relación con ellas. En particular, es imposible definirla sin evaluar previamente la cantidad de información que debe cursar.

Antes de proceder a esta estimación, conviene precisar, al menos en un ejemplo, las funciones que pueden asociarse a la red de comunicación y aquellas que lo serán a los calculadores. Efectivamente, de acuerdo con esta distribución, la información presentará un carácter diferente dependiendo del grado de elaboración alcanzado por la información inicial, por ejemplo, la producida por los abonados.

En forma general, en la dirección red de comunicación hacia red de control, la información procedente de los abonados puede extraerse de dos modos distintos:

— a nivel de los mismos abonados, desde un circuito de línea;
— a un nivel más concentrado: desde un enlace local, registrador, receptor . . .

Pueden considerarse distintas posibilidades; sin embargo, con objeto de simplificar la discusión, admitiremos aquí que la información procedente de los abonados se presenta como sigue:

— cualquier nueva llamada se detecta al nivel de un circuito individual asociado a la línea respectiva;
— el código de identificación de la línea solicitada se detecta a un nivel más concentrado, en un circuito denominado enlace local.

Las cantidades de estos dos tipos de información correspondiente a la anterior distribución de funciones en la red de comunicación han sido evaluadas en el apartado 2.4; los grados de elaboración de la información en estos niveles se indican en la estimación misma. Estas cantidades definen el orden de magnitud del tráfico de información cursado desde la red de comunicación hacia la red de cálculo.

En la dirección red de cálculo — red de comunicación, la información puede clasificarse de acuerdo con las dos clases generales de funciones siguientes:

— las funciones de supervisión del estado de la red de comunicación, cuyo objeto es vigilar los sucesos provocados por la acción de los abonados, y que permiten la recopilación de la información procedente de éstos;
— las funciones de control para el establecimiento de un nuevo estado de la red de comunicación, según la elaboración llevada a cabo por la red de cálculo: realización de una nueva conexión . . .

Entre las funciones pertenecientes a la primera clase, pueden mencionarse las siguientes:

— Exploración del estado de las líneas.
— Exploración del estado de los enlaces.

En la segunda clase, se cuentan las siguientes funciones:

— Control de la red de comunicación (conectador), incluyendo, si procede, los circuitos de línea (relé de corte).
— Control de los circuitos de enlace asociados a las diferentes fases de una comunicación (envío de los diferentes tonos, corriente de llamada . . .).

Las listas anteriores no son en modo alguno restrictivas: las aceptamos, sin embargo, como suficientes, debido al limitado alcance de este estudio. Así, en particular, no se ha tenido en cuenta la información necesaria para controlar los contadores individuales de los abonados.

En consecuencia, desde el punto de vista del equipo, se ha supuesto que los circuitos de exploración y proceso se encuentran también en la red de comunicación, además de la red propiamente dicha. Estos circuitos constituyen de hecho la línea divisoria entre la red y los calculadores: sus afinidades de tipo tecnológico con la red de comunicación justifican cumplidamente su colocación.

Esta distribución de funciones representa una solución aceptable, siendo la misma la que da lugar a la mayor parte del tráfico de datos cursado. Es evidente que el valor de este tráfico constituye un importante criterio para la justificación de una estructura como la propuesta.

2.4 Red de control remoto

2.4.1 Introducción

Las ventajas previstas en una red dispersa del tipo considerado son consecuencia, entre otras razones, como ya se apreció en los apartados anteriores, de la relativa independencia en el establecimiento y extensión de las redes de comunicación y cálculo.

La independencia de las dos redes es cierta siempre que la red de control remoto que las interconecta no represente más que una pequeña fracción de sus costes respectivos. Esta condición puede considerarse como una hipótesis fundamental.

Con objeto de confirmar este concepto, habrá que proceder a un estudio económico más detallado. En un plazo más o menos lejano complementará el estudio técnico.

No obstante, con el fin de apoyar la hipótesis fundamental, un primer planteamiento consistiría en evaluar, aunque sólo fuera aproximadamente, el flujo de información existente entre los órganos que forman la red de comunicación y los calculadores. Si estas cantidades de información se mantienen en un margen de valores reducido, puede admitirse legítimamente que la hipótesis inicial es válida.

2.4.2 Estimación del tráfico de la red de control remoto

2.4.2.1 Tráfico básico en la red de comunicación

La evaluación del tráfico presente en la red de control remoto requiere fijar el valor del tráfico de comunicación, adoptándose el valor medio normal de 0,1 Erlang (originado y de terminación) por abonado, es decir 4,15 llamadas/segundo en el caso de 10.000 abonados, con un tiempo medio de ocupación de dos minutos. En el estudio que sigue, las cantidades de información vendrán dadas en bits por segundo por 10.000 abonados y, también, en bits por segundo por abonado.

2.4.2.2 Tráfico desde la red de comunicación hacia la red de cálculo

Exploración de líneas: Una línea puede presentar dos estados, correspondientes a las posiciones de cuelgue y descuelgue del microteléfono del abonado. Se admite que transcurre un período de 1 segundo desde el momento en que el abonado descuelga hasta el instante en que se aisla la línea del circuito de exploración y que cada línea

es explorada 4 veces por segundo. Esto significa que una información correspondiente al cierre del bucle de una línea aparece 16,6 veces por segundo. Admitiendo que la información transmitida es realmente el código de la línea y que éste presenta una forma decimal binaria, se concluye que el número total de bits a transmitir por segundo en el caso de 10.000 líneas es igual a 300.

Hay que notar que la información transmitida correspondiente a una línea dada es de hecho la repetición, 4 veces consecutivas, de una misma información, la identidad de la línea que solicita una comunicación sin haber sido atendida todavía. Si se dispone de algún medio asociado con el circuito de exploración que permita conocer el estado previo de la línea, el tráfico de información anterior resultará dividido por 4.

Exploración de enlaces locales: La parte esencial de la información transmitida por estos circuitos corresponde a la recepción de los dígitos enviados al marcar los abonados en su disco.

En la estimación se ha supuesto que la información se recibe impulso por impulso, sin que se reconstituyan los dígitos en el propio circuito de enlace. Si los códigos de identificación están formados por 7 dígitos, se recibiría de los abonados de una central por este concepto, una media de 38,5 impulsos.

Suponiendo además que los enlaces son explorados cada 10 mseg. y que se leen las aperturas del bucle del abonado, el número total de lecturas correspondiente a un código de 7 dígitos será igual a 1120. A esta información habrá que añadir la que proviene de las llamadas entrantes en la central, que se supone de la misma naturaleza, pero formada solamente por 4 dígitos. Si se admite, por otra parte, que el tráfico telefónico de entrada en la central representa el 80 % del tráfico generado por los abonados, se tendrán 512 lecturas por segundo.

Así pués, en una central de 10.000 líneas, el número medio de lecturas correspondientes a los enlaces será aproximadamente igual a 1630 por segundo.

La información transmitida es realmente el código del enlace local, que puede tener la forma de un código binario puro de 10 bits; por lo tanto, se transmitirá hacia los calculadores por este concepto un total de 16.300 bits por segundo.

2.4.2.3 Tráfico desde la red de cálculo hacia la red de comunicación

— Control de la red de comunicación:

En el caso de un tráfico total de 0,1 Erlang por abonado, siendo el 20% tráfico local, el 40% tráfico de entrada y el 40% tráfico de salida, las diversas operaciones de control son, aproximadamente:

1 orden de conexión local por segundo
4 órdenes de conexión de salida por segundo
4 órdenes de conexión de entrada por segundo.

En esta evaluación no se han tenido en cuenta las órdenes de liberación, ya que puede admitirse que se llevan a cabo en el momento de la conexión, sin que exijan una toma suplementaria del órgano de control. Este procedimiento supone que el estado de ocupación de la red de conexión puede conocerse por un medio externo a la propia red (por ejemplo, una memoria).

El código que define una conexión de entrada o de salida se supone está formado por 50 bits, y el código correspondiente a una conexión local por 30 bits. En este caso, el control de una red de comunicación de una central de 10.000 abonados requiere un total de 300 bits por segundo.

— Control de los enlaces:

Para calcular la información de control necesaria habrá que distinguir entre los enlaces locales y los enlaces de entrada.

El control de los enlaces locales, como ya se expuso anteriormente, consiste en distinguir un cierto número de posibles estados del enlace, estados relacionados con las diversas fases observadas durante una comunicación. Suponiendo 16 estados distintos y que todos ellos aparecen a lo largo de una conversación local, será necesario transmitir el código del enlace, es decir 10 bits, y los 4 bits que caracterizan el estado, en 16 ocasiones, haciendo un total de 224 bits.

Los datos de tráfico local establecidos anteriormente dan finalmente lugar a 224 bits por segundo para 10.000 abonados ó $2{,}2 \times 10^{-2}$ bits por segundo y por abonado.

En el caso de enlaces de salida, puede considerarse la posibilidad de 8 estados distintos, además del envío de los impulsos de identificación hacia la central distante, es decir una media de 38,5 impulsos por llamada.

De acuerdo con los datos de tráfico, resulta un total de 600 bits por segundo.

Finalmente, teniendo en cuenta el aumento debido a los enlaces de entrada, se llega a un total de 1.000 bits por segundo para 10.000 abonados.

2.4.2.4 Resultados finales

Partiendo de las estimaciones anteriores se obtienen los siguientes resultados:

— Tráfico desde la red de comunicación hacia la red de cálculo: 16.600 bits por segundo para 10.000 abonados ó 1,66 bits por abonado y por segundo.
— Tráfico desde la red de cálculo hacia la red de comunicación: 1.300 bits por segundo para 10.000 abonados ó 0,13 bits por abonado y por segundo.

Estas cifras no deben evidentemente considerarse sino como el resultado de una evaluación aproximada; no obstante, vienen a demostrar que el tráfico de información cae dentro de un margen de valores compatible con los medios existentes hoy en día en el campo de la transmisión de datos.

2.5 Tráfico entre calculadores

Puesto que los calculadores se asisten recíprocamente para asegurar su funcionamiento, es preciso prever un intercambio de información entre los dos calculadores conectados a la misma central con objeto de actualizarse mutuamente.

El conocimiento mutuo puede limitarse al de las llamadas ya establecidas en la red de conversación, de modo que en el caso de un fallo de operación de uno de los calculadores, el otro sea capaz, al menos, de controlar la liberación de los caminos conectados.

Un cálculo semejante al realizado para evaluar el intercambio de información entre los calculadores y las centrales dá un tráfico de 0,1 bit por segundo y por abonado.

3. Conclusión

La red de telecomunicación de "estructura" dispersa presentada en este artículo no es el resultado de un estudio profundo, es el fruto de la experiencia adquirida en el desarrollo de sistemas de telecomunicación de control centralizado, pretendiendo solamente servir de base de partida para un nuevo estudio dirigido a la definición de una organización general de redes de telecomunicación.

Desde el punto de vista económico resulta ciertamente beneficioso utilizar en una parte determinada de la red una cierta técnica de conmutación o transmisión con preferencia a otra. Una estructura del tipo descrito parece aportar un planteamiento adecuado para resolver de forma económica los problemas de adaptaciòn de equipo surgidos de la coexistencia de diversas técnicas dentro de una misma red y de la introducción de otras nuevas: la estructura y la organización de la red son homogéneas mientras las técnicas que intervienen en su realización pueden ser heterògeneas.

Independientemente de las ventajas económicas apuntadas en el apartado 1.2, esta flexibilidad de adaptación puede justificar por sí sola la continuación de la investigación en esta dirección.

Referencias

[1] P. Lucas, R. Legare y J. Dondoux: Les idées modernes en conmutation telephonique, Conmutation et Electronique, N° 9, Abril 1965, pp. 5—37.
[2] C. Grandjean: Estrategias de encaminamiento de llamadas en redes de telecomunicación. En este número.
[3] J. Dejean y C. Grandjean: Transitions in the occupation Condition of a Group of Switches Electrical Communication, Vol. 42, N° 2.

Jacques Dejean nació cerca de Paris el 14 de Mayo de 1927. Licenciado en Ciencias Físicas en 1949, se incorpora al Laboratorio de Electrónica de la Faculté des Sciences de París donde se ocupa de diversas aplicaciones de los tubos de descargas condensadas.

En 1954, entra en el Laboratoire Central de Télecommunications. Después de su paso por el Departamento de "Calculadores", participa en la definición de un conmutador telefónico completamente electrónico. Habiendo a continuación participado en diversos estudios de concepción de sistemas, es actualmente Jefe del Servicio de "Investigación sobre Sistemas Telefónicos".

Charles Grandjean nació en Bourges (Cher), Francia, el 27 de Octubre de 1930. Licenciado en Ciencias, obtuvo en 1952 el Diploma de Estudios Superiores en Cálculo de Probabilidades y Estadística.

Después de algunos años de actividad en los Laboratorios de Investigación de la O.N.E.R.A. y de la Sociedad Philips, se incorpora en 1960 al Laboratoire Central de Télecommunications donde dirige actualmente un Departamento encargado de estudios relativos a la teoría de tráfico, a la organización de las redes de telecommunicación y a la aplicacion de los métodos de simulación.

Pierre Seneque nació en Paris (Francia) el 17 de Agosto de 1927. En 1950 obtuvo el diploma de Ingeniero de la Escuela Superior de Electricidad de París.

Incorporado a L.C.T. en 1951, ha participado en diversos estudios de Conmutación Electrónica. Actualmente es Jefe del Departamento "Estudio de las Tecnologias Avanzadas" dentro del Servicio "Investigaciones sobre los Sistemas Telefónicos".

Daniel Cohen nació en Casablanca (Marruecos) el 13 de Marzo de 1938. Licenciado en Ciencias Físicas y Matemáticas en 1958, recibió su diploma de la Escuela Superior de Electricidad (Sección Electrónica — Radioelectricidad) en 1960.

Incorporado en 1960 al Laboratoire Central de Télecommunications, ha participado en diversos estudies de concepción de sistemas. Actualmente es responsable del grupo "Programación" dentro del Servicio "Investigaciones sobre los sistemas telefónicos".

Sistema de conmutación telefónica semielectrónica 10 CX

H. ADELAAR
J. MASURE
Bell Telephone Manufacturing Co., Amberes

1. Introducción

El sistema de conmutación telefónica semielectrónica 10 CX ha sido desarrollado para obtener una solución competitiva que, sobre la base de utilizar una tecnología avanzada, sea aplicable a centrales telefónicas públicas de pequeña, media y gran capacidad, incluyendo centrales terminales, de tránsito, interurbanas y mixtas, capaces de cursar toda la gama de tráficos que se presentan en la práctica. Una versión interurbana de este sistema se aplicará a centrales interurbanas con una capacidad de tráfico del orden de varios miles de erlangs.

Se aprovechan al máximo las características del control electrónico centralizado y especialmente las inherentes a los sistemas de proceso de programa almacenado, alcanzándose al mismo tiempo, una solución económica incluso para centrales de una capacidad inicial de 1000 líneas de abonado. Este hecho, junto con la simplicidad de las ampliaciones, sitúa las ventajas y posibilidades que ofrece actualmente la conmutación electrónica dentro del marco económico que rige hoy en día la explotación práctica de los sistemas telefónicos.

El sistema, que se muestra en la fig. 1, consta de cuatro partes principales:

1. Una red de conmutación de varias etapas en malla, compuesta por conjuntos de puntos de cruce constituídos por relés miniatura de contactos sellados dispuestos en matrices, y circuitos de relés asociados como, por ejemplo, los circuitos de línea y los enlaces.
2. Circuitos periféricos electrónicos que incluyen registros intermedios, exploradores para extraer información de la red de conmutación y circuitos de acceso para controlar las operaciones de marcaje y conmutación en dicha red, de acuerdo con las instrucciones recibidas de los procesadores centrales. Estos circuitos constituyen, de hecho, la interconexión entre la red de conmutación y los órganos de control central.
3. Los procesadores centrales, cada uno de los cuales contiene una sola memoria y un conjunto de circuitos lógicos que cumplen las siguientes funciones telefónicas:
   — Reunen las informaciones relativas al estado de las líneas, enlaces, alimentadores y mallas.
   — Detectan los cambios de estado.
   — Reunen, para cada llamada, todas las informaciones adicionales, tales como la clase de línea y la información de encaminamiento, necesarias para determinar la acción a seguir con una llamada determinada.
   — Eligen caminos libres adecuados en la red de interconexión.
   — Envían órdenes de conexión a la red, y
   — Comprueban el exacto cumplimiento de dichas órdenes.

   Además, los procesadores centrales tienen un programa para realizar operaciones diversas según lo exija la explotación, la administración y la conservación de la central, entre las que figuran: cómputo de las llamadas, pruebas rutinarias, observación del tráfico y del servicio, etc., y la cooperación con los dispositivos de entrada/salida.
4. Dispositivos de comunicación hombre-máquina apropiados para la conservación, las pruebas, la observación y la introducción de todas las modificaciones que se precisen durante la explotación.

   Las características destacadas de los procesadores centrales empleados, son la sencillez, la compacidad de construcción, la gran velocidad de funcionamiento y la alta confiabilidad intrínseca. Con objeto de asegurar un servicio continuo durante las 24 horas del día, aún en el caso de que se tenga temporalmente fuera de servicio un procesador central, estos circuitos se equipan por duplicado, al igual que la parte central de los circuitos periféricos que se conectan a cada procesador por su propio sistema de canales periféricos independiente.

2. La red de conmutación

2.1 Conjuntos de puntos de cruce

Entre los diferentes tipos de puntos de cruce mecánicos conocidos, los contactos "reed" sellados [1] parecen ser los más compatibles con las técnicas y la tecnología del control electrónico de gran velocidad. En realidad, lo mismo que los contactos electrónicos:

— están protegidos contra influencias climáticas y alcanzan una larga vida sin necesidad de conservación (cientos de millones de operaciones sin carga).

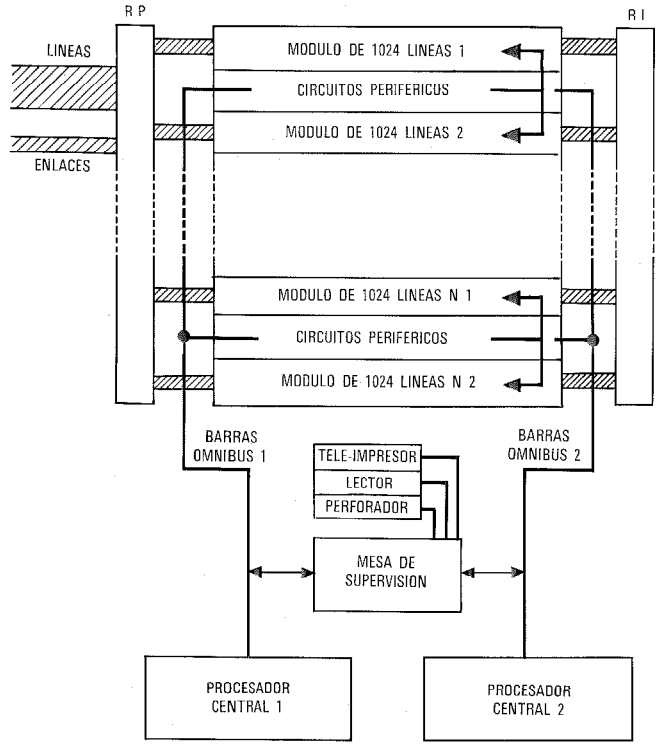


Fig. 1 Sistema 10 CX. Red modular y control centralizado.

— pueden montarse en placas impresas enchufables;
— sus tiempos de conmutación son del orden de 1 á 2 milisegundos;
— pueden agruparse en matrices de conmutación de dimensiones tan pequeñas como convenga, lo que permite diseñar una red económica en puntos de cruce, sin perjuicio de su flexibilidad, capacidad de ampliacion y fácil adaptabilidad a los formatos de palabras y sistema de memoria empleados en los procesadores de control centralizado.

La red de conmutación del sistema 10 CX está constituída por puntos de cruce tipo "reed" (fig. 2), cada una de las cuales comprende tres o cinco contactos y una bobina de un solo arrollamiento, común para la excitación y la retención. En las vías de conversación de 2 ó 4 hilos, se utilizan dos o cuatro contactos respectivamente, empleándose el restante en serie con la bobina para establecer un circuito de auto-retencion, pudiendo comprender hasta cuatro bobinas de puntos de cruce en serie.

Como se explicará en detalle más adelante, en la sección dedicada al marcador, en el punto de unión de la bobina y el contacto de retención de cada punto de cruce hay un diodo separador a través del cual, al establecer una conexión en la red, se aplica un potencial de excitación a un extremo de la bobina [2] (ver la fig. 5).

2.2 *El módulo de grupo de líneas*

Con el fin de conseguir una economía en el caso de centrales de pequeña capacidad, combinada con facilidad de ampliación, como se hace evidente en la fig. 1, la red de conmutación está formada por módulos de grupo de líneas autónomos, cada uno de los cuales atiende a 1024 líneas y hasta 96 enlaces de llegada y otros tantos de salida.

Como se ve en las figs. 1 y 3, dos módulos de grupo de líneas, con un conjunto común de emisores y receptores de señalización y los circuitos periféricos necesarios para relacionarse con los procesadores centrales, constituyen una unidad periférica capaz de atender a dos grupos básicos de líneas y enlaces, es decir 2048 líneas, 192 enlaces de llegada y otros tantos de salida.

Como se muestra más en detalle en la fig. 4, cada módulo de grupos de líneas es una unidad autónoma que consta de:
— una red en malla combinada de líneas y enlaces (L/TLN),
— un bloque de circuitos de enlace local con accesibilidad completa (JTCS),
— una pequeña red en malla de enlaces de salida (OTLN),
— una red adicional para la interconexión de módulos (MIN).

A la izquierda de la red L/TLN se encuentran los terminales de líneas y enlaces de llegada, mientras que a la derecha de la misma están los terminales de vías de retorno. Entre cualquier terminal de la izquierda y cualquiera de la derecha de L/TLN hay un camino y uno solo; por consiguiente, cada camino, y cualquier parte del mismo, resulta plenamente determinado al conocer la identidad de los terminales entre los que está establecido; este principio es aplicable a todas las demás redes.

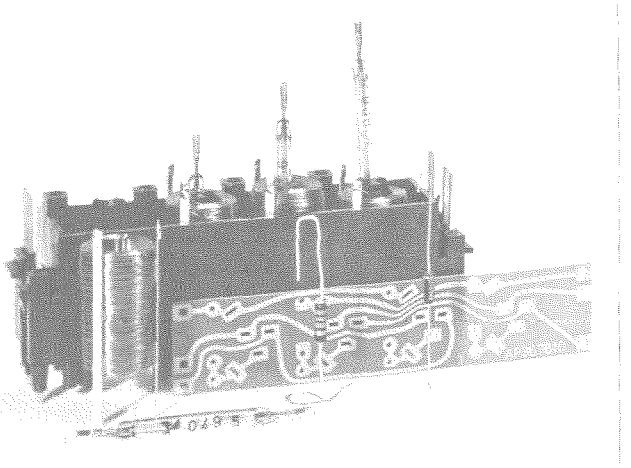


Fig. 2 Unidad normalizada con 4 puntos de cruce tipo "reed" de 3 contactos.

Los terminales de líneas y enlaces se agrupan según potencias de dos, de acuerdo con un sistema de coordenadas binario; puede utilizarse el mismo sistema de coordenadas en diferentes combinaciones para la identificación de los terminales de las redes, mallas intermedias, elementos de conmutación y puntos de cruce.

La red L/TLN está compuesta de redes parciales, cada una de las cuales puede verse como un conjunto de planos standard apilados; cada plano es un sistema en malla, con accesibilidad total y un solo camino entre cada entrada y cada salida; los planos contiguos están interconectados de forma que cada plano de un conjunto tiene acceso a un terminal de todos los planos del otro conjunto y viceversa.

Como se muestra en la fig. 4, estas redes parciales son: una red de concentración de líneas (LCP), una red de expansión de enlaces de llegada (TEP) y una red de mezcla (MXP). En una central terminal 10 CX típica, LCP es un conjunto de 16 planos de concentración apilados, cada uno con 64 entradas y n salidas, TEP un conjunto de 8 planos con un máximo de 12 entradas y n salidas y MXP un conjunto de n planos con 24 entradas y 16 salidas, siendo n normalmente igual a 16, pero pudiendo ser también 12 ó 24 en casos excepcionales en que el tráfico medio por línea es bajo o alto, respectivamente.

Las relaciones de concentración y de expansión de LCP y TEP, respectivamente, se eligen de forma que las densidades de tráfico que entran en la red de mezcla procedentes de los caminos bidireccionales correspondientes a líneas de abonados y unidireccionales, correspondientes a los enlaces, resulten equilibradas.

La OTLN es un conjunto de n planos que concentran el tráfico de los enlaces de entrada (TCP) con una o dos etapas, en que cada plano tiene 8 entradas y, por ejemplo, 4 salidas.

Las funciones normales y de supervisión de todas las llamadas se lleva a cabo mediante un bloque único, con accesibilidad completa, de $8n$ circuitos de enlace local (JCTS) por módulo de grupo de líneas.

Como un alimentador puede atender a cualquier línea o enlace de llegada dentro del grupo de líneas, puede alcanzarse un rendimiento elevado (hasta un 80 %).

Los terminales de salida de los circuitos de enlace local tienen acceso a la red OTLN y un camino de retorno hacia los terminales de la derecha de la red L/TLN a través de una pequeña red auxiliar de mezcla de dos etapas (JXP), por lo que cada circuito de enlace local puede elegir entre 16 caminos a través de la red OTLN y 16 vías de retorno a través de la red L/TLN. De esta manera, un circuito de enlace local, tomado en preselección para atender a una llamada originada en una línea o en un enlace, podrá retenerse hasta completar la llamada en selección aproximadamente en el 75 % de los casos; en los restantes, se selecciona un camino diferente tomando otro circuito de enlace local libre.

Para la interconexión de N módulos de grupos de líneas como el descrito, el sistema 10 CX cuenta con un repartidor intermedio (MIF) y dos pequeñas redes de conmutación de una etapa (JDP para distribución y JTP para terminación) por módulo, conectadas en paralelo con los terminales de entrada y de salida, respectivamente, de la red de mezcla auxiliar JXP.

En un conjunto periférico totalmente equipado, JDP está dividida en dos redes iguales que se conectan a los módulos pares e impares, mientras que JTP es una red ampliable que comprende tantas redes parciales en paralelo como módulos haya que interconectar.

Prescindiendo de esta adaptación de poca importancia, puede decirse que el conjunto constituye una unidad normalizada verdaderamente autónoma e independiente de las dimensiones totales de la central.

Para un tráfico total de entrada de unos 180 erlangs, este conjunto tiene normalmente 25.600 puntos de cruce de conversación, es decir, 12,5 puntos de cruce por línea.

A efectos de señalización, como se ve en la fig. 2, existen una o más redes adicionales comunes a dos grupos de líneas, que concentran el tráfico de señalización sobre circuitos combinados, emisores y receptores de señales; normalmente el número de puntos de cruce de estas redes no excederá de 1 a 1,5 por línea.

2.3 Circuitos de relés asociados a las redes

En la fig. 3 se han representado también los circuitos de relés asociados normalmente a los terminales de la red, a saber:

— Circuitos de línea.
— Circuitos de enlace local.
— Circuitos de enlaces de entrada y salida.
— Unidades emisoras y receptoras de señales.

Generalmente, debido al empleo de técnicas de control electrónico de división en el tiempo, la importancia de estos circuitos así como el espacio que ocupan se han reducido sustancialmente con respecto a los sistemas convencionales.

Se utilizan transistores y otros componentes estáticos para detectar las señales analógicas externas (como aperturas y cierres de bucles, señales de C. A. o/y tonalidades) y convertirlas en señales digitales para su elaboración en los procesadores centrales; en cambio, se utilizan relés "reed" para transmitir señales de c.c. o c.a. o tonos a la central distante y para definir los diversos estados de los enlaces. De manera similar a los puntos de cruce de la red, estos relés "reed" se actúan mediante impulsos, de acuerdo con instrucciones procedentes de la unidad de control central, reteniéndose después por circuitos propios hasta que reponen por orden de la unidad de control común.

Cada circuito de línea consta de un puente de alimentación y supervisión de alta impedancia en paralelo con el bucle de la línea, un relé de corte que actúa sobre el puente de alimentación, y dos puntos de exploración para comprobar los estados del bucle de la línea y del relé de corte.

Los circuitos de enlace local realizan todas las funciones de servicio y de supervisión que normalmente efectúan los circuitos de conexión de los sistemas convencionales, como:

— supervisión del bucle de la línea que llama y llamada,
— alimentación a los aparatos de abonado,
— repetición de impulsos de disco,
— envío de tono a los aparatos de abonado,
— envío de corriente de llamada al abonado llamado,
— detección de la respuesta y corte de la corriente de llamada.

Para llevar a cabo estas funciones, cada circuito de enlace local tiene dos puentes de alimentación, reles "reed" para la retención, conexión de tonos, corte de la llamada y paso a conversación, y 3 puntos de exploración para la comprobación del estado de libre u ocupado de la línea que llama y de la llamada.

Cada circuito de enlace de entrada o salida tiene un puente de alimentación, 3 a 5 relés "reed", según el tipo de enlace, para el intercambio de señales de línea con el circuito correspondiente de la central distante y para el registro de estados, y 2 puntos de exploración para comprobar estados. Los enlaces de salida tienen un punto más de exploración para la prueba de ocupado-libre.

Los circuitos emisores y receptores se diseñan de acuerdo con las especificaciones de la señalización entre registradores; los receptores están dispuestos para recibir tonos o impulsos y pasarlos a los procesadores en forma codificada, representando cada código una cifra; los emisores aceptan cifras del control central y las transforman en impulsos o tonos, según se precise.

Las unidades de tonos son totalmente pasivas: todas las comprobaciones de códigos y las funciones de temporización son realizadas por la unidad de control común, que ordena su exploración a intervalos regulares.

Para atender las llamadas procedentes de aparatos de teclado existe un grupo de receptores de tonos especiales, accesible a través de la red L/TLN en paralelo con los circuitos de enlace local. Al detectar una llamada de este tipo se establece normalmente un camino hasta un enlace local libre y se prolonga a través de la red de señalización auxiliar hasta un receptor de tonos de teclado libre, que se hace cargo de la supervisión durante toda la fase de recepción de cifras.

3. Organos periféricos

3.1 Generalidades

La red de conmutación y los procesadores centrales del sistema 10 CX han sido ideados de forma que se ha

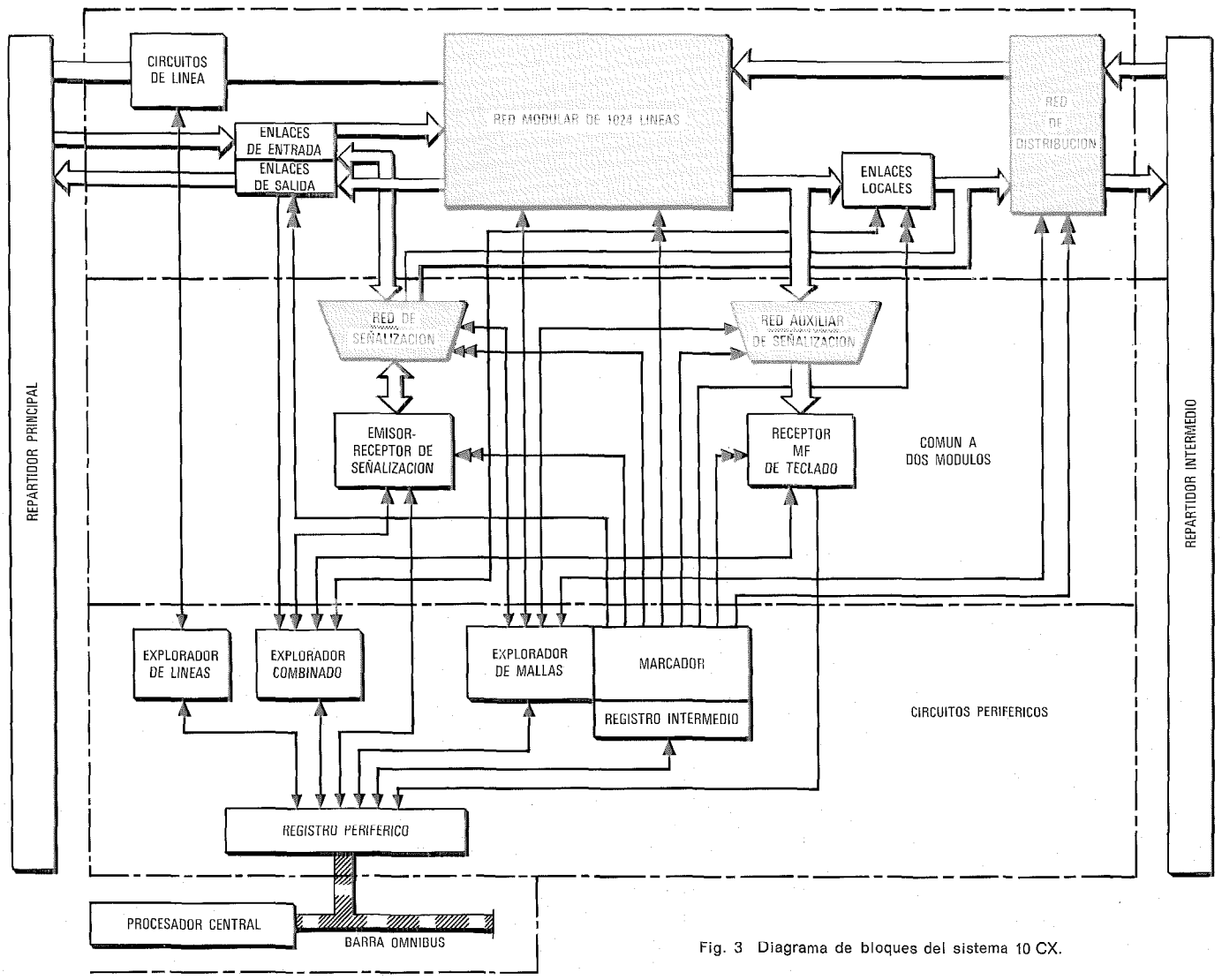


Fig. 3 Diagrama de bloques del sistema 10 CX.

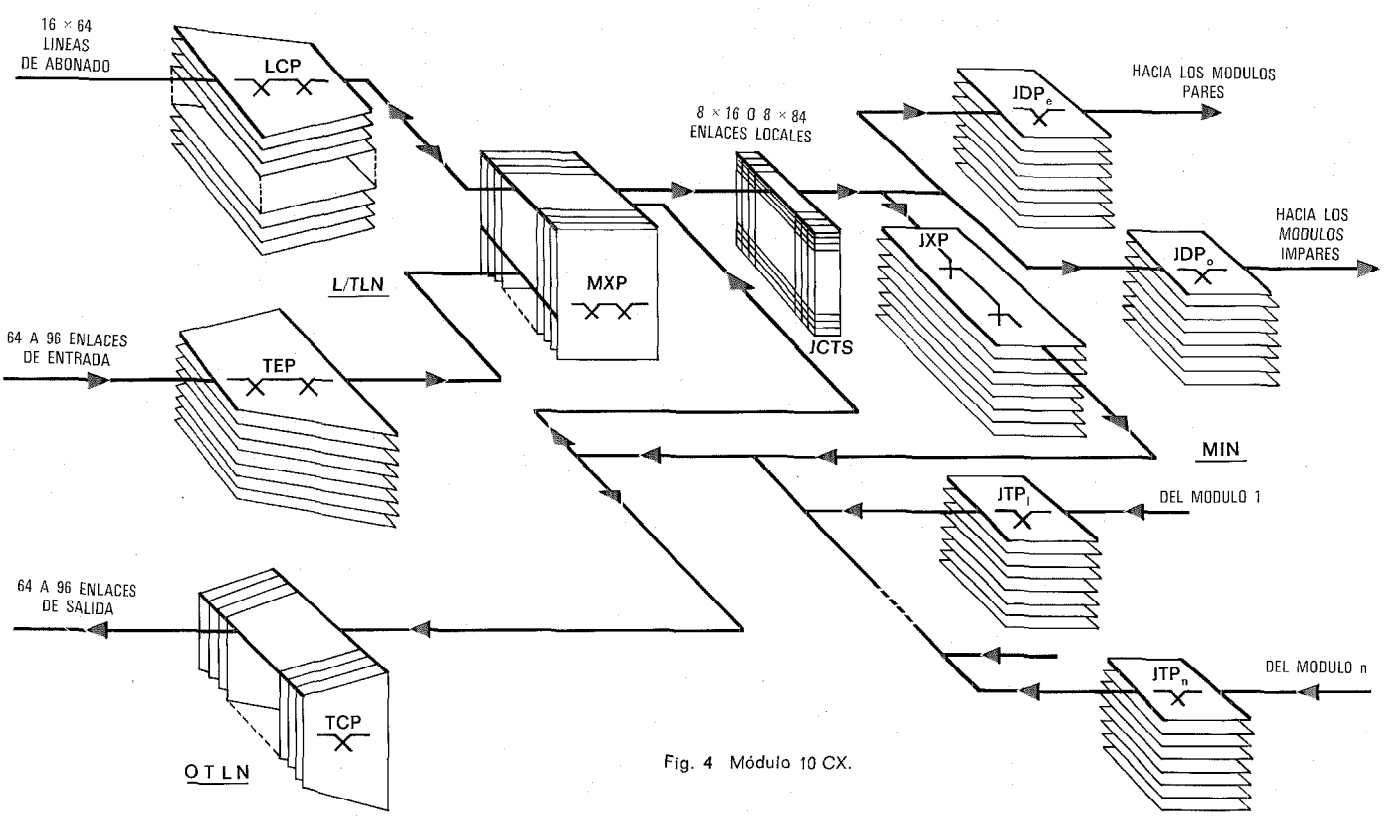


Fig. 4 Módulo 10 CX.

reducido la interconexión entre ellos al mínimo para simplificar lo más posible la importancia y el funcionamiento del equipo periférico.

En la práctica, no solo es provechoso desde el punto de vista de reducción de coste y espacio, sino que contribuye también en gran parte a asegurar un alto grado de confiabilidad, así como una sencilla conservación. Como se muestra en la parte inferior de la fig. 3, se han previsto diferentes circuitos para la realización de las dos funciones básicas de la periferia, a saber:

— el explorador de líneas,
— el explorador de mallas,
— el explorador combinado de circuitos

para extraer información de la red y de los circuitos asociados, y

— el marcador-distribuidor

para actuación de relés y establecimiento de caminos en la red.

Todos estos circuitos son órganos esclavos que actúan en respuesta a las órdenes de actuación y de interrogación procedentes del procesador central. Se comunican con éste a través de un registro periférico por conjunto, intimamente relacionado con cada sistema de canales periférico y que trabaja a la velocidad del procesador.

3.2 Exploradores

Cada orden de interrogación contiene un código de operación, un código que define el dispositivo y un código que determina la dirección del grupo de 16 circuitos o mallas que debe explorarse. Al recibirse la orden en el registro periférico, se decodifican los códigos de dispositivo y de dirección; se genera un impulso de interrogación y en cuestión de microsegundos el registro periférico obtiene el resultado de la interrogación; de hecho, esta operación es tan rápida que puede integrarse en la secuencia del programa del procesador sin interrupción.

Igual que las líneas, las mallas y los circuitos se exploran generalmente en grupos de 16, el número de los puntos de prueba diferentes es limitado y permite el empleo de códigos de dirección de 6 a 8 bits, que se decodifican en dos etapas.

El resultado de la exploración se transfiere al procesador a través del registro periférico, en forma de una palabra de 16 bits binarios y se compara con el resultado previamente almacenado en la memoria. Todo cambio que se detecte así provocará una actuación adecuada del procesador.

Como su nombre indica, el explorador de líneas se emplea para interrogar líneas con el fin de detectar peticiones de servicio y/o efectuar comprobaciones del estado de libertad u ocupación de las líneas. El explorador combinado de circuitos se emplea para la interrogación de puntos de exploración de los enlaces locales, enlaces de entrada y salida y unidades de señalización. Los puntos de exploración se agrupan por categorías, explorándose cada grupo periódicamente de acuerdo con un programa flexible de tiempo real almacenado en la memoria del procesador, y a un ritmo determinado por los límites en el reconocimiento de señales especificadas.

El explorador de mallas recibe instrucciones del procesador cuando éste procede a la selección de un camino libre entre dos terminales dados de la red, después de recibir todas las informaciones pertinentes relativas a una determinada llamada.

En cada exploración se determina el estado de libertad u ocupación de 16 mallas, la mayor parte de las cuales o todas sirven para la conexión que se desea establecer; en una secuencia de exploraciones de este tipo, efectuadas por grupos de mallas, sucesivos, se examinan 16 caminos posibles en una sola operación. Si es preciso, se realizan varios intentos sucesivos, de acuerdo con una estrategia prevista especialmente para reducir al mínimo el número total de exploraciones necesarias, incluso en los momentos de mayor tráfico; según una estimación estadística confirmada por simulaciones, el tiempo total medio de exploración por conexión es del orden de una pequeña fracción de milisegundo.

3.3 El marcador-distribuidor

Mientras que los exploradores proporcionan información relativa al estado de la red y de sus circuitos de relés asociados, el marcador-distribuidor tiene por misión realizar cambios de estado en esos órganos según las órdenes que formula el procesador. Cada orden de conmutación contiene toda la información necesaria para efectuar la operación totalmente, conservándose esta información en un registro intermedio independiente durante toda la duración de la operación, mientras que el registro periférico permanece normalmente disponible para la interrogación de otros circuitos o mallas no afectados por la operación de conmutación en curso.

Como el marcador-distribuidor constituye uno de los principales elementos del sistema, debe concederse gran importancia a su capacidad de tráfico. La rapidez de operación de los relés y puntos de cruce del sistema 10 CX da lugar a unos tiempos de ocupación reducidos y, por tanto, el marcador-distribuidor tiene una gran capacidad de tráfico. Por otra parte, la sencillez del proceso de marcaje, que se explica a continuación, se refleja finalmente en un equipo simple y compacto, lo que garantiza un alto grado de confiabilidad y una fácil conservación.

3.3.1 Procedimiento de marcaje: Como se ve en la fig. 5, los hilos horizontales de retención y de marcaje de una matriz de puntos de cruce se denominan *hh* y *m* respectivamente, y los hilos de retención verticales *vh*; en esta figura, se han omitido los hilos y contactos de conversación.

Si se aplica un potencial de marcaje positivo a vh_1 y un potencial de excitación (tierra o negativo) a m_1, se excita la bobina del punto de cruce superior de la izquierda y cierra su contacto de retención, con lo que el potencial positivo de marcaje pasa a hh_1, hacia una matriz de la etapa de conmutación siguiente.

La conexión se establece, pues, aplicando primero un potencial positivo de marcaje a través del contacto M a un extremo del camino que debe completarse y después un potencial de excitación sucesivamente a los múltiples de marcaje de los niveles horizontales apropiados de las diversas etapas.

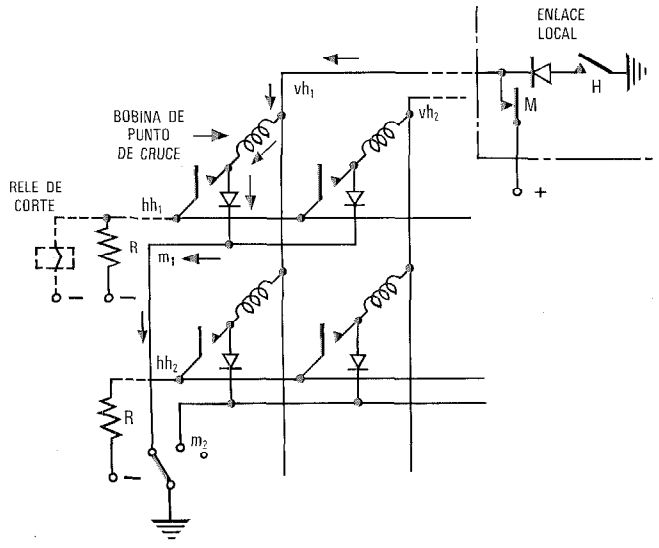


Fig. 5 Método de marcaje en una matriz de puntos de cruce.

Finalmente, cerrando el contacto H de retención en el extremo de marcaje y desconectando el potencial positivo de marcaje de M, se establece un circuito de retención entre tierra y batería negativa en el que todos los puntos de cruce quedan actuados bajo el control del contacto de retención H.

Se verá que a dicho circuito de retención no le afecta la posterior aplicación del potencial de excitación a uno o varios múltiples de marcaje. Puede liberarse esta conexión sencillamente abriendo el contacto H, que se encuentra en el circuito de enlace local.

En las conexiones que llegan hasta los circuitos de línea, la resistencia R de carga de la izquierda está constituída por el relé de corte, que se actúa entonces automáticamente al establecer la conexión. Por consiguiente, no se precisa otro medio de acceso a los circuitos de línea.

Como el potencial de marcaje, al propagarse, no actúa más que sobre una sola matriz a la vez, el potencial de excitación puede aplicarse simultáneamente a todas las matrices de cada etapa de conmutación. Esto reduce a un número comprendido entre 4 y 8 los múltiples de marcaje que hay que seleccionar en cada etapa para aplicar el potencial de excitación.

Para cumplir las órdenes de establecimiento de caminos, el marcador-distribuidor cuenta con un decodificador de direcciones, un conjunto de relés de acceso a los puntos de marcaje positivo, cuatro pequeñas matrices de acceso a los múltiples de excitación y un dispositivo de actuación secuencial de dichas matrices, además de otros circuitos auxiliares para comprobar el funcionamiento correcto del marcador-distribuidor y colaborar en la rápida localización de defectos.

El tiempo de ocupación total correspondiente a una orden de conexión es inferior a 20 milisegundos, incluso en las que afectan a los caminos más largos.

Para cumplir las órdenes de actuación de relés, el marcador distribuidor dispone de unos decodificadores de dirección que controlan las matrices de relés de acceso a enlaces y unidades de señalización. El tiempo de ocupación total correspondiente a estas órdenes es de algunos milisegundos.

Los siguientes factores han contribuido en gran parte a una eficaz minimización de los circuitos de interconexión:

— Rapidez de conmutación de puntos de cruce y relés.
— Organización binaria de la red, adecuada para su tratamiento por un dispositivo digital.
— Número de operaciones por conexión mínimo ya que sólo se necesita reencaminamiento en la menor parte de los casos.
— Estrategia optimizada para reducir el número de exploraciones de mallas necesarias.
— Procedimiento secuencial simple para el establecimiento de caminos.
— Liberación controlada exclusivamente desde los circuitos de enlace local.

Estos mismos factores contribuyen también a reducir y simplificar la tarea del procesador central.

4. El sistema procesador central

Los principales objetivos perseguidos en el diseño del sistema procesador del 10 CX han sido la sencillez del equipo y de los programas, una construcción compacta, rapidez de funcionamiento y una gran confiabilidad intrínseca. Contiene dos procesadores de datos de tiempo real completamente independientes y autónomos, cada uno de los cuales se comunica con los conjuntos de redes y dispositivos de entrada/salida mediante su propio sistema periférico de canales de datos de varias vías. Cada procesador tiene acceso a todas las partes de la red telefónica y una capacidad suficiente para cursar por sí solo el tráfico especificado (fig. 6).

4.1 Características de los Procesadores

Pueden describirse como procesadores de datos binarios controlados por programas almacenados en una memoria; cada uno de ellos comprende una memoria, registros de datos, una unidad aritmética y una unidad de control y cuenta con las facilidades de "direccionado indirecto" e "indexación".

Con el fin de alcanzar una gran capacidad de tráfico poseen también varios niveles de interrupción; las instrucciones han sido especialmente elegidas y los programas se han organizado con vistas a acelerar la ejecución de las operaciones repetitivas relacionadas con las redes, tales como las exploraciones y la comparación de los datos obtenidos como resultado, así como para reducir el número de instrucciones implicadas en los procesos más frecuentes.

La estructura de órdenes comprende básicamente 63 instrucciones, 13 de las cuales son de referencia de la memoria, mientras que las otras 50 definen diversas operaciones lógicas, tales como Y, 0, 0 *exclusiva, suma, resta, desplazamiento, transferencia,* etc.

Se ha simplificado enormemente al utilizar una sola memoria por procesador, tanto para almacenar las instrucciones que constituyen los programas y las informaciones de traducción, como los datos variables relativos

a las llamadas en tratamiento; la memoria comprende varios planos de matrices de núcleos de ferrita, que se atacan según la técnica de coincidencia de corrientes.

La capacidad de la memoria es desde 8192 palabras básicas de 16 + 1 bits cada una hasta 63 536 palabras en módulos de 8192 ó 4096 palabras. Una central terminal de 10 000 líneas normalmente tendrá suficiente con cerca de la mitad de la capacidad máxima.

Se ha podido obtener una gran velocidad de funcionamiento y una construcción compacta mediante la utilización de circuitos integrados de micrológica, tipo diodo DT L, de los que se emplean 824 en cada procesador.

La velocidad de funcionamiento es 5×10^6 operaciones elementales por segundo. El ciclo de instrucciones básico está definido por el ciclo de lectura-inscripción de la memoria, que es 2 microsegundos. El acceso a cualquier palabra de la memoria requiere 750 nanosegundos. Las instrucciones normalmente utilizadas comprenden de 1 a 3 ciclos básicos.

Los centros de conmutación de gran tráfico pueden disponer de un dispositivo más rápido.

Para facilitar el funcionamiento en tiempo real, se incluyen varios niveles de interrupción con distinta prioridad, que puede determinarse mediante el programa. Una de las líneas de interrupción es actuada por un circuito temporizador, iniciando las operaciones repetitivas que requieren una atención urgente, tales como las exploraciones de enlaces locales y de entrada que deben realizarse periódicamente, a una frecuencia suficiente para que el estado de los bucles de las líneas y enlaces se registre correctamente y sin pérdida de información durante la recepción de cifras y procesos de señalización.

Otras líneas de interrupción están asociadas a los marcadores-distribuidores, anunciando el final de una operación de marcaje o de excitación de relés y solicitando nuevas instrucciones y, finalmente, otras a los dispositivos de entrada/salida como teleimpresores, lectoras y perforadoras.

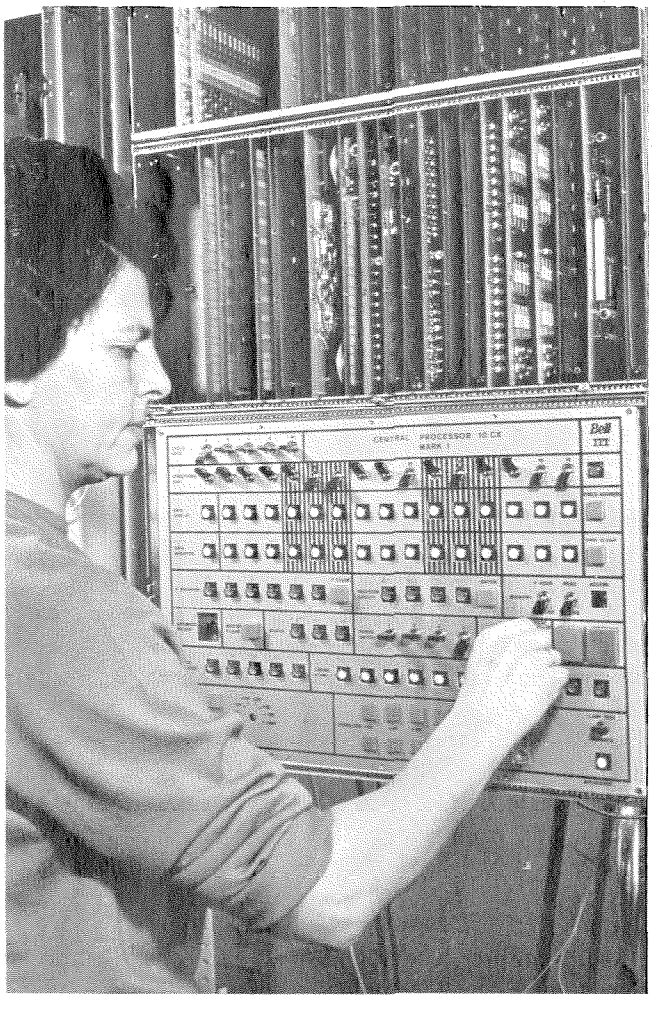


Fig. 6 Panel de control del procesador central.

4.2 Medidas de seguridad

Procesadores independientes: El sistema de proceso central está organizado sobre la base de "reparto de carga"; esto significa que, aunque ambos procesadores son capaces de tratar todas las llamadas con completa independencia, se reparten el tráfico por partes iguales.

Los procesadores trabajan alternativamente, explorando uno de ellos las líneas y los enlaces en busca de nuevas llamadas, mientras que el otro se ocupa de elaborar las llamadas que ha detectado previamente.

Siempre que un procesador detecte una nueva llamada, envía un mensaje al otro procesador indicándole la identidad de la línea o el enlace que la ha provocado. Después continúa enviando mensajes referentes a sucesos importantes relativos a la misma línea o enlace, como: conexión de tono de marcar, paso a conversación, respuesta y liberación; por consiguiente, cada procesador estará informado en cualquier momento del estado del progreso de las llamadas tratadas por el otro, incluyendo las identidades de las líneas y de los enlaces asociados a estas llamadas; de esta forma se evita la interferencia del otro procesador en esas llamadas, o, en casos excepcionales, cualquiera de ellos puede hacerse cargo de las mismas si es preciso. Debido a ésto, cada procesador puede trabajar realmente con independencia del otro, de manera que se establece una verdadera duplicación de equipo y de la programación.

Cada procesador es capaz de cursar el tráfico máximo estimado de la central; entre los dos, cuando ambos funcionan, pueden soportar hasta un 60 % a un 80 % de sobrecarga.

En otros términos, tomando como base una estimación estadística de la calidad de servicio y teniendo en cuenta el alto grado de confiabilidad de los procesadores, puede admitirse durante la hora cargada una sobrecarga normal de un 40 ó 50 %, en cuyo caso, si se diera la circumstancia excepcional de que uno de los procesadores quedara fuera de servicio en los momentos de tráfico mayor, tendría lugar una cierta degradación del servicio; como media, esto no debe ocurrir más que una vez al año.

Además de la duplicación, se han incorporado las siguientes medidas de seguridad:

— protección contra fallo de la alimentación;
— sistema de paridad de la memoria, según el cual cada palabra sufre una comprobación de paridad al ser extraída de la memoria;

— empleo de programas de pruebas rutinarias incorporados con baja prioridad, que se ejecutan cuando hay tiempo disponible;
— empleo exclusivo de los componentes y técnicas más seguros de que se dispone hoy día.

Sin embargo, la base más sólida de un funcionamiento seguro y permanente reside en la gran simplicidad y compacidad del sistema de control del 10 CX, que han sido posibles gracias a las características específicas de la red de conmutación y a la forma en que es controlada.

Una estimación realizada para determinar la aparición de faltas en el sistema, basada en porcentajes de fallos en componentes muy conservadores, ha demostrado que es tan improbable que se presente un defecto sistemático de funcionamiento en un conjunto formado por un solo procesador, su sistema de canales periféricos y los registros periféricos asociados, que habrá tiempo sobrado, incluso en centrales no atendidas, para localizarlo y repararlo antes de que la probabilidad de una segunda falta empiece a ser apreciable.

4.3 Programas

El conjunto de programas del sistema procesador del 10 CX comprende programas operacionales incorporados y programas de diagnóstico externos.

4.3.1 Programas operacionales comprenden los programas de tratamiento de las llamadas, los programas incorporados de comprobación del funcionamiento correcto del equipo y los programas de comunicación hombre-máquina.

El programa de tratamiento de las llamadas comprende:
— programa de interrupción, para reunir datos de la red, elaborados por comparación con resultados previos, y preparar el tratamiento de la llamada;
— programas funcionales, relacionados, cada uno, con una fase específica del tratamiento de cada llamada.

La comunicación entre estos programas se consigue a base de „hoppers", "buffers" y tablas de la memoria [1].

La memoria tiene almacenado un sistema de tablas de ordenación y relación de programas, que sirve para la coordinación de los programas funcionales, estando, por tanto, sujeto a modificaciones en caso de que varíen las especificaciones de la central. Esto significa que es posible introducir nuevos programas funcionales durante la explotación de la central, especialmente en el caso de que varíen las condiciones de interconexión con otras centrales distantes o haya nuevas categorías de líneas de abonados que precisen tratamiento especial, se introduzcan concentradores de líneas o ciertas facilidades centralizadas para centralitas privadas, etc.

4.3.2 Programas de comprobación incorporados comprenden:
— programas de pruebas rutinarias a nivel básico, realizadas, si no hay otro trabajo más urgente, para comprobar que todo funciona correctamente, y
— programas de relevo de alta prioridad para asegurar, en el caso de fallo aparente de un procesador, que el otro se hace cargo de las llamadas abandonadas;
— programas de impresión de faltas, para suministrar indicación escrita de la avería así detectada;
— programas de comprobación mútua, para supervisar constantemente el funcionamiento correcto de los dos procesadores;
— un programa de reincorporación y actualización, para ser empleado en caso de que un procesador deba volver a entrar en funcionamiento después de haber estado fuera de servicio por alguna razón, para actualizar los datos de las llamadas en este procesador.

4.3.3 Programas de cómputo de llamadas que pueden adaptarse para registrar información de cómputo en banda de papel, cinta magnética, tambores magnéticos o para la transmisión de estos datos por teleimpresor u otros canales de datos a un centro computador.

4.3.4 Programas de observación de tráfico y servicio incorporados permanentemente, pero, al igual que algunos programas de pruebas rutinarias elegidos de entre una gran variedad disponible en banda de papel perforada, pueden introducirse temporalmente para su ejecución, según convenga a la administración telefónica.

4.3.5 Programas de comunicación hombre-máquina incorporados permiten la introducción, en cualquier momento, de modificaciones en líneas o enlaces, bien debido a transferencias o nueva asignación de rutas, nuevas clases de abonados, etc., constituyendo un proceso normal en la explotación de una central, permitiendo también la impresión de los nuevos datos para su comprobación.

4.3.6 Programas de comprobación y de diagnóstico externos perforados en banda de papel. Constituyen las herramientas que debe utilizar el personal de conservación para la localización de defectos y la verificación después de su reparación tanto en el procesador como en un conjunto de red, lectora, perforadora o teleimpresor.

El número y la variedad de estos programas es ilimitado, pero en la práctica bastará con hacer uso solamente de una selección.

4.4 Recarga automática

Como característica especial, particularmente en el caso de centrales no atendidas, el procesador 10 CX cuenta con un sistema de regeneración automática, que incluye una lectora de cinta de gran velocidad, gracias al cual se desconecta automáticamente un procesador defectuoso, se le carga sucesivamente con una serie de programas de pruebas y, si no se detecta ninguna falta, se vuelven a cargar los programas operacionales, se actualizan las informaciones variables y se pone nuevamente en servicio.

De esta forma, si el defecto era transitorio, el sistema se reintegra por sí mismo sin intervención humana. Si aparece una falta, se indicará en forma impresa apropiada.

En caso de interrupción repetida o incapacidad para ejecutar las pruebas automáticas, se dará una alarma que se transferirá, junto con una breve indicación del defecto detectado, a alguna estación de supervisión atendida.

5. Comunicación hombre-máquina

En el sistema 10 CX no existen piezas móviles al descubierto. Los contactos mecánicos de los relés y puntos de cruce están protegidos en cápsulas de cristal herméticamente cerradas. No pueden verse ni apenas oirse cuando están en funcionamiento.

La conservación, tal como se entiende habitualmente y se practica en los centros convencionales, no existe en absoluto. No es aconsejable efectuar medidas manuales empleando polímetros y osciló grafos portátiles, con el fin de evitar interferencias provocadas por el personal. Por estas razones, existen dispositivos adecuados de comunicación hombre-máquina, que forman parte integral del sistema 10 CX y que deben utilizarse por el personal de conservación y explotación para la supervisión y control, observación de calidad, pruebas, alarma en caso de funcionamiento defectuoso, así como para la extracción o introducción de datos almacenados o a almacenar en las memorias.

La adecuada utilización de este equipo facilita la conservación de la central, incluyendo la actualización de la información relativa a rutas y líneas o de datos similares, y, en caso de ampliación o incorporación de nuevas facilidades, efectuar las necesarias adaptaciones de los programas desde una mesa de supervisión centralizada, sin tocar ningún contacto, hilo o componente de alguno de los circuitos que constituyen el equipo de conmutación.

En caso de funcionamiento defectuoso, se utilizará el mismo equipo para localizar la parte defectuosa y realizar las pertinentes comprobaciones después de su sustitución.

Para su empleo fuera del servicio normal, es decir después de ser desconectado del sistema, cada procesador comprende como equipo standard:

— un panel de lámpara y llaves para la introducción manual de instrucciones y datos, y para representar en forma visual inmediata el contenido de algunos de los registros;
— un teleimpresor para la introducción y/o la impresión de las instrucciones y datos que componen los programas;
— una lectora de banda de papel para cargar programas en la memoria;
— una perforadora de banda de papel para la producción de cintas de programas o datos.

Durante su funcionamiento puede hacer uso de una consola de supervisión común, que cuenta con los dispositivos siguientes:

— un panel de supervisión,
— un equipo de control de pruebas automáticas,
— una lectora de banda de papel de gran velocidad (300 caracteres por segundo),
— un teleimpresor con lectora y perforadora de baja velocidad.

El panel de supervisión comprende:

— conmutadores y pulsadores para el control manual del sistema,
— lámparas para el control visual del estado general del sistema,
— equipo común para comunicación simultánea con ambos procesadores,
— lámparas de alarma.

El equipo de control y pruebas automáticas comprende:

— el sistema de recarga y arranque automáticos descritos en la sección 4.4;
— un órgano emisor y receptor automático de llamadas de pruebas para la observación permanente de la calidad de servicio y para dar la alarma en caso de funcionamiento defectuoso;
— un órgano emisor de llamadas de prueba simplificado para comprobar el estado de funcionamiento de los procesadores.

La lectora de banda de gran velocidad tiene por misión principal la carga automática de los programas de prueba y la recarga del programa operacional en caso de avería durante los periodos desatendidos.

El teleimpresor se utiliza durante el funcionamiento de la central para introducir nuevos datos relativos a líneas y rutas y para facilitar información impresa durante las pruebas o en el caso de funcionamiento defectuoso.

6. Confiabilidad

La mayor parte de las características que se refieren a confiabilidad del sistema 10 CX han sido ya mencionadas en las secciones anteriores. Esto se encuentra en línea con el hecho de que los diseñadores del sistema 10 CX han incorporado la confiabilidad a todos los niveles, de forma que no puede tratarse fácilmente con independencia de los diferentes aspectos del sistema. Por consiguiente, esta sección se limitará a resumir las medidas y seguridades incorporadas en los diferentes niveles para asegurar el servicio ininterrumpido durante largos periodos de tiempo.

6.1 Componentes:

— elección de componentes de larga duración y alta calidad, comprobados en exhaustivas pruebas de vida,
— contactos "reed" sellados,
— semiconductores de silicio,
— transistores "planar-epitaxiales",
— empleo exclusivo de circuitos integrados en los procesadores,
— resistencia y condensadores de gran estabilidad,
— conectores enchufables de alta calidad del tipo ITT Standard Equipment Practice (ISEP),
— conexiones enrolladas para el alambrado de todos los bastidores y paneles,
— soldadura por ola de todas las demás conexiones,
— placas de circuito impreso por las dos caras, seguras, con conexiones de una a otra cara mediante taladros metalizados.

6.2 Diseño de circuitos

— diseño cuidadoso para impedir la extensión de las averías,
— diseño según la técnica del caso más desfavorable,
— diseño suponiendo la degeneración de las características de los componentes.

6.3 Diseño del sistema

— duplicación de todos los circuitos que atiende a más de 64 abonados,

— completa independencia entre los órganos duplicados,
— número reducido de componentes,
— construcción compacta,
— detección de faltas y supervisión automáticas,
— eficaces dispositivos auxiliares de localización de defectos.

6.4 Los dispositivos automáticos de localización de defectos comprenden:

— en la periferia, circuitos de comprobación de códigos y otras pruebas de funcionamiento,
— comprobación de paridad en la memoria,
— programas de pruebas rutinarias incorporados,
— programas de pruebas y comprobaciones mutuas,
— órganos emisores/receptores de llamadas artificiales,
— reproducción impresa de las indicaciones de faltas,
— pruebas automáticas no incorporadas y recarga y arranque automáticos.

Los dispositivos auxiliares de conservación manuales, comprenden:

— programas de diagnóstico,
— programas de puesta en servicio,
— paneles de llaves y lámparas.

7. Características especiales

El sistema 10 CX incorpora naturalmente todas las características que facilitan las gestiones administrativas y los servicios especiales habituales en la telefonía actual, incluyendo la identificación del abonado que llama. Además, proporciona normalmente la posibilidad de utilizar en todas o parte de las líneas de abonados aparatos telefónicos de teclado, así como la identificación de los abonados que originan llamadas maliciosas, el servicio de abonados ausentes, etc.

El sistema admite prácticamente un número ilimitado de clases de líneas, con lo que se tiene opción a introducir una amplia gama de nuevos servicios y facilidades. Normalmente, se dispone de 33 clases de líneas diferentes, admitiendo hasta 6 por abonado, pudiendo incluso, llegar más lejos sin gran dificultad.

Estos nuevos servicios y características especiales se introducen añadiendo simplemente a los programas operacionales, los programas apropiados.

Ejemplos de nuevas facilidades y servicios especiales son:

— numeración abreviada,
— transferencia automática,
— restricción temporal para llamadas terminales,
— restricciones controladas por los abonados,
— facilidades centralizadas para centralitas privadas, etc.

En las dos secciones precedentes se han mencionado diversas características que facilitan su explotación y conservación.

8. Equipo

Los puntos de cruce tipo "reed", los relés y los componentes electrónicos, están montados uniformemente en placas enchufables, de acuerdo con las normas I.S.E.P. [3].

Los puntos de cruce de la red de conmutación están equipados en unidades enchufables, de forma de libro, por grupos de 96, puntos de 3 contactos, ó 64 de 5 contactos. Las conexiones internas son en parte enrolladas y en partes soldadas por ola (fig. 7).

Los conjuntos lógicos de los circuitos periféricos están dispuestos en bloques lógicos normalizados "Minibell y montados en placas también normalizadas de circuito impreso. Las puertas lógicas de diodos, en sus diversas combinaciones, están montadas en una estructura especial de tipo alveolar. Los relés "reed", cuando se emplean, se montan junto con los circuitos electrónicos asociados en placas de circuito impreso.

Los circuitos lógicos de los procesadores están constituídos por cápsulas "dual-in-line" de circuitos integrados.

Se han desarrollado técnicas fotográficas especiales para montar estas cápsulas en placas de circuito impreso y conectarlas mediante soldadura por ola.

El alambrado general es del tipo punto a punto, mientras que en los bastidores de la red de conmutación, en algunos casos, se utilizan formas de cable convencionales.

Todas las unidades enchufables dispondrán de dispositivos de prueba automáticos.

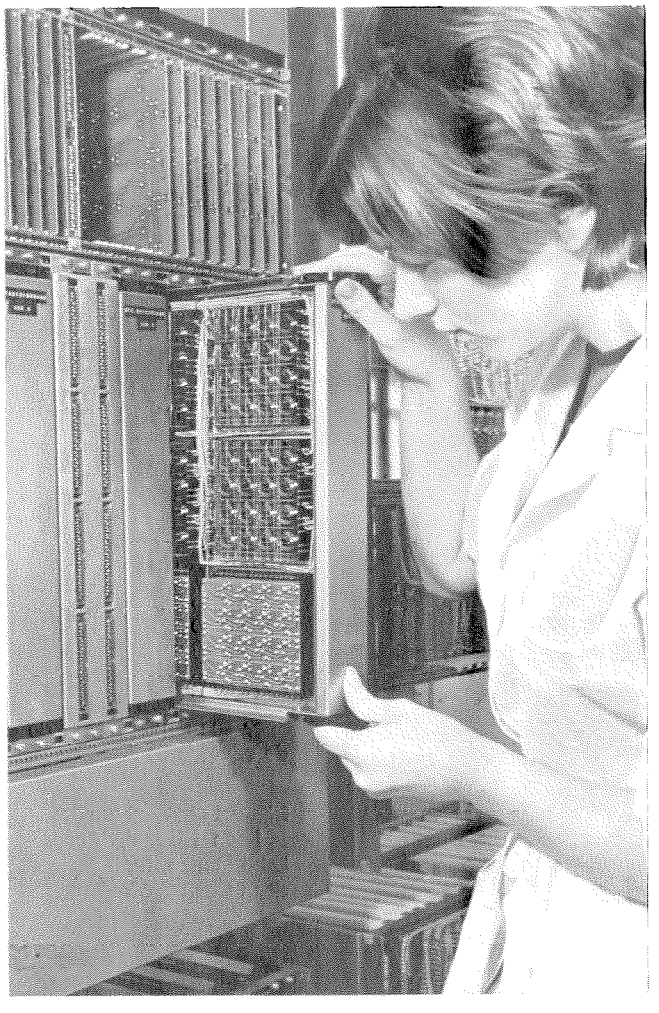


Fig. 7 Unidad de línea enchufable con 6 matrices de 4×4 puntos de cruce.

9. Conclusión

El sistema 10 CX es el primer sistema de conmutación con puntos de cruce "reed" controlado por programas almacenados en memoria que se presenta en Europa.

El sistema descrito se encuentra totalmente desarrollado, listo para su producción en gran escala e introducción en las redes telefónicas actuales. Sus características más notables son la posición competitiva que ofrece para centrales de cualquier capacidad, la construcción de tipo modular, con la consiguiente facilidad de ampliación, la adaptabilidad a diversos requisitos y situaciones, la sustancial reducción de espacio (alrededor del 50 % con respecto a los sistemas existentes) y la flexibilidad propia del empleo de un control por programa almacenado. La conservación se reduce a la supervisión, localización de defectos y sustitución de unidades enchufables. El sistema puede funcionar en condiciones de máxima seguridad sin una atención permanente.

Referencias

[1] H. Rensch: "Characteristics and applications of reed contacts". Electrical Communication 1965, Vol. 40, nº. 3, págs. 385 á 397.
[2] Patente Belga nº. 570716.
[3] F. Beerbaum; J. Evans; F. Leyssens: "Standard Equipment Practice for ITT Europe". Electrical Communication 1964, Vol. 39, nº. 2, págs. 199 á 211.

H. H. Adelaar nació en Amsterdam, Holanda, el 10 de Febrero de 1916. Se graduó en ingeniería eléctrica en la Technische Hogeschool de Delft (Holanda).

Después de varios años como inspector de patentes de la Oficina de Patentes del Gobierno en La Haya, ingresó en la Bell Telephone Manufacturing Company en 1946 para trabajar en aplicaciones de la electrónica a los sistemas de conmutación telefónica.

Después de contribuir al diseño de la primera central semielectrónica de Ski, cerca de Oslo, fué nombrado Jefe del Departamento de desarrollo de Sistemas de Conmutación Electrónica en 1957. El Instituto de Ingenieros Eléctricos le distinguió, junto con sus colaboradores, por sus destacadas contribuciones a la conferencia sobre Centrales Telefónicas Electrónicas en Noviembre de 1960.

El Sr. Adelaar es miembro del Real Instituto de Ingenieros de Holanda.

Jean L. L. Masure nació en Amberes, Bélgica, en 1927. En 1950 obtuvo el título de Ingeniero Civil de Electricidad en la Universidad de Lovaina.

En 1953 ingresó en la Bell Telephone Manufacturing Company como Ingeniero de Desarrollo del Departamento de Conmutación Electrónica, donde ha trabajado hasta 1964, primero como Ingeniero de Circuitos y luego como Ingeniero responsable del diseño de Sistemas. Entre otros trabajos, contribuyó al desarrollo del sistema semielectrónico 8A y del sistema de TDM totalmente electrónico de B.T.M.

Actualmente es Ingeniero Jefe de la División de Conmutación para ventas en Bélgica y en Mayo de 1965 fué nombrado Jefe de Proyecto del 10 CX.

Distinciones

Earp, French y Heaton-Armstrong distinguidos.

El Institute of Electrical and Electronics Engineers ha distinguido a tres ingenieros de International Telephone and Telegraph System con el más alto grado "Fellow", colocándolos entre el 2 % entre 160.000 miembros.

C. W. Earp de Standard Telephones and Cables "por su contribución en los sistemas de antenas para localización de dirección en radio".

H. A. French de ITT Federal Laboratories "por el concepto y desarrollo de técnicas y equipos de comunicación por micro-ondas y su destacada posición en la ingeniería y ejecución de sistemas de comunicación por micro-ondas".

L. J. Heaton-Armstrong de Standard Telephones and Cables "por sus muchos años de contribución al proyecto y fabricación de equipos de radio-comunicación para usos militares y civiles".

Himmel distinguido.

Leon Himmel, Vicepresidente para Aviación de ITT Federal Laboratories, fué nombrado Vicepresidente Honorario de la American Society for Zero Defects en Marzo de 1967.

Microminiaturización en transmisores-receptores de onda corta

J. LISIMAQUE
J. RIBOUR
Le Matériel Téléphonique, Paris

1. Introducción

La aplicación de la técnica de modulación en banda lateral única a los equipos móviles y portátiles, aparece solamente después de la introducción de los semiconductores.

Se introdujo por primera vez en la forma de equipos simplificados con frecuencias prefijadas donde la estabilidad de la frecuencia piloto, derivada de un cuarzo ordinario, era insuficiente y la frecuencia tenía que ser corregida por medio de un "purificador".

Esta solución, con aplicación a comunicaciones entre dos móviles, era completamente inadecuada al tratarse de un número mayor de móviles, ya que el ajuste simultáneo de frecuencias conduciría a dificultades casi insuperables de servicio.

No se encontró solución satisfactoria al problema hasta que el progreso en la tecnología del cuarzo hizo posible la construcción, con dimensiones pequeñas, de osciladores muy estables con propiedades de envejecimiento satisfactorias. Tal oscilador alimenta a un "sintetizador" que suministra, a partir de una frecuencia de referencia, todos los posibles canales de la banda separados por el incremento seleccionado. No obstante, estos sintetizadores son generalmente muy complejos, siendo de gran tamaño y peso cuando se intenta conservar en ellos buenas características.

La microelectrónica ha abierto recientemente nuevas posibilidades. En particular, el uso de circuitos integrados y la introducción de técnicas digitales en el campo de la radio han hecho posible alcanzar nuevos progresos en la reducción de dimensiones y peso. Todavía existe el problema de consumo de energía, pero es de menor importancia en el caso de los equipos móviles que en el de los portátiles.

El propósito de este artículo es describir las soluciones que se han adoptado en el diseño del equipo de a bordo LMT tipo 3527-A conducentes a obtener, con pequeñas dimensiones, aquellos circuitos del equipo relacionados con la producción y utilización de señales de baja potencia, y mencionando las limitaciones encontradas para su miniaturización.

2. Partes principales del equipo LMT 3527-A

El equipo LMT 3527-A consta de los siguientes componentes:

- un excitador-receptor que incluye los circuitos del receptor, el sintetizador y los circuitos del transmisor hasta 7 watios.
- un amplificador de HF (100 á 400 w. según las necesidades).
- un acoplador de antena.
- una unidad de control. (Véase Fig. 1.)

En este artículo solamente se mencionarán las características del excitador-receptor, que es común a las diferentes versiones, y que ocupa un pequeño volumen. Las restantes partes del equipo, tales como el amplificador y el acoplador de antena, se fabrican de acuerdo con técnicas convencionales que no entran en la finalidad de este artículo. Se darán también detalles originales referentes al pupitre de control, así como el principio de control remoto.

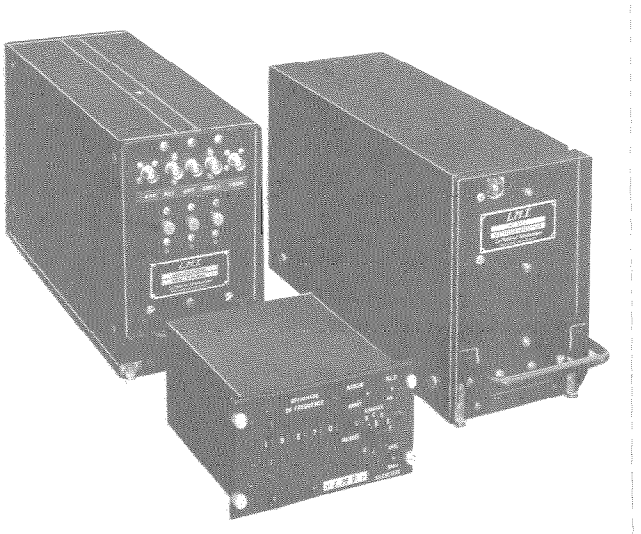


Fig. 1 Equipo LMT 3527 A.

2.1 Excitador-receptor

2.1.1 Características generales

Dimensiones	:	340 × 198 × 124 mm.
Peso	:	6 Kg. aprox.
Banda de frecuencias	:	2 á 29,999 Mc/s.
Número de canales	:	28.000 (cada Kc/s.)
Alimentación	:	28 V. c.c.
Consumo	:	5,5 w. en Recepción 25 w. transmitiendo 2 señales
Método de modulación	:	BLU (SSB) (banda superior) A3
Estabilidad de frecuencia	:	4 c/s. de error máximo en toda la banda
Banda de paso	:	400—3.000 c/s.

2.1.2 Transmisión

Potencia de salida (excitador)	:	7 watios (100 á 400 w. con amplificador)
Distorsión de intermodulator:	:	35 db.
Atenuador de la onda portadora	:	15 db.
Compresión de la AF	:	40 db.

2.1.3 Recepción

Sensibilidad	:	0,5 μV para $\frac{S+N}{N} = 10$ db.

Control de ganancia	:	6 db de variación en el nivel de BF para una variación de 5 á 100.000 μV en el nivel de entrada de AF.
Protección contra frecuencia imagen	:	65 db.
Protección contra IF	:	80 db.
Nivel de salida de AF	:	200 mW.

2.1.4 Características climáticas y mecánicas

Vibraciones	:	2,5 g de 20 á 500 c/s.
Margen de temperatura	:	-40 á $+70$ °C en servicio.
Altitud	:	10.000 m. en servicio.
Refrigeración natural		

2.1.5 Control remoto

Selección de frecuencia por medio de información secuencial enviada sobre 2 hilos que unen la unidad de control al exitador-receptor y sobre los 7 que unen el excitador-receptor a las otras sub-unidades. 10 frecuencias son elegidas por medio de una memoria magnética colocada en la unidad de control.

3. Principios generales en los que se basa el estudio

Las técnicas de miniaturización con componentes convencionales y circuitos analógicos resultaban insuficientes para hacer que el volumen del excitador-receptor fuera inferior a 7 dm^3. Incluso podía haberse hecho un esfuerzo para microminiaturizar estos mismos componentes y, manteniendo los mismos principios, utilizar circuitos sólidos fabricados, bien sobre películas delgadas o sobre películas gruesas.

Esta solución se desestimó debido a las fuertes inversiones necesarias, habida cuenta la gran variedad de tipos de circuitos existentes en el equipo, la dificultad de diseñar inductancias de alta calidad con pequeñas dimensiones y la precisión requerida en los componentes de los circuitos analógicos.

El estudio se hizo, finalmente, según las siguientes directrices:

1) Adopción de *soluciones digitales* donde fuera posible.

2) Diseño de circuitos digitales utilizando circuitos integrados convencionales, fáciles de obtener en el comercio.

3) No sacrificar nada respecto a las buenas características eléctricas.

3.1 Introducción de técnicas digitales y microcircuitos en el campo de la radio

3.1.1 Sintetizador divisor variable

Los métodos de pura síntesis, ofrecidos con éxito por ciertos fabricantes en equipos de laboratorio, no se pueden utilizar en una unidad ligera de pequeñas dimensiones, ya que ésta requiere circuitos de filtro que, para ser eficaces, tienen que ser necesariamente voluminosos.

Por principio, la frecuencia F de la señal de salida de un sintetizador está dada por el siguiente cálculo aritmético: si F_0 es la frecuencia del oscilador de referencia y f_0 el incremento o paso de selección de frecuencia, es decir, la diferencia entre dos frecuencias adyacentes seleccionadas y, por otro lado, A representa el cociente $\frac{F}{f_0}$ y A_0 el cociente $\frac{F_0}{f_0}$, es evidente que $\frac{F_0}{A_0} = \frac{F}{A}$ y $F = F_0 \frac{A}{A_0}$.

Esta operación aritmética constituye una primera función del equipo, resultando entonces sencilla la introducción de técnicas digitales.

Aquí, para efectuar esta combinación aritmética, se emplea un oscilador del que se obtiene una señal que se introduce en un divisor de frecuencia cuyo factor de división es A.

Este factor de división A es variable según la posición de un conmutador; la señal obtenida se compara en fase con la señal piloto que se obtiene de la señal de referencia F_0 dividida por una cantidad fija A_0. Esta comparación da una señal de error que corrige el funcionamiento del oscilador controlado de forma que se cumpla la condición $\frac{F}{A} = \frac{F_0}{A_0}$. Estas operaciones de división de frecuencia se efectúan a base de contar impulsos e intervienen solamente circuitos integrados.

3.1.2 Sintonía digital automática

En este tipo de equipos de HF, los circuitos de entrada del receptor y el oscilador local deben poder sintonizarse de acuerdo con la posición de un conmutador dentro de una gran banda de frecuencias. La utilización de dispositivos mecánicos que actúen sobre reactancias no es un método apropiado para la miniaturización, y la precisión requerida en su fabricación aumenta el coste del equipo. Se ha preferido, por tanto, una técnica digital para sintonizar automaticamente estos circuitos cada vez que se cambia un canal.

Una polarización variable por pasos se aplica a diodos de capacidad variable. Cuando se efectúa la sintonía, el número correspondiente de pasos se almacena en una memoria de contadores binarios realizada con circuitos integrados. El criterio que determina que la sintonía es correcta y por tanto la parada de los contadores, se definirá en los párrafos 5.2 y 5.3.

3.1.3 Control remoto sobre dos hilos

La selección de la frecuencia de tráfico desde una unidad de control remoto, requiere la transmisión de información lógica, consistente en un cierto número de bits. Para un equipo con 28.000 canales posibles, este número es igual a 43 si a cada dígito de cada década se le asigna un bit; es igual a 25 si se utiliza el código ARINC "2 de entre 5".

La transmisión de esta información en paralelo sobre 25 hilos supone un peso apreciable en un avión si se compara con el del equipo miniaturizado y limita la reducción total de peso obtenida por el propio equipo.

Por lo tanto esta información se transmite sobre 2 hilos con 17 bits en forma secuencial, 4 por década (Kc/s, decenas de Kc/s. y centenas de Kc/s.) y 5 para los 28 pasos de Mc/s. Los mismos 2 hilos pueden transmitir

también la información registrada en una memoria magnética permanente, que corresponde a una de las diez frecuencias prefijadas. Todas las operaciones de codificación y decodificación se realizan por circuitos integrados.

3.2 Posibilidades de introducción de circuitos miniatura para otras funciones

Aparte de las funciones digitales que pueden realizarse directamente por medio de circuitos integrados, la microminiaturización puede introducirse fácilmente en todas las funciones no periódicas, tales como amplificadores operacionales, conversores digital-analógicos, amplificadores diferenciales utilizados en las alimentaciones estabilizadas para sistemas de horno con cuarzo controlado termostáticamente y también en amplificadores de banda ancha que han de ser asociados, por ejemplo, con filtros de cuarzo adicionales. Las operaciones de conmutación, que son numerosas en un equipo que cubre una gran banda de frecuencia (2—30 Mc/s) se pueden realizar por medio de conmutadores electrónicos. De esta forma es posible poner en servicio cada filtro de cristal, asociado con cada sub-banda del sintetizador de frecuencia, por la simple conmutación de la alimentación de los amplificadores de salida y por medio de puertas lógicas en la entrada de los filtros. (Los filtros de banda estrecha son del tipo escalera y van equipados con cristales subminiatura).

3.3 Sub-Conjuntos que no se prestan a la miniaturización

En los equipos que cubren a banda de HF existen una serie de circuitos en los que la miniaturización encuentra limitación.

Las etapas de potencia y de adaptación de antena son un ejemplo típico.

La conmutación de las sub-bandas del receptor no se puede hacer electrónicamente. Efectivamente, los conmutadores electrónicos utilizan circuitos con un margen lineal muy pequeño donde las señales parásitas de alto nivel, a frecuencias próximas a la señal útil, producirían desensibilización del receptor y señales indeseadas como consecuencia de la intermodulación en la banda de paso del receptor.

Finalmente, se debe mencionar el tamaño relativamente grande de los circuitos de desacoplo en todos los suministros de alimentación y de los circuitos de protección contra interferencias por radiación y conducción.

4. Disposición general del excitador-receptor

4.1 Descripción de los circuitos (Fig. 2)

Se han elegido dos frecuencias intermedias: 1 Mc/s. y 5 Mc/s.

El amplificador de IF a 1 Mc/s. utiliza un filtro de cristales que deja pasar la banda lateral y suprime la portadora.

Para comunicaciones telefónicas a doble banda, una unidad de conmutación sustituye el filtro de cristal por un filtro L-C con banda de paso de unos 6 Kc/s.

La frecuencia intermedia de 1 Mc/s. se utiliza en toda la banda. El segundo amplificador de IF de 5 Mc/s. se utiliza solamente para frecuencias de tráfico superiores a 6 Mc/s. a fin de obtener una adecuada supresión de la frecuencia imagen hasta los 30 Mc/s.

En la parte superior del esquemático se muestran los circuitos usados para el canal de transmisión y en la

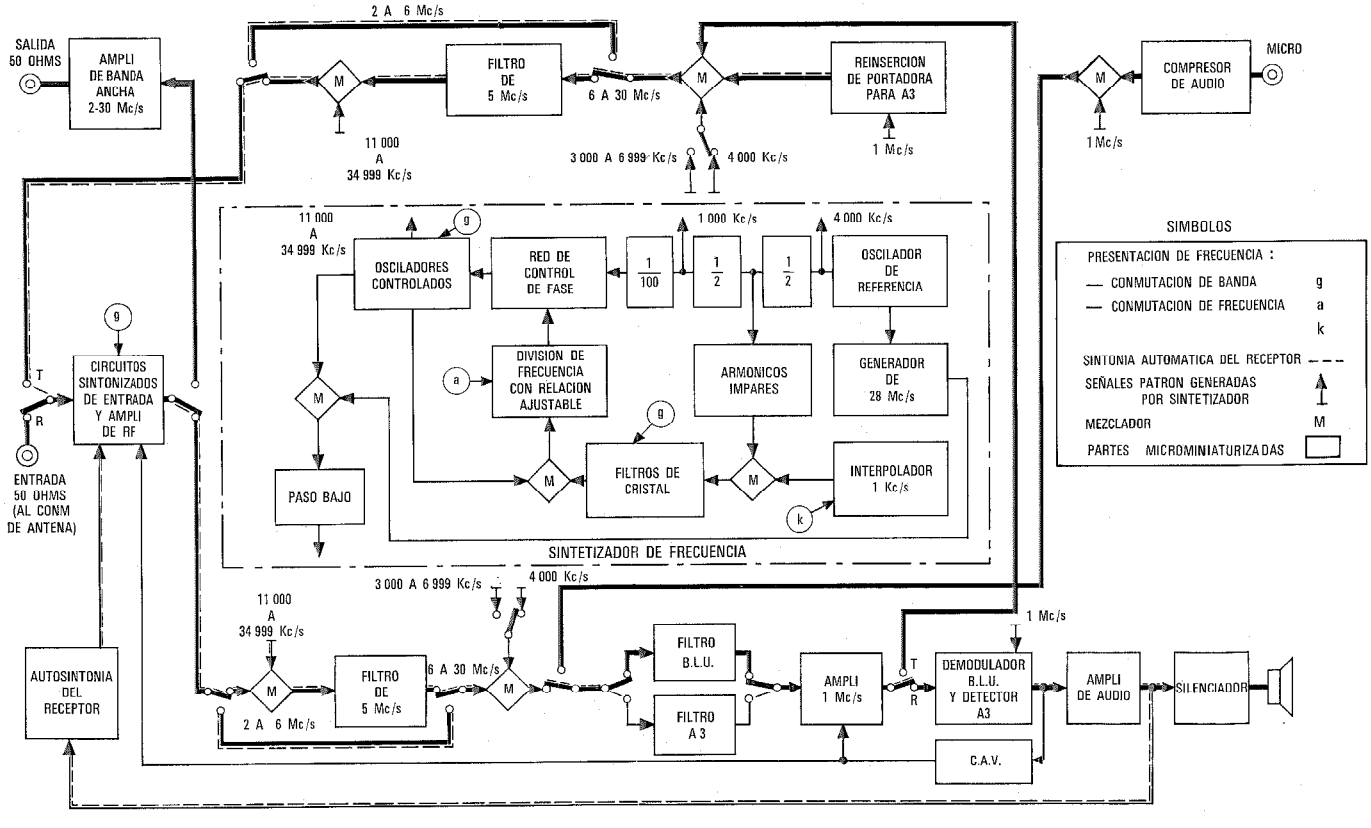


Fig. 2 Excitador-Receptor — Esquema de conjunto.

parte inferior, para el de recepción. Los circuitos de la primera frecuencia intermedia son comunes a transmisión y recepción. Los conmutadores electrónicos, que pueden usarse sobre estas señales, ya filtradas, realizan la selección de los circuitos.

La señal de entrada al receptor, se lleva a dos circuitos acoplados seguidos por una etapa amplificadora sintonizada. La etapa de entrada, que utiliza transistores de efecto campo, tiene un bajo nivel de ruido y está bien protegida contra la intermodulación. Los circuitos se conmutan por sub-bandas y se sintonizan automáticamente después de cada cambio de frecuencia o cuando el equipo se pone en funcionamiento. Los circuitos de entrada se usan también en el transmisor para encaminar al filtro las señales después de la 2ª. modulación. Aquí la conmutación requiere dispositivos electromecánicos.

El amplificador de banda ancha permite el paso de una señal de 7 w. de potencia de pico sobre 50 ohmios para excitar el amplificador correspondiente.

Las señales obtenidas del amplificador de banda ancha contienen poca distorsión de intermodulación, pero, en cambio, tienen armónicos de AF que deben filtrarse a la entrada del amplificador de potencia.

Este último, es obligado que incluya un servo-mecanismo de sintonía y es mejor asociarle con los circuitos de filtro del excitador que incorporarlos a éste.

Como consecuencia de la elección de dos frecuencias intermedias, el sintetizador de frecuencia, mostrado en el centro del esquemático, debe suministrar:

— Señales de 1 Mc/s. y 4 Mc/s. usados en la transposición de circuitos transmisores y receptores.
— la señal piloto que varia, en función de la posición del conmutador, entre 11.000 y 34.999 Kc/s. o entre 3.000 y 6.999 Kc/s., según las bandas.

La banda más baja del sintetizador (3.000 á 6.999 Kc/s.) se obtiene por transposición de la señal del oscilador en la banda de 31.000 á 34.999 Kc/s. con una señal de 28 Mc/s. obtenida del oscilador de referencia de 4 Mc/s.

Las frecuencias de 11.000 á 34.999 Kc/s. son realmente suministradas por seis osciladores, que se conmutan por sus alimentaciones, con sub-bandas cada una de 4.000 Kc/s.

La señal obtenida de un determinado oscilador que funcione en un momento dado, se controla en fase, después de una transposición y división de frecuencia (divisor variable entre 105 y 504), con una señal piloto de 10 Kc/s. obtenida al dividir por 400 la señal de referencia de 4 Mc/s. La selección de frecuencia se obtiene, por tanto, aplicando a la frecuencia fija un divisor variable, con la excepción de los incrementos de Kc/s. Estos últimos se introducen en los circuitos de análisis del oscilador por transposiciones de frecuencia.

4.2 Justificación de las soluciones utilizadas
Circuitos de sintetizador

En el sintetizador, la comparación de fase se hace a 10 Kc/s., a pesar del hecho de que el incremento de selección es 1 Kc/s., ya que un bucle de control de fase que actuase con un período de muestreo de 1 milisegundo sería, por su propia naturaleza; insensible a desplazamientos muy rápidos del oscilador.

Por otra parte, la ganancia del bucle abierto estaría limitada al tener que cumplir el criterio de estabilidad del servo-control, ya que para un margen de fase de 30°, la segunda ley de Bode limita la pendiente de las variaciones relativas en la curva ganancia-frecuencia a $\frac{5}{3}$.

Además, con la elección de los 10 Kc/s. se puede incrementar en 33 db. la ganancia en la entrada del bucle.

El ajuste de la década de Kc/s. se hace por interpolación, por medio de un oscilador de cuarzo sin estabilización especial pero en el que la frecuencia y, por consiguiente el error absoluto, quedan divididos por 128, reduciendo el error introducido por la interpolación a menos de 1 Kc/s. en todas las condiciones de funcionamiento mencionadas en el párrafo 2.1.4. Los productos parásitos de síntesis que resultan de esta interpolación, que aparecen dentro del bucle, se eliminan prácticamente por el filtrado que resulta del control de fase.

Sintonía electrónica del receptor.

Este tipo de sintonía evita el uso de componentes electromecánicos pesados y poco seguros. Además, los circuitos del receptor, que se sintonizan automáticamente, no requieren corrección por variaciones térmicas.

Redundancia.

Debido a la conmutación de las alimentaciones, ciertos circuitos que son similares toman la forma de módulos independientes. De esta forma la avería en una de las bandas no ocasiona un fallo completo del equipo.

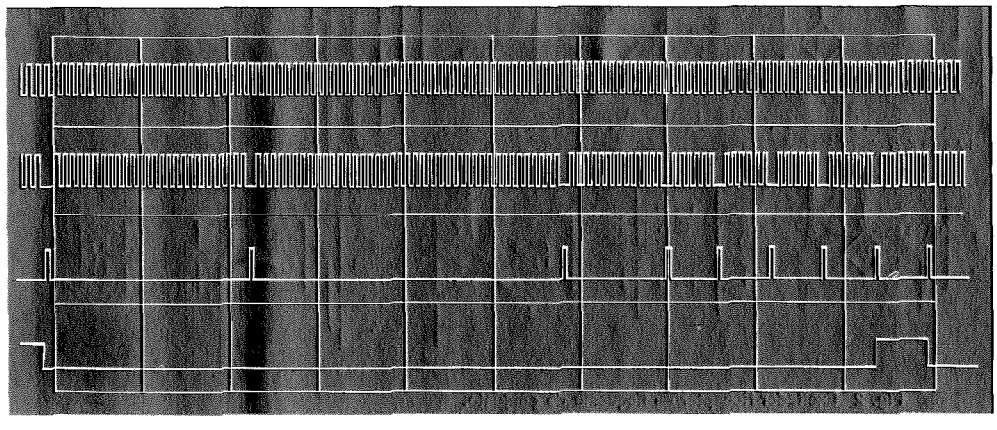


Fig. 3 Divisor de relación variable. Forma de onda para una relación de división de 118.

5. Circuitos de diseño especial

5.1 Divisor de relación variable

La división de frecuencia por un número variable A se hace contando el número de períodos en la señal de entrada por grupos de A y produciendo un impulso único al fin de cada grupo. Por esta razón la señal de entrada se transforma en señales rectangulares.

Cada borde creciente del impulso actúa un contador binario. Un sistema de coincidencia, entrega una señal de puesta a cero cuando el número de impulsos que se han contado corresponde a la información binaria aplicada al divisor por el dispositivo de selección de frecuencia. A fin de simplificar la codificación de este divisor y obtener un funcionamiento rápido, sin acumular retardos en cada circuito de lógica, el divisor incluye un contador principal, con un sistema de lectura de coincidencia y puesta a cero, y un dispositivo programador tal que la cuenta total del número A de impulsos se realiza en varias operaciones. Cada parada del programa corresponde al cómputo de las unidades, decenas, centenas, etc. . . . del número A.

La figura 3 muestra las señales:
— a la entrada del divisor (1ª. línea)
— a la entrada del contador principal (2ª. línea)
— a la entrada del programador (3ª. línea)
— a la salida del divisor (4ª. línea)
para una relación de división de 118.

5.2 Ajuste de la frecuencia propia del oscilador. (Véase la Fig. 4)

Después de la elección de una nueva frecuencia, el voltaje de salida del comparador de fase se divide en un conjunto potenciométrico que tiene una atenuación variable por pasos, de acuerdo con el estado de un contador binario.

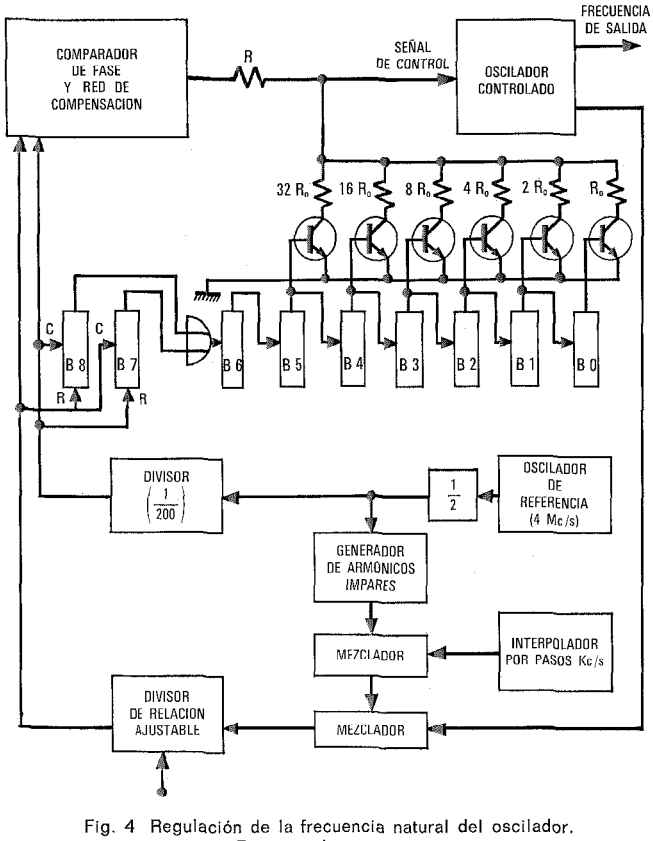


Fig. 4 Regulación de la frecuencia natural del oscilador. Esquema de principio.

Las series de impulsos que deben ser comparadas se aplican a los "flip-flops" B_7 y B_8: sobre el esquemático se ve que el "flip-flop" B_7 recibe una de las señales en su entrada simétrica y la otra en su entrada de reposición a cero. El "flip-flop" B_8 recibe las mismas señales pero invirtiendo los puntos de entrada. De esta forma, los dos estados lógicos 01 y 10 son posibles solamente si las señales están exactamente intercaladas (Fig. 5a) y un tercer estado 11 aparece cuando varios impulsos de una de las señales pueden existir entre dos impulsos de la otra (Fig. 5b), lo que equivale a decir que las frecuencias de repetición de las señales no son iguales.

La detección de esta tercera condición en una puerta "NOR", hace avanzar al contador binario hasta que la polarización obtenida en la entrada del diodo de capacidad variable del oscilador hace posible actuar el control de fase.

5.3 Sintonía automática del receptor (Véase Fig. 6)

Los circuitos de entrada del receptor se sintonizan por medio de la polarización, (entre 10 y 100 voltios), de diodos de capacidad variable que tienen altos voltajes inversos de ruptura.

Después de un cambio de selección, o del encendido, se aplica a la entrada una señal procedente del sintetizador, después de varias operaciones de mezclado.

Esta señal es de la frecuencia nominal de sintonía y está a un nivel fijo. La polarización aplicada a los diodos de capacidad variable disminuye en pasos desde 100 voltios a 10 voltios, según el estado del contador binario que controla un conversor digital-analógico. El nivel de la señal, a la salida de la línea de recepción, varía consecuentemente por pasos según la ley impuesta por la curva de selectividad. Basta con parar los impulsos a la entrada del contador binario, en el momento en que se alcance el nivel máximo, para que se registre la sintonía de los circuitos de entrada en la memoria de este contador. A fin de determinar el momento de paro con precisión, los valores determinados en las salidas del contador binario, se introducen en el conversor digital-analógico, según la siguiente ley de progresión.

2, después 1; 2; 4; 8, etc. 2^{n-2}

y la fase de la señal obtenida se compara a la salida del amplificador de BF, después de suprimir la envolvente, con la fase de la señal de mando del contador binario. Por lo tanto, la curva de selectividad es explorada, tal como muestra la Fig. 6, donde se aprecia que las señales binarias, después de la resonancia, sufren una inversión de fase.

Esta inversión de fase se detecta en los circuitos digitales que suprimen la señal a la entrada del contador.

6. Construcción y tecnología

6.1 Construcción modular (Véase la Fig. 7)

El excitador-receptor consta de 9 unidades de dimensiones distintas enchufadas en un chasis común.

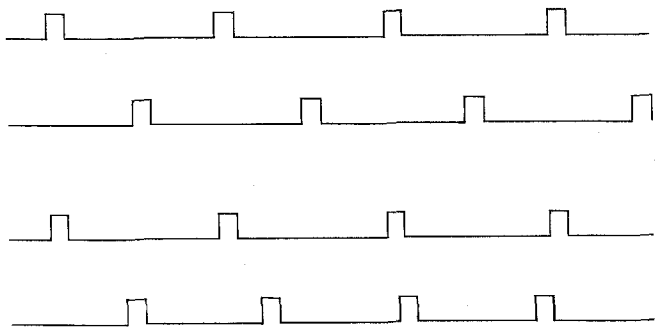


Fig. 5 Comparación de impulsos.

Cada una de las unidades se compone, a su vez, de circuitos impresos enchufables o módulos.

Esta doble facilidad proporciona dos pasos para la conservación, siendo así más sencillo identificar el componente defectuoso que deba reemplazarse.

Las unidades tienen el siguiente reparto de funciones:

— Sintetizador	(3 unidades)
— Transmisor	(1 unidad)
— Cadena de IF	(1 unidad)
— Receptor	(1 unidad)
— Unidad de alimentación	(1 unidad)
— Conmutador de banda	(1 unidad)
— Filtro de cuarzo	(1 unidad)

6.2 Descripción de los módulos (Véase la Fig. 8)

El mismo tamaño de 82 × 50 mm. se emplea tanto para circuitos integrados como para otros componentes. Unicamente el ancho que se deja libre en cada placa difiere, de acuerdo con los componentes, aunque se mantiene el que sea múltiplo de 4,5 mm. Los circuitos están impresos por ambas caras con perforaciones metalizadas para conexiones pasantes.

Para equipar estas pequeñísimas placas, se han seleccionado conectores sub-miniatura, cuyas dimensiones (clavija y zócalo), representan menos del 25 % del área superficial disponible.

Los circuitos integrados para lógica rápida (divisor de relación variable), son de tecnología ECL. Los restantes son DTL de bajo consumo con buena protección contra el ruido. Solamente se han utilizado componentes de tipo militar disponibles ya en el mercado. No han sido precisos para este propósito circuitos integrados especiales.

6.3 Posibilidad de mejoras técnicas

Los osciladores en cada sub-banda del sintetizador, podrian hacerse sobre películas delgadas con un circuito puente Wien. No obstante, la calidad de la señal no es tan buena en osciladores R-C, (lo que produce mayor desviación de fase), como en los circuitos L-C, por lo que se rechazó esta solución.

Los filtros de banda que utilizan cristales en configuración de escalera, se pueden fabricar de forma monolítica sobre un solo bloque de cristal de cuarzo, con una elección adecuada de la forma de los electrodos.

El consumo del equipo se reducirá cuando los circuitos integrados rápidos, de bajo consumo, aparezcan en el mercado.

En su actual versión el equipo tiene un horno para el cuarzo, de bajo consumo para estabilizar la frecuencia del oscilador de referencia dentro de una precisión relativa de 10^{-7}. Para ciertas exigencias se puede reemplazar este dispositivo termostático por un circuito de compensación que mantiene todavía una estabilidad de 2×10^{-7} con la ventaja de un funcionamiento instantáneo y un bajo consumo.

7. Conclusión

La cantidad de circuitos lógicos utilizados en el equipo, se deduce de la tabla siguiente que resume la lista de componentes utilizados:

	Número total
— Circuitos integrados	85
— Transistores	117
— Diodos	93
— Condensadores	489
— Inductancias	100
— Resistencias	550

La excelente confiabilidad de los circuitos integrados monolíticos, dado el importante papel que juegan en este equipo, permite adelantar que la confiabilidad del mismo, mejorará grandemente respecto al equivalente transistorizado que utilice componentes convencionales con dispositivos mecánicos de sintonía.

Por otra parte, el coste de mano de obra se reduce considerablemente, ya que no es necesario ajustar los subconjuntos equipados con circuitos integrados, durante el proceso de fabricación.

J. Lisimaque nació en París en 1921. Realizó sus estudios en la Escuela Superior de Física y Química de París y obtuvo el diploma de Ingeniero Físico en 1942.

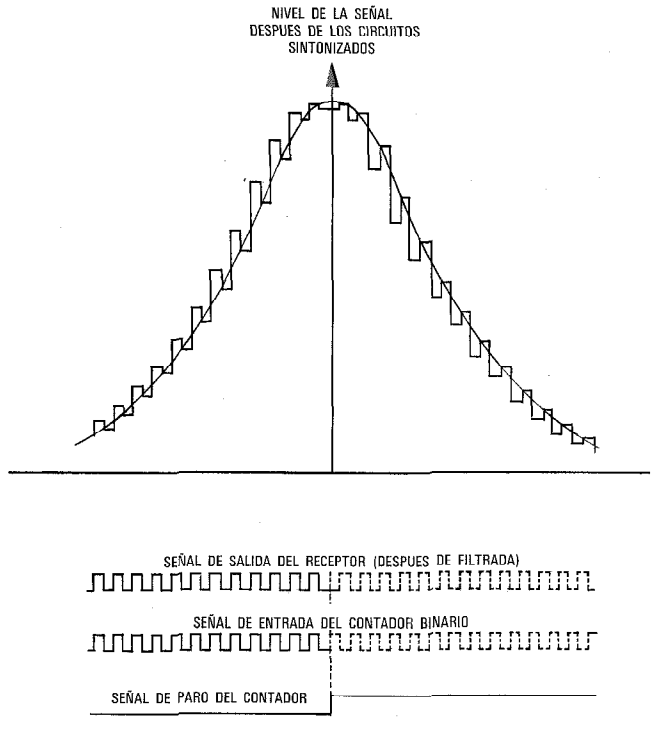


Fig. 6 Sintonía fina del receptor.

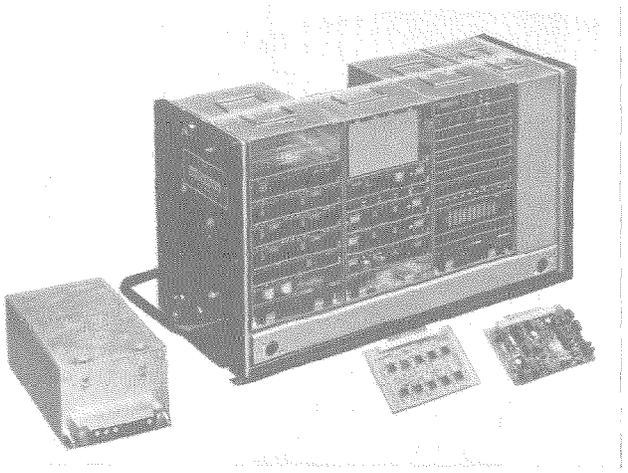


Fig. 7 Construcción modular del excitador-receptor.

De 1943 á 1945 trabajó como Ingeniero en la Compañía C. Lorenz AG de Berlin, en la División de Tubos Electrónicos. En 1945 entrò en el Departamento de Emisión del Laboratorio Central de Telecomunicación y despuès en LE MATERIEL TELEPHONIQUE, Boulogne, donde se especializó en el estudio y fabricación de emisores de potencia de banda lateral única y sus receptores asociados, para radiotelegrafía a larga distancia, utilizados por los P.T.T. y el Ejército Francés.

En 1955 comenzó el trabajo técnico sobre sintetizadores y equipos móviles de banda lateral única en la banda de HF, y ahora es Jefe de Proyectos sobre equipos portátiles y aeronáuticos en banda lateral única.

Es miembro de la "Societé Française des Electroniciens et Radio Electriciens".

J. L. Ribour nació en Laon en 1932. Cursó sus estudios en la "Ecole des Arts et Métiers" de Lille y después de París y obtuvo el diploma de Ingeniería en 1955. A continuación se especializó en la "Ecole Superiore d'Electricité", Sección de Radio y obtuvo el diploma de Ingeniero en 1958.

Hizo su servicio militar como Oficial de Radar en la Marina Francesa, entrando en 1961 en "LE MATERIEL TELEPHONIQUE", Boulogne. Participó en el desarrollo de un equipo móvil de banda lateral única en la banda de HF. Actualmente está especializado en el estudio de sintetizadores de frecuencia en las bandas HF y VHF.

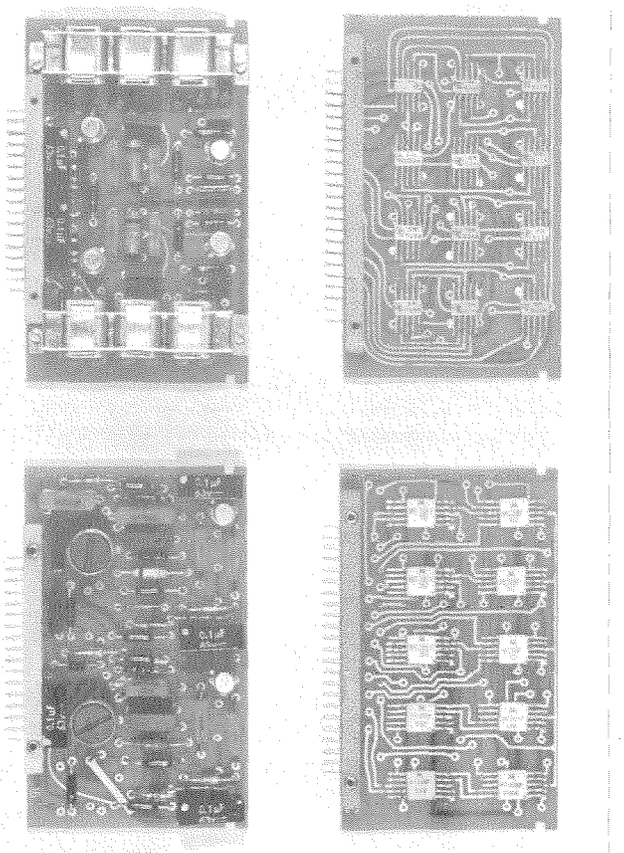


Fig. 8 Circuitos impresos.

Desarrollo de sistemas de transmisión de datos para velocidad media

E. P. G. WRIGHT
A. D. MARR
Standard Telecommunication Laboratories, Londres

1. Introducción

En este artículo, se describe en forma resumida, el programa de medidas y cómputo realizados, para servir de base, al desarrollo de un sistema de transmisión de datos con velocidad media.

Hace ocho años se inició este trabajo, entonces, se disponía de pocos datos acerca de la transmisión de información digital, excepto en lo referente a telegrafía de pequeña velocidad. No obstante, se conocía que habría necesidad de transmitir datos, a mayor velocidad y con mucha mayor exactitud. Era difícil determinar la forma en que se iban a presentar estos datos, así como los medios que podrían utilizarse en la recepción, luego el tiempo nos ha enseñado que hay muchas aplicaciones muy diferentes.

Se pensaba correctamente, que tendría mucha importancia para los errores el nivel en la estación de recepción, así como el ancho de banda del circuito y el tipo de conmutación utilizado.

2. Programa de medidas

Antes de disponer de datos estadísticos, había muchos parámetros en el diseño, entre los cuales era difícil seleccionar los que tenían mayor importancia. Se encontró posible planear un programa de pruebas con una flexibilidad razonable que permitiese una posible extensión. Como ejemplo, puede citarse que el programa se hizo para bloques de cualquier dimensión con un cierto margen de velocidad de modulación.

Se realizaron las pruebas sobre una gran variedad de circuitos, empleando modulación de frecuencia a velocidades hasta 1200 bits por segundo, posteriormente se aumentó la velocidad hasta 2000 bits/s con modulación de fase, otro programa de pruebas se basaba en 8 canales en paralelo para 75 bits/s cada uno. No era necesario hacer la elección entre las modalidades de transmisión duplex y semiduplex, pues podía emplearse el flujo de datos en serie, evitando así para las pruebas la necesidad de tener que reelegir la forma precisa de sincronización o el tamaño del bloque.

Las medidas en el campo, establecieron rápidamente, que los errores aparecían en forma accidental y pudo apreciarse, que era necesario tener series de muestras que totalizaran 5000 errores como mínimo para conseguir resultados significativos de las características del error. Esta cantidad es esencial para permitir la preparación de un análisis significativo en la distribución característica de los errores.

Se consiguió rápidamente la relación entre la proporción de errores y el nivel recibido, así como se comprobó que la cantidad de errores, no era una relación lineal de la velocidad de bits. Podía esperarse que cada error a 250 bits/s causaría dos errores a 500 bits/s y cuatro errores a 1000 bits/s. Sin embargo, se observó que los ruidos eran frecuentemente de una duración tan corta que afectaban sólo a un bit aún a velocidades mayores. Por otra parte, las interrupciones o cortocircuitos en la línea, que producían errores accidentales, daban mayor cantidad de errores cuanto mayor fuera la velocidad de modulación.

Con un nivel de recepción razonable, se consiguió unos resultados sorprendentemente buenos, y se consideró posible obtener una comparación realista de la proporción típica de errores entre los circuitos alquilados y conmutados.

3. Tamaño del bloque

Al estudiar el tamaño óptimo del bloque, se observó que había interés en pequeños bloques que contenían un carácter, bloques de tamaño intermedio de 250 bits aproximadamente para sistemas duplex, y bloques mayores para sistemas semiduplex. Estableciendo valores comparativos para los distintos parámetros, se llegó al resultado de que eran fundamentales las condiciones de longitud del mensaje y distancia en la línea. El método de presentar y posteriormente procesar los datos transmitidos, tenía también gran importancia. Se observó también ampliamente que la provisión de bits de comprobación por carácter no daba el mismo grado de protección, para transmisión en línea que para su utilización terminal. La inclusión de un bit de paridad por carácter dejaba sin detectar un 20 % de errores. Todavía era escasa protección agregar dos bits de paridad por carácter y con una comprobación por filas y columnas, mejoraba la protección. Se encontró que en muchas pruebas la protección para grandes bloques era paradojicamente mejor que con bloques pequeños, a pesar de que el porcentaje de redundancia era menor. El aumento del tamaño del bloque para favorecer la comprobación, aumentaba el coste del equipo terminal sin mejorar la eficacia de la utilización de la línea.

Pudo observarse oportunamente que el proceso de comprobación por medio de un código cíclico, tenía la doble ventaja de necesitar mucha menos redundancia, siendo capaz de proporcionar el grado de protección deseado, de acuerdo con la cantidad de bits que se incluyeran para comprobación. Resulta apropiado el código cíclico para bloques de 100 o más bits, pero inadecuado para un carácter, o bloques menores de 10 bits. También se pudo comprobar que los bloques de 250 bits no son apropiados para mensajes muy cortos. Por tanto, se encontró recomendable, que los bloques deberían ser pequeños para mensajes cortos y mayores para los largos. Si en el tráfico diario hubiera gran cantidad de mensajes cortos, podría obtenerse una mejor eficacia que con bloques pequeños, acoplando varios mensajes cortos para formar uno más largo utilizando bloques mayores.

El tiempo máximo de propagación en el circuito, decide en gran parte el tamaño del bloque para operación duplex, pues determina el intervalo de tiempo que tiene que transcurrir para que la estación transmisora conozca que un bloque debe ser retransmitido. Un bloque de 240 bits daría un compromiso razonable para las conexiones normales de una red nacional típica, permitiendo que la velocidad efectiva de la información no sea inferior al 90 % de la velocidad de modulación.

En las aplicaciones intercontinentales, donde puede haber tiempos de propagación del orden de 1½ segundos, el tamaño más conveniente del bloque sería 480 bits. Estas conexiones de larga distancia serán muy costosas, haciendo necesario para la corrección de errores un ciclo de repetición más largo, debido a la mayor longitud del bloque. Con las conexiones de larga distancia conmutada, la proporción de errores en el bloque será mayor que con las alquiladas, los mensajes tendrán tendencia a ser más cortos, pero el mayor tiempo de propagación exige bloques más largos.

En las redes nacionales puede aplicarse la misma característica, pero la indeterminación del tiempo de propagación, en la ruta que puede ser seleccionada, hace esencial procurar un margen de tiempo razonable, que será una solución de compromiso entre todas las conexiones posibles. También existe la probabilidad de que en muchas conexiones conmutadas, se compruebe por la palabra la calidad del circuito, antes de iniciar la transmisión de datos. Si la conexión tiene muchos ruidos, debe cambiarse antes de empezar la transmisión de datos.

Cuando se utiliza el funcionamiento semiduplex, la velocidad de transferencia más eficaz se consigue con bloques de 1000 o más bits, pero por otra parte, para reducir el coste del equipo de memorias, conviene emplear bloques más reducidos, aún admitiendo una utilización menos eficaz de la línea. La operación semiduplex, tiene la ventaja fundamental de que con ella puede aceptarse la presencia de supresores de eco, aunque sea con alguna penalidad. Se ha recomendado recientemente, que los circuitos con supresores de eco se incapaciten para transmisión de datos, no presentando dificultad para funcionamiento semiduplex la señalización simultánea en ambas direcciones.

4. Control y corrección de errores

Varias materias están relacionadas con el control de errores. La corrección por retransmisión es aconsejable cuando lo permiten las circunstancias, presentando una menor posibilidad de demora ocasional pero exigiendo un canal en sentido inverso para la supervisión.

La menor eficacia de bits de comprobación por carácter puede compensarse agregando un detector de calidad de la señal que tiene una gran probabilidad de indicar errores múltiples que no hubieran sido detectados por una simple comprobación de paridad. El detector de calidad de la señal podría pedir repeticiones innecesariamente, cuando la señal aunque no fuera incorrecta se hubiera alterado, pero ésto realmente no es un grave inconveniente para mensajes cortos, así como tampoco el aumento en el porcentaje de retransmisión.

El usuario, tanto en el caso de las aplicaciones sobre circuitos alquilados como conmutados, mirará favorablemente la disposición que proporcione la más rápida y segura transferencia de datos. En el caso de conexiones alquiladas, ésto es importante porque tiene que retenerse el computador hasta que reciba toda la información. Parte del tiempo total, se utiliza conjuntamente para transmisión de datos y la operación posterior del computador, por tanto, si se pierde tiempo en la transmisión, deberá recuperarse por una operación más rápida en el computador. Cuando se utilizan conexiones conmutadas, debe suponerse que el tráfico de datos diario es insuficiente para alquilar un circuito; el usuario está entonces interesado en reducir el cargo por la conexión conmutada, con una transferencia más rápida y exacta de la información.

Una tercera aplicación es el empleo de técnica de transmisión de datos para señalización entre centrales telefónicas ó telegráficas de conmutación. Deberá entonces, recomendarse un procedimiento que dependerá del tiempo de propagación en los circuitos y de la velocidad de bits que se utilice. Los futuros sistemas de transmisión digital de la palabra, serán capaces normalmente de asignar para señalización una circulación de bits a 8 Kc/s. y como el tiempo de propagación en el circuito es menor que 10 milisegundos, será posible repetir cada señal varias veces o emplear un proceso de transmisión inversa para comprobación. En el caso de circuitos más largos, como los que empleen la transmisión por satélites, el tiempo de propagación será seguramente mucho mayor. El elevado coste de un circuito, sólo para señalización, no hace recomendable el aumento de la carga del tráfico con la transmisión repetida de las señales. El XI grupo del C.C.I.T.T. está estudiando la posibilidad de aplicar bits de comprobación, generados de acuerdo con un código cíclico.

Se ha estudiado ampliamente el asunto de detección y corrección de errores con respecto a los códigos cíclicos sofisticados que proporcionan muy buena protección, pero que necesitan una adición notable de bits de comprobación durante la transmisión. Un bloque de datos de 240 bits puede protegerse en un código cíclico por 12 bits de comprobación, mientras que el método de filas y columnas requiere multiplicar por cuatro los bits de comprobación y la disposición carácter por carácter necesita multiplicar por seis la redundancia.

En la cantidad de errores medidos durante las pruebas en el campo, se ha fundamentado la investigación sobre la seguridad de los códigos cíclicos. Determinando la separación en la distribución de los errores, se ha hecho posible la generación de un flujo de datos, de números al azar, en el que se incluye errores cuya separación corresponde aproximadamente con las medidas obtenidas. Se ha efectuado un programa completo de medición que facilite en poco tiempo, en local, el equivalente a 12 meses de pruebas en el campo. Debido a que la causa de las faltas no se presenta con frecuencia, la comparación del programa de los diferentes códigos cíclicos de detección de errores requiere largo tiempo de pruebas.

En la Fig. 1 se representa la proporción típica de errores de bloques para conexiones conmutadas y alquiladas.

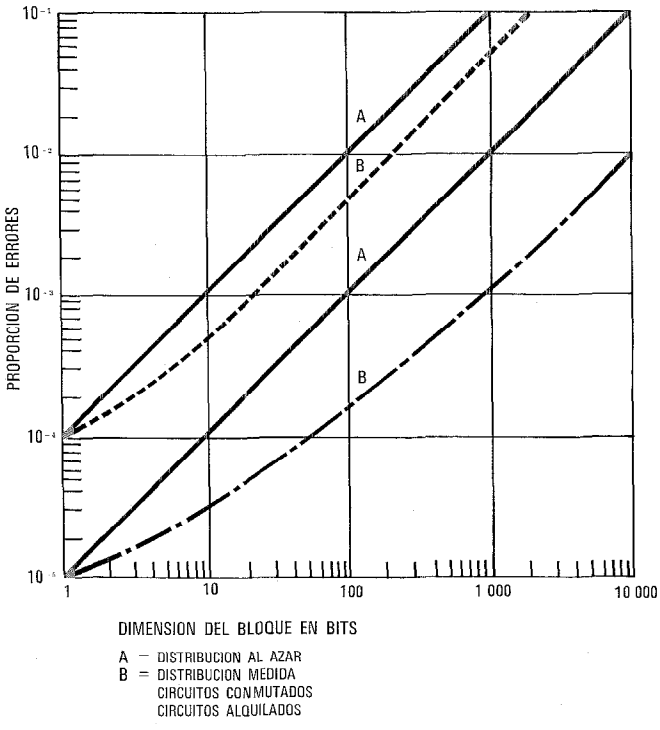


Fig. 1 Proporción de errores por bloque.

La proporción de errores básicos varía con cada circuito y corrientemente durante las 24 horas, pero los valores que se representan, son típicos para gran número de conexiones. En la Fig. 2 se muestra la reducción en la cantidad de errores no detectados empleando los códigos de detección cíclica con distintas cantidades de elementos. Puede observarse que la reducción es mayor en el caso de conexiones conmutadas. En la Fig. 1 puede observarse que el servicio será normalmente mejor en las conexiones alquiladas, debido a una proporción más reducida de errores.

Para el usuario es muy importante conocer que dispone de un servicio de confianza en condiciones normales, pero también saber, que entonces el servicio está protegido adecuadamente. Algunas veces ocurrirá, que la conexión se interrumpe durante la transmisión de datos. El usuario no espera tener que vigilar el progreso de la transmisión, sino que desea ser advertido de que ocurre una retención. Cuando la interrupción es sólo de pocos minutos de duración, es muy conveniente que la retransmisión arranque automaticamente sin introducir demora, evitando el peligro de producirse errores con la intervención humana. El equipo terminal debe estar diseñado de modo que recupere la sincronización en el caso de haberse perdido. Es necesario que los bloques de datos no se dupliquen ni se omitan, a consecuencia de una interrupción larga al restablecerse la conexión. La utilización de una numeración secuencial, para la sucesión de los bloques asegura la aceptación de los mismos en el orden adecuado, ayudando para el rechazo de los bloques con error en circunstancias de aparición de ruidos.

Para disminuir la posibilidad de aceptación de un bloque con errores, se introduce otra seguridad, con la modalidad "seguridad de fallo" que ocasiona repetición del ciclo incluso en el canal inverso. Por ejemplo, cuando se abra el circuito debido a alguna interrupción, y la recepción está mutilada, se rechazan todos los bloques incorrectos a consecuencia de la falta de recepción de la señal inversa de supervisión.

En el caso de interrupciones más largas, el procedimiento será normalmente establecer una nueva conexión y repetir la transmisión. En algunos casos en la transmisión de datos se producirán con frecuencia demoras por las interferencias de línea; la solución más rápida si la conexión es conmutada, es buscar otro circuito. Cuando una conexión ofrece muchos ruidos para la transmisión de datos, se reconocerá facilmente a causa de los ruidos que se observan en conexión telefónica normal y entonces debe rechazarse y establecerse nuevamente.

5. Velocidad de transmisión

Al hacerse el estudio para el diseño del receptor de datos, se ha reconocido que podían mejorarse mucho los márgenes de operación, eliminando las amplias variaciones en la característica de la señal recibida. El estudio de la igualación automática de la conexión, para disminuir la distorsión de demoras, ha constituído un trabajo muy interesante. Tanto se ha mejorado por este proceso la señal recibida, que se están realizando investigaciones para aumentar la velocidad de transferencia de la información, empleando señales con niveles múltiples. Con la técnica de niveles múltiples, cada impulso podría contener 4, 8 ó 16 bits de información, aumentando así la velocidad de transmisión de datos. Se ha comprobado que la corrección de errores debe realizarse por retransmisión.

Agradecimiento

Mientras se ha realizado el diseño, se recibió una ayuda muy valiosa de varios organismos, en particular de los ingenieros del British Post Office y de otras Administraciones. Se han realizado muchas pruebas sobre líneas internacionales, y para todas las conexiones de prueba hubo necesidad de preparar un procedimiento sencillo y corto para la preparación de series de medidas.

6. Conclusión

La experiencia obtenida de la operación, ha indicado que es muy conveniente para la mayoría de los usuarios, la transmisión de datos en bloques con corrección de errores por medio de retransmisión, para una carga comprendida entre 1 á 50 millones de caracteres por día. La detección de errores, basada en un código cíclico de 12 bits, con 4 bits para el número de secuencia del bloque, da un servicio de tanta garantía que el usuario no conocerá los errores que se producen en la transmisión pues se corrigen automaticamente. Mayor cantidad de bits de comprobación aumentaría la seguridad, pero como la calidad del servicio es tan buena, no estaría justificado el aumento de coste resultante ni la reducción en la velocidad de transferencia de datos.

Alguna demora se produce indudablemente con la corrección por retransmisión; si no puede aceptarse la

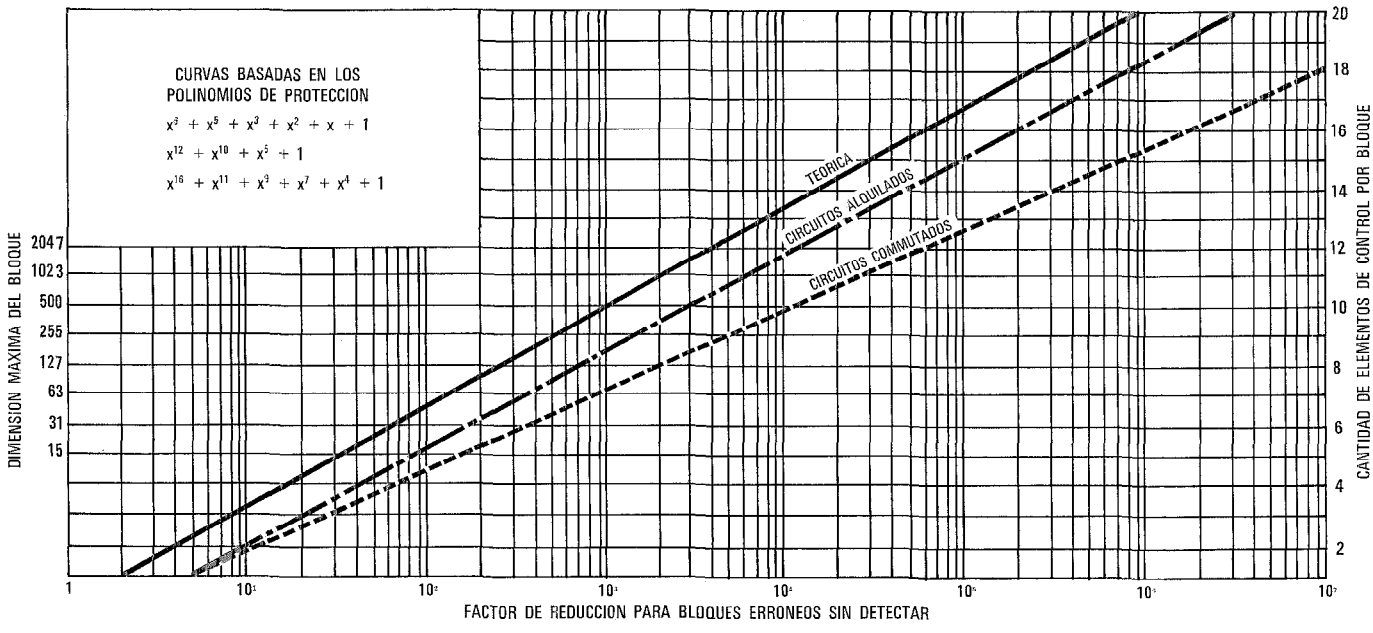


Fig. 2 Factor de mejora de códigos cíclicos.

posibilidad de esta demora, es preciso transmitir una redundancia suficiente que permita la corrección automática, este proceso sólo permitiría cierta cantidad de distorsión del mensaje. El aumento necesario de la redundancia ocasiona una mayor velocidad de transmisión y un equipo terminal más costoso. El aumento de la velocidad de transmisión, empleando mayor ancho de banda, que el que se obtiene de un circuito normal de audio, no es conveniente para transmisión del bloque, a causa del escaso tiempo de propagación en el circuito, que podría admitirse para un bloque que se transmite en pocos milisegundos.

El usuario que tiene que transmitir menos de un millón de caracteres diariamente, está menos interesado en la reducción de la velocidad de la información, porque a causa de ser los mensajes cortos, tiene más importancia el tiempo necesario para establecer la conexión de datos. La realización del sincronismo del bloque o del carácter, dependerá del tiempo de propagación en el circuito, pero con un carácter o bloque pequeño se establecerá más rápidamente. Para una modalidad de transmisión de datos de carácter por carácter, se necesita un detector de calidad de señal que envie al transmisor la comprobación de paridad del carácter. Este detector rechazará inevitablemente algunos caracteres buenos a causa del anormal nivel de la señal. Para mensajes cortos puede aceptarse esta transmisión extra.

También se ha estudiado, para los usuarios con poco tráfico, la introducción de una señal de fin de bloque. Esta señal permite que el mensaje termine antes que el bloque, y permite que mensajes de mayor longitud se dividan en bloques de longitud fija. Los dispositivos de guarda para protección contra la imitación o distorsión de esta señal, son más complicados que el proceso de bloques de longitud uniforme.

Referencias

[1] V. J. Terry and E. P. G. Wright: The Sources and Correction of Errors in Data Transmission, The International Congress on Automation, Madrid, 1958.
[2] E. P. G. Wright and A. W. Marr: Error Distribution Statistics resulting. from Tests in Progress on Switched Telephone Connections used for Medium-Speed Data Transmission, STL Technical Report 112, Marzo 1960.
[3] E. P. G. Wright: The Cause, Prevention and Correction of Errors Recorded during Data Transmission Tests, VII Electronic Annual Congress, Roma juin 1960.
[4] T. A. Maguire and E. P. G. Wright: The Examination of Error Distributions for the Evaluation of Error-Detection and Error-Correction Procedures, the International Symposium on Data Transmission, Delft, Septiembre 1960.
[5] E. P. G. Wright: Error Rates and Error Distribution on Data Transmitted over Switched Telephone Connections", the International Symposium on Data Transmission, Delft, Septiembre 1960.
[6] W. T. Jones: Transmission of Data over Telephone-Type Circuits, Electrical Communication, volume 37, numéro 2, 1961.
[7] W. W. Peterson and D. T. Brown: Cyclic Codes for Error Detection, Proceedings IRE, volume 49, numéro 1, Enero 1961, p. 228.
[8] E. P. G. Wright: Data Collection and Transmission", The Computer Journal, volume 4, 1961, p. 103.
[9] R. Grimmond: The Transmission of Medium Speed Data directly into a Zebra Computer, STL Technical Memorandum 357, Diciembre 1961.
[10] R. Grimmond: An Analysis of Real and Simulated Statistics for System Design Purposes, lecture to the British Computer Society, Febrero 1962.
[11] E. P. G. Wright: A Survey of Several Aspects of Data Communication, The International Federation of Information Processing Societies' Congress, Munich, Agosto 1962.
[12] Data Transmission Via Telstar, STL Technical Memorandum N° 593, Octubre 1962.
[13] T. A. Maguire: Summary of Error Rate and Distribution Testing on Switched and Leased Connexions, STL Technical Document 25, Noviembre 1962.
[14] R. Grimmond and A. D. Marr: Results of Cyclic Code Assessment Tests, STL Laboratory Memorandum R 60/1124, Julio 1963.
[15] E. P. G., Wright: The Transmission of Data over Independant Links and over Switched Networks, Institution of Engineers (Australia) Sydney, Octubre 1963.
[16] R. Grimmond: Data Transmission Errors and Redundancy Coding Simulated by Computer, Society of Instrument Technology Symposium, Febrero 1964.
[17] A. D. Marr: Error Rate Measurements for Parallel Data Transmission over Telephone Connections, STL Technical Memorandum 484, Octubre 1965.
[18] CCITT Com. Sp. A N° 50 (Chile Tel. Co.) Parallel Measurements and Error Corrections, Bruselas, 1965.
[19] R. Grimmond: Results of Cyclic Code Assessment Trials, STL Laboratory Memorandum, 1965.
[20] J. T. L. Sharpe: Error Rate Tests on the Bell 4-Phase Modems, STL Technical Memorandum 483, Mayo 1965.
[21] T. A. Maguire and E. P. G. Wright: The Use of Different Error Detection and Error-Correction Procedures, IEE Colloquia, Londres, Octubre 1965.

E. P. G. Wright: Desde su formación ha trabajado en S.T.C. en el desarrollo de sistemas de conmutación y posteriormente pasó a S.T.L. dirigiendo el desarrollo de varios sistemas de proceso y transmisión de datos; entre éstos, el estudio de un programa muy amplio de medida y análisis de errores durante la transmisión sobre una serie de conexiones alquiladas y conmutadas. Después de ésto, la programación de un computador para simular la ocurrencia de errores permitiendo una gran eficacia para la comparación de diferentes códigos de detección de errores. El C.C.I.T.T. ha utilizado los resultados de sus investigaciones para varias aplicaciones, como el Sistema de Señalización No. 6.

Alan D. Marr: Nació en 1931, New Southgate, Londres, y se graduó en 1954 con el grado de B. Sc. en London University. En 1951 se incorporó a S.T.L. donde se encargó de trabajos relacionados con sistemas de conmutación y transmisión de datos. Ha realizado estudios sobre distintas formas de codificación en relación con el control de errores y es autor de 4 patentes.

Sistemas GH-205 y GH 206 para transmisión de datos con velocidad media

C. E. BLOCH
Standard Telephones and Cables Limited, Londres

1. Introducción

El trabajo de Wright y Marr muestra la posibilidad y conveniencia de una codificación cíclica para detección de errores en sistemas de transmisión de datos para velocidad media. La realización física de estas ideas en sistemas comercialmente factibles, condujo al desarrollo de los equipos GH-205 y GH-206.

La técnica de detección de errores se había establecido anteriormente, pero quedaban sin resolver los métodos para control del error resultante. Se tomaron algunas decisiones fundamentales al establecerse los parámetros de los sistemas que iban a desarrollarse. Se eligió cinta de papel como medio para generación y recepción de datos. Se escogió un tamaño de bloque de 256 bits de los cuales 240 contenían la información, 12 bits la redundancia de protección y 4 bits para servicio. El polinomio escogido para protección es de la forma $x^{12}+x^7+x^2+1$ con el que se podía predecir un coeficiente medio de mejora de 15.000. El equipo produce un canal con código "límpio", es decir, en el que todos los errores de transmisión se suprimen, con una independencia total de la codificación de entrada.

2. El sistema GH-205

El diagrama de bloques mostrado en la Fig. 1, dá la organización de los terminales de transmisión y recepción del GH-205.

2.1 Equipo terminal de emisión

El sistema consta de un *generador de datos* en el terminal transmisor, que puede ser cinta de papel perforada, tarjetas perforadas o un computador, dirigido por un *control del generador de datos*. Los datos se convierten en forma de serie por el *convertidor paralelo a serie* y se almacenan en *memoria* de ferrita. Esta memoria recibe las órdenes y es controlada por la unidad de *control y dirección de memoria*.

El cómputo de tiempo para el bloque lo dá la unidad de *control de bloque* que define los tres períodos que comprende un bloque de transmisión, número secuencial del bloque (4 bits), tiempo para información (240 bits) y redundancia (12 bits). También acepta un impulso adicional desde el contador de dirección que está incluído en el control y dirección de memoria y que define el final del tiempo de información.

Los bloques van numerados sucesivamente y la información codificada del número secuencial del bloque se produce en el *generador de número secuencial* y se introduce al iniciarse cada bloque; además de la función de control de la secuencia, realiza la misión de dar la dirección de la memoria y sección de la misma desde donde tendrá que obtenerse el siguiente bloque de información.

La parte esencial del equipo, que sirve para tomar la decisión, está en el *control de transmisión*. Este acepta las señales desde el modem, por el canal de supervisión, tomando la decisión del cambio que debe hacerse en los números de secuencia, así como el momento en que la información se transmitirá o no. *El generador de redundancia* suministra el código de 12 bits para protección, que se agrega al fin de cada bloque. También genera la pauta que se utiliza para obtener el sincronismo del bloque, entre los terminales transmisor y receptor. El panel de *control manual* tiene las lámparas de alarma y llaves necesarias para los operadores.

2.2 Equipo terminal de recepción

El terminal de recepción comprende, un *receptor de datos*, que puede ser un perforador de cinta, perforador de tarjetas, impresor de alta velocidad ó computador, que opera bajo las órdenes del *control del receptor de datos*. Un *convertidor serie paralelo* transforma el flujo de bits en serie recibido desde la memoria en la modalidad en paralelo para la salida de datos. La *memoria* opera bajo las instrucciones de la *dirección y control de memoria*.

La información que se ha recibido desde el *modem receptor* se examina, ajustándose la velocidad relativa de los relojes de los terminales de transmisión y recepción por medio del *sincronizador de bits*. Se adelanta o atrasa el *reloj de recepción* para asegurarse de que todos los bits entrantes se examinan en su punto central. Por medio del control de bloque se consigue el sincronismo, además como en el terminal de transmisión, se realiza la función de definir los períodos básicos dentro del bloque codificando la duración y operación de la señal. El número secuencial se comprueba por medio de un *comprobador de número secuencial* comparándolo con el que se esperaba y un *comprobador de redundancia* determina si han alterado los datos en la transmisión. Una unidad de *control de transmisión* recibe y analiza la información de las dos últimas unidades, determinando si la señal debe enviarse al terminal de transmisión, sobre el canal de supervisión, así como la acción que debe tomarse en el terminal receptor, previamente al cambio que debe hacerse en la sucesión de datos. Las señales que se reciben desde las unidades de *controles manuales* y las alarmas que funcionan en el panel de mando se producen por medio de la actuación del control de transmisión.

2.3 Funcionamiento

Cuando hace falta iniciar manualmente una transmisión, los operadores se ponen al habla entre los terminales de transmisión y de recepción. Una vez que se han preparado, el equipo periférico o el computador para la modalidad de transmisión de datos, los operadores actuan la llave para pasar de voz a datos, enviando así al modem las señales correspondientes a "petición de envío". Los modems responden con la señal "dispuestos para transmisión" y al mismo tiempo envian tonos a la línea. Después de haberse recibido en el terminal trans-

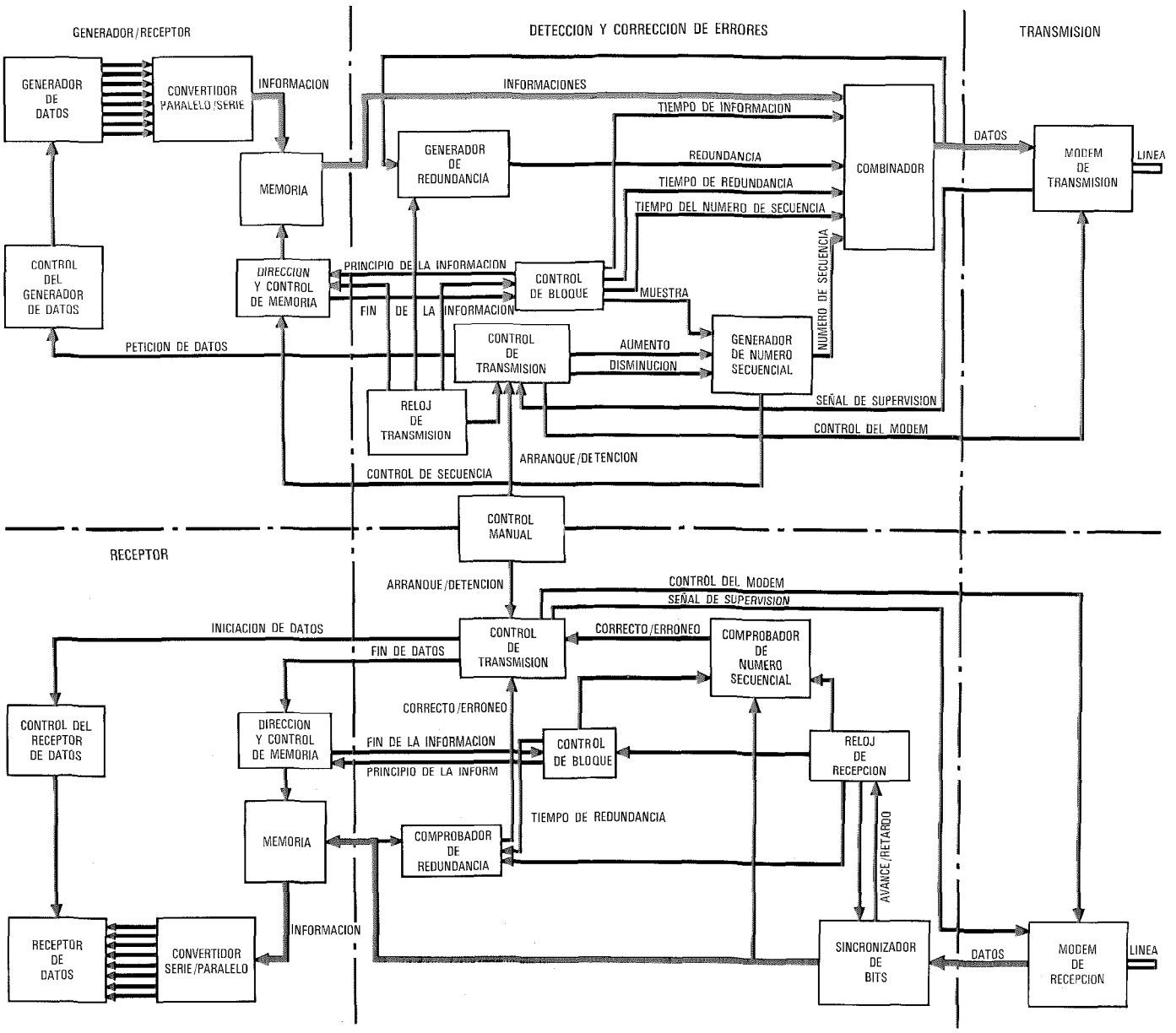


Fig. 1 Diagrama funcional del equipo GH-205.

misor la señal de supervisión, si está en la posición de "datos" iniciará la transmisión de bloques de sincronización. Estos bloques están formados por 244 bits de inversiones alternadas de 1 y 0, seguidas por once unos y un cero en el último bit. Las inversiones que entran en el terminal de recepción se utilizan para asegurarse de la obtención del sincronismo, adelantando o retrasando la posición de la onda de cómputo del tiempo hasta que cada bit esté centrado. Además de ésto, el control de bloque en el terminal receptor, examina los 11 unos y el cero del mensaje, para determinar el elemento correcto para sincronización del bloque. Al seguirse el sincronismo del bloque, se suprime en el canal de supervisión la señal (RQ) que sirve para solicitar una repetición y comienza la transmisión de la información al bloque siguiente.

En las memorias de ferrita se lee con alta velocidad la información en conjuntos de 240 bits, luego se transmite acompañada por números secuenciales prefijados, seguida al terminar la información por una redundancia. Esta permite determinar los errores debidos a la transmisión en el terminal de recepción. Para obtener la seguridad de que se ha producido el bloque correcto de sincronismo, el generador de redundancia está precedido en cada bloque por una pauta de arranque con 244 bits con unos y ceros alternados, la redundancia comprenderá la muestra de 11 "unos" y un "cero".

Cuando se detecte un bloque con error en el control de transmisión del receptor, éste, enviará un RQ (petición de retransmisión) enviando el binario "1" por el canal de supervisión durante la cuarta parte del siguiente bloque. Al recibirse en el terminal de transmisión la señal RQ, durante el bloque siguiente al que tiene el error se detendrá la transmisión de la información en la mitad del bloque y se enviarán inversiones 1:1 durante el resto. El bloque siguiente será un bloque de sincronismo,

a continuación se repetirá la información errónea, con el mismo número secuencial que el transmitido anteriormente.

Cuando llega un bloque con errores, el receptor ignorará completamente el siguiente bloque, comprobando el bloque de sincronismo, sí está correcto, procederá a aceptar la repetición del bloque erróneo. La información recibida se almacenará, pero solamente se le dará salida a la recepción de datos cuando se haya efectuado la comprobación. Por otra parte, sí el receptor detecta la existencia de un error en el bloque de sincronización, antes de continuar aceptando información procederá al establecimiento del sincronismo. Sí se coloca en la línea un RQ continuo, se informa al terminal transmisor de que debe enviar más bloques de sincronización hasta que estén en fase ambos terminales, cuando hay errores de paridad se producen alarmas en el terminal de transmisión, también sí después de ocho intentos sucesivos para transmitir un bloque de datos, se ha fracasado debido a ruidos en la línea, se establece una alarma de retransmisión que informa a los operadores para pasar a la posición de "conversación".

También se dispone de facilidades para contestación automática desde el terminal transmisor o receptor a un punto atendido distante.

La Fig. 2 muestra un equipo terminal doble, equipado con lector de cinta Facit, perforador de cinta y equipo de lógica para funcionar con un computador Honeywell tipo H-220.

3. El sistema GH-206

Examinando el diagrama de circuitos del terminal doble GH-205 puede observarse que parte del equipo está repetido en los terminales transmisor y receptor, lo que sugiere, poder simplificar efectivamente un terminal para las dos direcciones con algunos equipos comunes utilizándolos para transmisor y receptor.

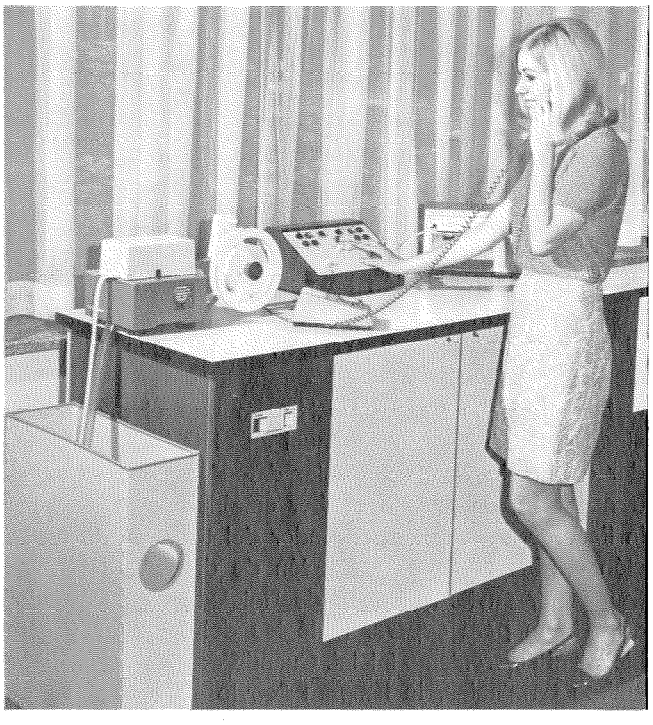


Fig. 2 Equipo GH-205 con periféricos FACIT para funcionamiento con 125 caracteres/segundo.

En el sistema GH-206 se elimina justamente esta duplicación para la transmisión de datos en ambos sentidos, introduciendo algunos cambios para reducir la complicación del sistema, sin perder nada, respecto a la seguridad en la protección contra los errores y la sofistificación. El diagrama de bloques del GH-206 se muestra en la Fig. 3.

Una unidad combinada de entrada y salida proporciona la conexión del generador y del receptor de datos con una unidad combinada de detección y corrección de errores para transmisión y recepción. Así se ha llegado, a una unidad común para detección y corrección de errores (EDC), basada en un concepto modular, diseñada para utilizarse con un margen muy amplio de equipos periféricos, como por ejemplo los necesarios para fines muy especiales en ingeniería en los cuales la adaptación de los equipos periféricos al EDC, serían confiados a la unidad de entrada/salida. Además, puede obtener una gran ventaja por el empleo de generador de datos, con memoria incorporada, pudiendo utilizarse para ser empleados con lectores de cinta de papel o registradores de cinta bidireccionales.

En el GH-206 se ha alterado la disposición del mensaje, transmitiendo 3 bits para número de secuencia del bloque, seguido por 240 bits de información y un bit de decisión en la posición 244 del bloque, diseñado como bit de anulación; y además por 12 bits de redundancia. También se ha utilizado un procedimiento de sincronización más completo, en el cual se definen tres formas de sincronismo, que son:

a) Iniciación del bloque de mensaje.

b) Bloque de sincronismo.

c) Fin del bloque de mensaje.

Los tres bloques tienen idéntico contenido de información, pero varían en sus números secuenciales. El contenido de la información comprende una combinación de inversiones 1:1 y para el período de los 30 elementos finales de información del bloque 2:2. El sistema es idéntico al GH-205 respecto a los métodos de retransmisión del ciclo y señalización en línea.

El diagrama de la Fig. 3 muestra el esquema de bloques del sistema GH-206 para transmisión de datos con velocidad media para ambos sentidos. La información producida en el *generador de datos* se dispone para modalidad en serie en el *registrador de entrada/salida.* Sí el generador de datos dispone de la facilidad de retroceso no hace falta almacenaje adicional para la transmisión, pero sí no, se envía la información a la *memoria* a través del puente *a.* A causa de las instrucciones de la unidad de dirección y *control de memoria* o del *control de datos* la información se pasa a la sección de detección y corrección de errores durante el tiempo reservado para ella, y se envía a línea transmitida por el *combinador,* a través del *modem.* El número secuencial del bloque se produce en el *generador de número secuencial* durante el tiempo que dura la memoria, y ha sido definido por el *control de bloque* y el *generador de redundancia;*

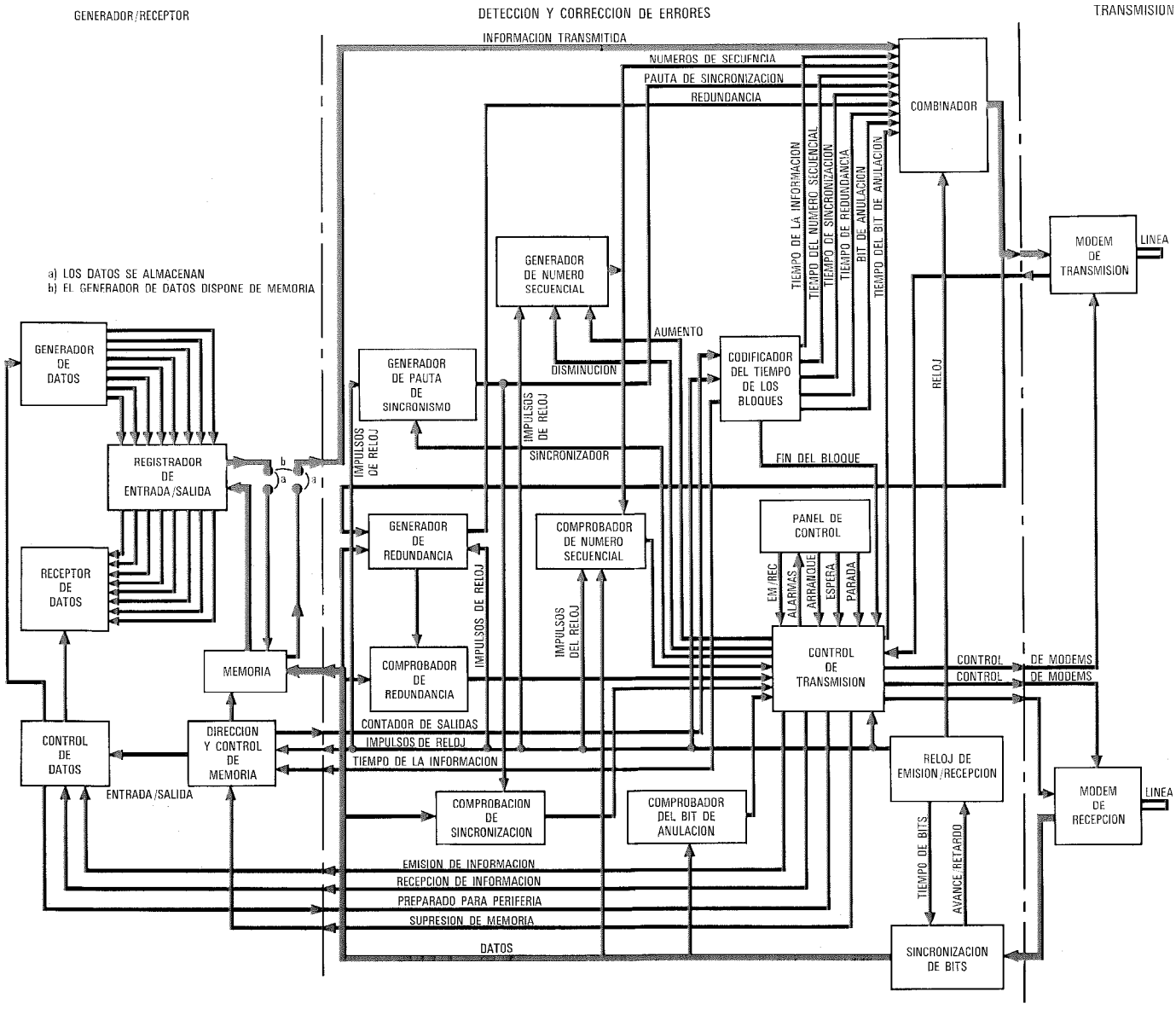


Fig. 3 Diagrama funcional del equipo GH-206.

mediante el examen de la salida del combinador se origina la pauta de protección adecuada para el bloque. La dirección total del sistema se realiza en el *control de transmisión* que interpreta las señales recibidas desde el *panel de control* y del canal de supervisión. Los distintos bloques de sincronización se producen por el *generador de pauta del sincronismo* y el bit de anulación se intercala por el control de transmisión.

Cuando opera como receptor, los datos entrantes, se regeneran en la lógica de *sincronización de bits,* colocándose en el centro del elemento por medio del *reloj de recepción.* El número de secuencia del bloque, se comprueba con el que se esperaba, en el *comprobador* de *número secuencial,* mientras el generador de redundancia, elige la pauta de comprobación apropiada a la señal recibida, por comparación con la redundancia que llega al *comprobador de redundancia.* El *comprobador de bit de anulación* determina la situación del bit de anulación e instruye al *director y control de memoria* (a través del control de transmisión) cuando se efectúa la salida al registrador de entrada/salida y de aquí al receptor bajo la acción del *control de datos.* La salida del generador de pauta de sincronización se comprueba con la muestra recibida en la lógica de *comprobación de sincronización* al mismo tiempo que se reciben los bloques de sincronismo.

Los sistemas se diferencian, en que el proceso de sincronización inicial es manual en el GH-206. El operador oprime la llave de "iniciar datos" en el terminal de transmisión, después de haber establecido previamente la llamada, mientras el operador del terminal de recepción oprime la llave "recepción de datos". El terminal transmisor enviará bloques de "iniciación de mensaje", que sirven para separar la lógica del receptor y establecer el sincronismo inicial. Cuando están sincronizados ambos terminales, la lámpara "envio de datos" se enciende con destellos y cuando se pulsa la llave, se inicia la transmisión.

El bit de anulación, tiene por objeto, dar una advertencia al terminal receptor de cualquier equivocación del extremo transmisor. De este modo se ignora el contenido de la información del bloque siguiente. Se utiliza para advertir al receptor de cualquier señal RQ que se haya recibido, ayudando a distinguir entre peticiones de repetición, verdaderas o falsas, pudiendo también avisar de una paridad transmitida incorrectamente, como resultado de errores periféricos.

Si el registrador de entrada/salida se utiliza para enviar la información directamente desde el generador al receptor de datos, el equipo puede operar para obtener copias. Esto contrasta con el GH-205, que sólo puede obtener esta facilidad ponteando los hilos de entrada y salida, pero también puede utilizarse para comprobar un terminal doble. Un terminal doble GH-206 puede verse en la fotografia de la Fig. 4 con un teletipo BRPE 110, perforador de cinta y un lector de cinta Tally con posibilidad de retroceso. Todo el equipo está incluído en un pupitre de la altura de una mesa de oficina utilizando circuitos impresos con la práctica de equipos de I. T. T.

4. Conclusión

Hasta la fecha se ha experimentado en circuitos conmutados en Gran Bretaña y en circuitos transatlánticos, se ha podido comprobar, que el factor de mejora de errores teórico era pesimista, debido a las salvaguardas incorporadas al sistema. Como los equipos periféricos utilizados no darán una ejecución que sea mejor que la proporción de errores residuales del equipo, en estudio cuantitativo del mismo resulta poco realista. El factor de mejora que se obtiene está ciertamente por encima de 15.000. Las estadísticas recogidas de 80 sistemas en uso normal han mostrado una realización con una proporción de errores de 1 en 40 millones.

Las observaciones se tomaron entre Agosto de 1966 a Marzo de 1967, aunque la experiencia actual de trabajo se extiende a 4 años con 28 sistemas.

Los equipos normales podrán usarse sobre circuitos con una demora no mayor que 200 milisegundos a la velocidad de 1.200 baudios. Sin embargo se han modificado aumentando el tamaño de las memorias y sobre sistemas satélites sincronizados, dando el mismo alto grado standard del sistema. Cuando se emplean con supresores de eco del tipo de incapacitación, permiten los procedimientos recomendados por el C. C. I. T. T. para incapacitación de los supresores, en particular cuando se incorpora llamada o contestación automática.

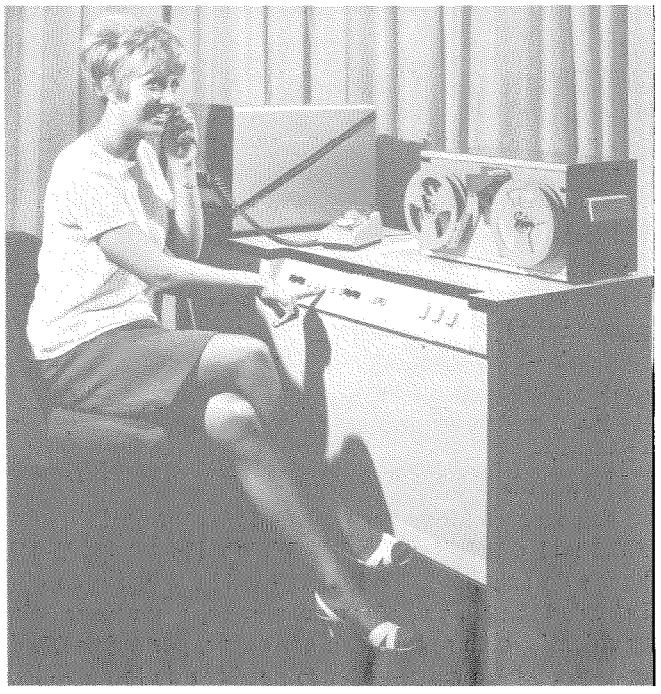


Fig. 4 Equipo terminal GH-206 con lector TALLY y perforador para funcionamiento a 94 caracteres/segundo.

El empleo de facilidades para contestación automática es posible por la naturaleza completamente automática de arranque y detección y es notable que aun bajo control manual del paso de transmisión, el operador no se entera de las interrupciones intermitentes de línea que no sean las de comprobación del flujo de datos en la corrección de errores. No obstante hay dispositivos de alarma para asegurar que las interrupciones largas se ponen bajo atención del operador, o en caso automático, romper el enlace.

C. E. Bloch nació y se educó en Sud-Africa, recibiendo en Witwatersrand University, Johannesburg, el grado B. Sc. (Eng.). Después de 2 años de aprendizaje como graduado en Gran Bretaña, se incorporó a South Africa Philips como encargado del Laboratorio de Aplicaciones Industriales.

En 1961 ingreso en Standard Telephones & Cables en Londres, donde es jefe de ingeneria de sistemas para transmisión de datos.

Mr. Bloch es miembro asociado de la Institution of Electrical Engineers.

Aplicación de la conmutación de impulsos en código (P.C.M.) a una red militar totalmente automática

J. LE CORRE
A. PIROTTE
Laboratoire Central de Télécommunications, Paris

1. Definición del problema

El objeto del presente artículo es la descripción de una solución al problema de la red telefónica táctica, estudiada en el Laboratoire Central de Télécommunications a petición del Ejército francés.

Esta red permitiría a las unidades de zona de combate, cualesquiera que fueran sus desplazamientos y a pesar de las posibles destrucciones parciales de la red, establecer comunicaciones entre ellas con completa seguridad y por medios automáticos.

Estas condiciones imperativas inducen, en lo que se refiere al diseño y construcción de los equipos, a la busca de una flexibilidad de operación y una gran confiabilidad técnica y operacional.

Además, esta red debería ser capaz, por supuesto, de adaptarse a las modificaciones posibles de la naturaleza del tráfico. Ahora bien, éste evoluciona cada vez más de la telefonía a la transmisión de datos digitales que con finalidades muy distintas puede ser a muy alta velocidad.

La red se compone de medios de transmisión y conmutación, que diseñados para utilizar modulación de impulsos en código (P. C. M.), constituyen una unidad muy homogénea o red integrada.

2. Ventajas de la modulación de impulsos por código

Esta modulación que consiste en reemplazar señales analógicas por señales puramente digitales, posee, debido a este mismo hecho, una robustez que le hace muy poco exigente en cuanto a la transmisión se refiere, ya que una relación señal/ruido de 10 db. es suficiente para identificar con seguridad la señal útil.

Esta modulación es por tanto muy adecuada para una red en la que los medios de transmisión son de varios tipos y sujetos a grandes perturbaciones.

En particular, en el caso de transmisión a través de radioenlaces, el P. C. M. permite la utilización de canales de la misma frecuencia para enlaces que están geográficamente próximos, cuando las características de diafonía con otros tipos de modulación no permitirían tal posibilidad.

Además, se puede observar que en este caso sólo se requieren equipos electrónicos que ciertamente son los únicos capaces de garantizar la confiabilidad técnica requerida, desde el simple punto de vista del buen comportamiento de los componentes.

También la transmisión de la información en forma digital ofrece otras muchas ventajas.

En primer lugar, permite enviar los mensajes de datos digitales a alta velocidad. La velocidad fundamental del P. C. M. es de 48.000 baudios por canal con las normas adoptadas. Esta velocidad no puede utilizarse totalmente por las pérdidas de información debidas a fuertes interferencias o introducidas por los métodos de resincronización que se describen más adelante. Pero admitiendo la utilización de códigos redundantes que permiten la detección o aún la corrección de errores, se puede alcanzar velocidades de 20.000 ó 30.000 baudios con gran seguridad.

Esta gran capacidad de transmisión de datos digitales se puede utilizar para el intercambio de información dentro de una central entre sus diferentes unidades y entre centrales en el conjunto de la red.

Esta posibilidad en una red conduce a una simplificación del material debido a la homogeneidad que se obtiene. Resuelve en una forma muy flexible, el problema de la confiabilidad operacional al permitir el uso de un método particularmente atractivo para llevar a cabo el encaminamiento de las llamadas.

Este método consiste en una búsqueda automática del abonado llamado en el conjunto de la red, que se describe posteriormente.

3. Descripción de la red

La red táctica de zona de combate estudiada en LCT por contrato con el Ejército francés, es una red en malla, totalmente automática, que en sus nudos tiene centrales de tránsito o centrales de zona Z (Fig. 1), a las que se conectan las centrales locales CL que sirven a los abonados por medio de pequeñas unidades de conmutación llamadas concentradores. Estos últimos pueden estar situados cerca, o lejos de la central local.

Todos estos centros de conmutación están conectados entre sí mediante sistemas múltiplex P. C. M.

Un enlace comprende 23 canales de comunicación y un canal de sincronización.

Un concentrador está unido a su central por un simple enlace múltiplex P. C. M.

Una central local que tiene una capacidad máxima de 6 enlaces P. C. M. está unida por uno o más de ellos por lo menos a dos centrales de tránsito con la capacidad total de 18 sistemas P. C. M.

4. Búsqueda automática del abonado llamado Curso de las llamadas en la red

4.1 Principio de la búsqueda

Dentro del marco de la solución adoptada:

— Cada abonado de la red posee un número de identificación específico. La numeración es del tipo compacto (cantidad de dígitos constante para todos los números de identificación). Cada abonado puede moverse por toda la red manteniendo su mismo número propio.

— En cada central de la red conectada directamente a los concentradores (centrales locales), las identidades de los abonados conectados a todos los equipos de línea están registradas en una memoria semi-permanente.

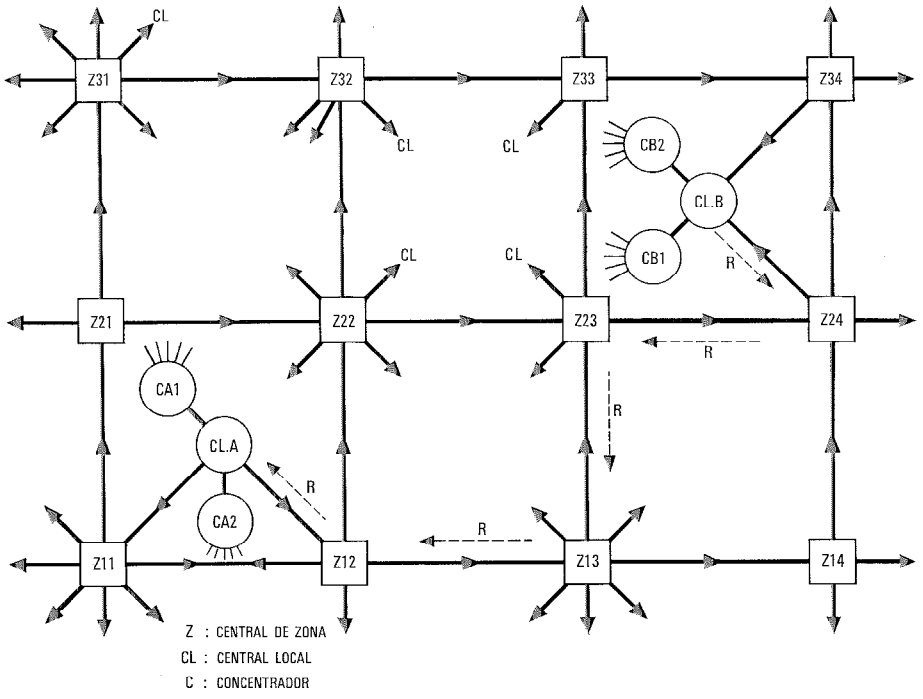


Fig. 1 Ejemplo de una red.

La llamada procedente de un abonado, se recibe totalmente en la central local donde se originó. Cuando se completa la llamada, el examen efectuado por la memoria semi-permanente permite decir si el abonado llamado está conectado o no, a esta central.

Si el abonado llamado pertenece a esta central, la prueba de su línea (libre u ocupada) y su conexión con el abonado que llama se hacen directamente.

Si el abonado llamado es externo, su número de identificación es enviado hacia las otras centrales de la red utilizando un canal libre de los enlaces que terminan en la central.

Este número es difundido paso a paso hacia todas las centrales de la red. Cada central local de la red compara entonces, el número del abonado llamado con aquellos registrados en su memoria, pudiendo así determinar si el abonado llamado está o no conectado.

La central local que sirve al abonado llamado envía una orden de retorno hacia la central que llama, por el mismo camino que recibió el número del abonado llamado.

La búsqueda automática del abonado llamado también soluciona de esta forma el encaminamiento automático de la llamada a través de la red: siempre que un camino entre la central que llama y llamada permanezca libre, es cogido automaticamente.

El mecanismo de selección de un camino de la red se verá más claramente en la descripción que sigue:

4.2 Detalles de la búsqueda de un abonado llamado

Sea, por ejemplo, la red de malla que se muestra en la Fig. 1.

En cada nudo de la red están situadas las centrales de zona Z 11, Z 12, . . . Z 34.

Cada Z está unida, por un lado, a las cuatro Z más cercanas mediante 4 rutas de uno o más sistemas, y por otro, a las centrales locales.

En la figura 1 se muestran dos centrales locales CLA y CLB. Cada una posee 2 concentradores CA 1, CA 2 y CB 1, CB 2, respectivamente.

Se examinará el establecimiento de una conexión entre CLA que sirve al abonado que llama y CLB que sirve al abonado llamado.

Se utilizan tres tipos de órdenes para la búsqueda del abonado llamado y el establecimiento de la conexión:

— una orden de "búsqueda" procedente de la central donde se originó la llamada y que se difunde a través de todas las centrales de la red;
— una orden de "retorno" que envía la central que sirve al abonado llamado;
— una orden "final" que procede de la central donde se se originó la llamada.

Cada orden contiene el número del abonado llamado de que se trata y un código indicando el tipo de orden.

Establecimiento de una conexión entre CLA y CLB (Fig. 1)

Al final de la numeración recibida por la central CLA, se consulta la memoria semi-permanente. Si el abonado llamado no está conectado a la central, se envía una *orden de búsqueda* a las centrales de zona Z 11 y Z 12 conectadas a CLA.

Cada una de las centrales que recibe la orden, la envía a todas las otras centrales unidas a ella (Z y CL) y almacena:

— el número del abonado llamado de que se trata.
— la orden de búsqueda.
— la identidad del sistema por el que recibió la orden de búsqueda.

Durante el establecimiento de una conexión, una central Z puede recibir una orden de búsqueda del abonado llamado varias veces sucesivamente. Por ejemplo, la central Z 21 recibe una orden de búsqueda de Z 11 y des-

pués de Z 22. Almacenada la primera orden de búsqueda, las siguientes no son tomadas en consideración.

La propagación de la orden de búsqueda a través de la red alcanza a todas sus centrales en tanto haya un canal libre entre una y las otras.

En cada central local, se compara el número del abonado llamado con los de los abonados servidos por la central.

La central local que sirve al abonado llamado, CLB en el ejemplo de la figura 1, después de identificación del abonado, envía una *orden de retorno* hacia el enlace a través del cual recibió la orden de búsqueda (central Z 24).

Esta última, habiendo almacenado la identidad del enlace que le envió la orden de búsqueda concerniente a este abonado, envía la orden de retorno a través de este sistema.

Así, paso a paso, la orden de retorno vuelve desde la central terminal CLB a la central originaria CLA, marcando un camino a través de la red: CLB Z 24, Z 23, Z 13, Z 12 CLA.

En cada central se almacena el camino así designado.

Cuando la central originaria CLA recibe la orden de retorno, envía una *orden "final"* a todas las centrales. Esta orden final se difunde por toda la red en forma idéntica a la orden de búsqueda.

Esta orden final ocasiona:

— el establecimiento de la conexión entre CLA y CLB por medio de cada una de las centrales de zona (Z 24, Z 23, Z 13, Z 12) marcadas por la orden de retorno.

— el borrado de la información concerniente a esta llamada en las memorias de todas las otras centrales que no intervienen en la conexión.

4.3 Interés de la solución

El interés de la solución adoptada consiste, por un lado, en la flexibilidad obtenida con la búsqueda automática del abonado llamado y por otro lado, en la seguridad conseguida con el encaminamiento automático de las llamadas.

La búsqueda automática del abonado llamado hace el plan de numeración completamente independiente de la implantación y modificación de la red.

Cada abonado se puede caracterizar por un número específico y tiene completa libertad para moverse por toda la red. La operación a realizar para obtener su asignación a una línea dada, consiste simplemente en introducir su número de identificación en la memoria semipermanente de la central local que se le asigne. La naturaleza de esta operación depende del tipo de memoria usada, pero en todos los casos es muy sencilla.

También es posible la misma movilidad para las centrales. Se puede desplazar cada central local, con todos sus abonados o no, pudiendo rehacer completamente la arquitectura de la red (centrales de zona, enlaces de transmisión) sin necesidad de modificar el plan de numeración.

El encaminamiento de las llamadas, permite obtener el máximo aprovechamiento de los equipos de transmisión y conmutación de la red, cualesquiera que sean las averías que puedan presentarse.

Se utiliza totalmente la seguridad que permite la forma de malla de la red. Una llamada llegará a través de la malla mientras quede un camino libre.

Además, en igualdad de condiciones, resulta un incremento del tráfico posible en los enlaces de transmisión, lo que permite disminuir su número o su capacidad.

Por el contrario, la búsqueda automática en la red necesita, para cada llamada salida de una central local, una señalización que concierne a toda la red. Debe observarse que en el caso de una red usando las técnicas convencionales de señalización, resultará una limitación rápida del tamaño de la red y del tráfico posible.

Por otro lado, con las soluciones P. C. M., un canal permite una velocidad de transmisión de 48.000 dígitos binarios por segundo. Tal velocidad hace posible la utilización de una redundancia que da una seguridad casi absoluta en la transmisión de órdenes y permite una red militar de gran tamaño y tráfico.

En los prototipos construídos, la protección contra los errores de transmisión se obtiene repitiendo dos veces los dígitos transmitidos (número de identificación y tipo de orden).

Se ha adoptado una numeración de 5 dígitos. La longitud de una orden incluída la señal de arranque es de 16 tramas P. C. M.

El canal de señalización entre dos centrales manejaría, por lo tanto, 500 órdenes por segundo para una dirección.

Por cada llamada en la red, un canal de señalización manejará la orden de búsqueda y la orden final.

Solo los canales retenidos para la llamada transmitirán la orden de retorno.

El número de llamadas por segundo, posibles en una red, depende de su configuración. Una estimacion en casos desfavorables, conduce a unas 200 llamadas por segundo.

Una duración de conversación de 2 minutos, corresponde a un tráfico de 24.000 Erlangs, lo que parece excesivo aún para una red muy grande.

Son posibles muchas variantes de la solución propuesta, por ejemplo:

— La búsqueda del abonado llamado se puede hacer en dos etapas: una primera búsqueda se hace en una zona de la red próxima a la central local que llama y solo si resulta infructuosa se hace una búsqueda general por toda la red. Esta solución evita el bloqueo de toda la red en el caso de llamadas de corta distancia que pueden ser las más frecuentes en una red grande.

— Se supone que el abonado llamado está en una zona dada de la red. La búsqueda se hace primero en esta zona y si no se tiene éxito se hace una búsqueda general.

5. Descripción de los equipos

5.1 Concentradores (Fig. 2)

Los concentradores tienen una capacidad de 50 abonados y están unidos a la central por un enlace múltiplex.

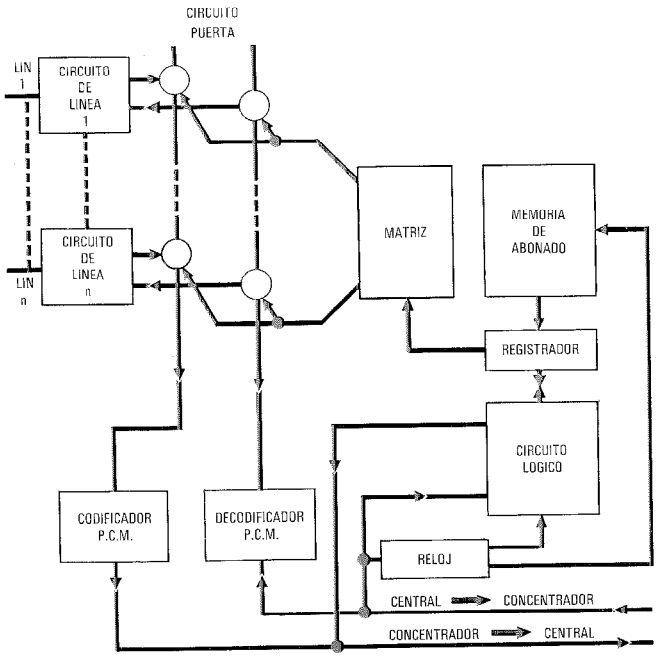


Fig. 2 Concentrador.

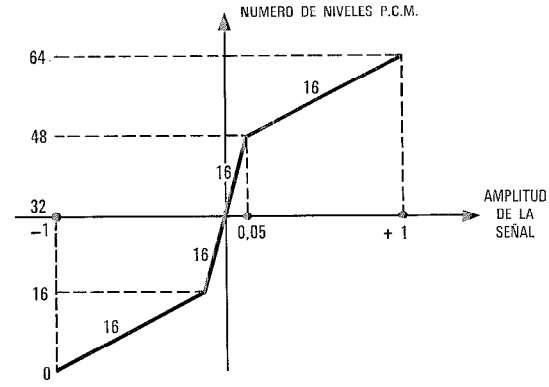


Fig. 3 Curva de compresión del codificador P. C. M.

La conversación se muestrea a la frecuencia de 8 Kc/s. o cada 125 μs, y la concentración de los 50 abonados se realiza sobre un enlace.

El tiempo asignado a cada canal es de 5,2 μs; un enlace múltiplex permite 23 conversaciones simultáneas, reservandose el canal 24 para sincronización.

La codificación de las muestras se hace en el concentrador por medio de un codificador P. C. M. que opera en lógica serie y suministrando un código binario puro de 6 bits (64 niveles de cuantificación distintos). Las diferencias entre dos niveles de cuantificación consecutivos no son uniformes en orden a obtener un efecto de compresión. La curva de compresión del código en función de la señal está representada por tres segmentos rectos con dos pendientes distintas (Fig. 3).

El decodificador restablece la señal con una curva de expansión complementaria a la de compresión del codificador.

Los circuitos puerta del abonado que permiten el muestreo de la información en las dos direcciones de transmisión, se controlan mediante un decodificador de línea. La identidad del abonado que debe ser decodificado se almacena en una memoria que comprende 23 líneas correspondientes a 23 posibles conexiones.

Debe observarse que las señales de corriente continua correspondientes al estado de la línea (microteléfono colgado o descolgado), así como las señales digitales de V. F., se transmiten por el mismo camino que las señales de conversación.

Las funciones lógicas del concentrador son muy simples y consisten principalmente en establecer y liberar una conexión entre un abonado y un canal múltiplex dado. Después de un proceso lógico, estas funciones se reducen al borrado o registro de un código en una línea de la memoria del abonado.

Para conectar un abonado a un canal la central envía al concentrador, sobre este canal originalmente libre, el código del abonado, para ser registrado en la memoria en la línea asignada a este canal. No hay por lo tanto otro bloqueo que el que resulta de la concentración; teniendo cada abonado acceso a todos los canales.

Para liberar la conexión de un abonado con un canal, el concentrador envía sobre este canal un código que es característico de la función de liberación (código normalmente prohibido en conversación) y que es idéntico al código de reposo.

La detección de un nuevo abonado que llama y la prueba de un abonado llamado, se hace desde la central conectando sucesivamente todos los abonados para conocer el estado de la línea y desconectándolos después.

En el caso de que el abonado esté ocupado, la identidad del canal con el que está conectado se transmite a la central.

Existen dos tipos diferentes de equipo terminal de V.F.:
— un equipo de línea de abonado a 4 hilos.
— un equipo a 2 hilos que permite la adaptación del concentrador a centrales de bateria local o central.

El suministro de alimentación del concentrador, está incorporado en el equipo y suministra los 70 vatios necesarios para su operación.

5.2 Transmisión

La transmisión entre concentradores y centrales o entre centrales, se realiza por cable. Repetidores instalados cada 1.200 metros de cable, regeneran los impulsos atenuados y deformados por la transmisión a la frecuencia de 1.152 Kc/s.

5.3 Central P. C. M.

La información que llevan los diferentes enlaces que terminan en la central está en forma serie y llega con una frecuencia que puede ser distinta de la de la central.

Además, las operaciones de conmutación se realizan procesando la información en forma paralelo (transmitiendo simultáneamente los 6 bits de información de un aviso).

Esto permite tener equipos que conmutan 144 canales múltiplex.

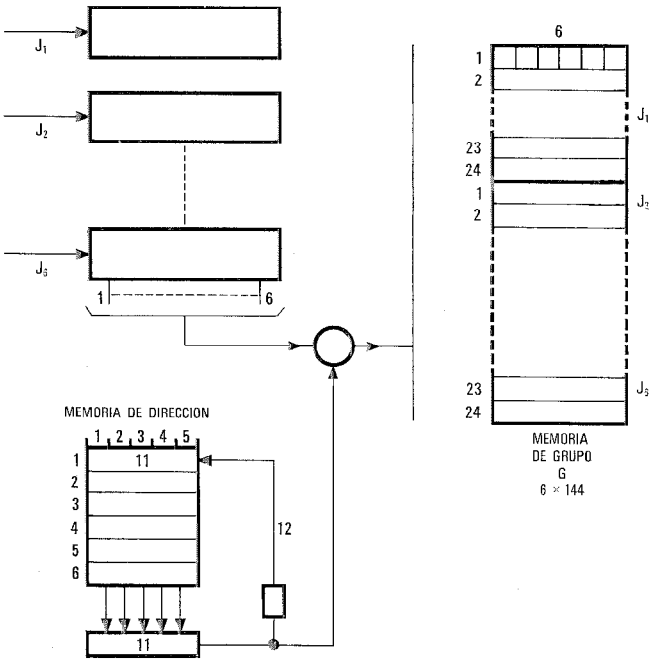


Fig. 4 Organización de un grupo.

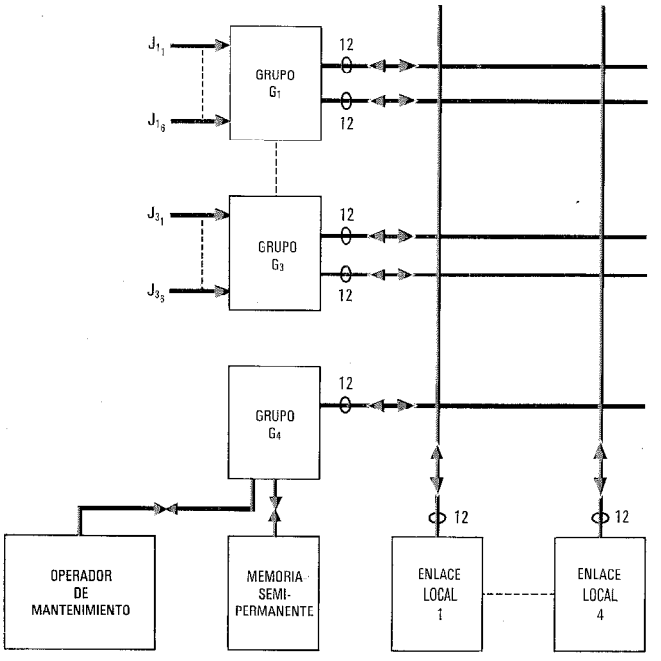


Fig. 5 Organización general de una central.

En la central se distinguen los siguientes equipos:
— equipos de interconexión entre transmisión y conmutación (grupo de entrada).
— equipos de conmutación (enlaces locales y conmutador espacial).
— un equipo de control con sus unidades periféricas.

5.3.1 Equipo de grupo de entrada (Fig. 4)

Un grupo con una capacidad de 144 canales serviría 6 sistemas de entrada $J_1 \ldots J_6$ de 24 canales $V_1 \ldots V_{24}$.

Cualquier canal se representa asociando la identidad de su conexión a su propia identidad dentro de esta conexión, por ejemplo $V_{12}\ J_4$.

El papel del equipo de grupo es:
— sincronizar la información a su llegada a la central.
— realizar 6 enlaces en múltiplex para constituir un grupo de 144 canales.
— realizar la conversión serie a paralelo de los canales de los diferentes enlaces.

Llamaremos "palabra" a los grupos de 6 impulsos correspondientes a los sucesivos canales múltiplex.

La operación de sincronización se realizará en dos etapas.

La primera etapa consiste en aprovechar la transformación serie-paralelo para sincronizar los impulsos palabra por palabra. Los enlaces de entrada forman entonces un grupo que tienen en común los seis hilos de salida de las palabras en forma paralelo, sucediéndose uno a otro cada 0,87 μs.

Sin embargo, no hay otra correlación de sincronismo entre los 6 enlaces de entrada. Entonces será posible ver: $V_1\ J_1$, $V_5\ J_2$, $V_{11}\ J_3$, $V_{23}\ J_4$, $V_6\ J_5$, $V_{17}\ J_6$, $V_2\ J_1$, $V_6\ J_2$, $V_{12}\ J_3$ . . . , pasar sucesivamente.

La segunda etapa consiste en resincronizar las sucesivas palabras de tal forma que a la salida del equipo de grupo, se tiene:

$$V_1\ J_1,\ V_1\ J_2,\ V_1\ J_3 \ldots V_1\ J_6 \qquad V_2\ J_1,\ V_2\ J_2,\ V_2\ J_3 \ldots$$

Esta operación se realizará en una memoria que tiene $24 \times 6 = 144$ células de 6 dígitos binarios y en la que la palabras de los diferentes canales de los sistemas están registrados en las células correspondientes a su línea.

Las direcciones de estas células están dadas por una memoria de 6 líneas de 5 dígitos binarios. En cada línea asignada a uno de los 6 enlaces, se registra el número del canal entre 24. Al terminar la lectura de la línea, este número se incrementa en una unidad.

Cuando el número de canal 24 acaba de hacerse en una línea, la palabra a registrar en la memoria sería el código de sincronización.

Si esta condición no se verifica, se envía una señal al circuito de sincronización central para verificar, y posiblemente corregir la sincronización del enlace.

5.3.2 Conmutación entre grupos (Fig. 5)

La unión entre los canales de los diferentes grupos se hace por medio de un conmutador espacial y de los enlaces locales.

Cada enlace local tiene acceso a todos los grupos de entrada y procesa 72 conexiones en múltiplex de división en el tiempo.

El número máximo de grupos de 6 canales es tres. A estos grupos se añade un grupo suplementario llamado G_4 que es el circuito de control de la central.

Estos grupos están conectados entre sí por tantos enlaces locales como grupos.

Un enlace local comprende esencialmente una memoria de 72 líneas de 22 dígitos binarios divididos en 5 palabras. (Fig. 6)
— 1 palabra de 3 dígitos binarios para la supervisión (MSU).
— 1 palabra de 6 dígitos binarios de información para ser conmutada (MP).

— 1 palabra de 7 dígitos binarios que define un intervalo de tiempo entre 72 (MCT).
— 2 palabras de 3 dígitos binarios, dando cada una las selecciones de espacio de los grupos de los dos correspondientes (MSA y MSC).

El conmutador espacial tiene dos direcciones de transmisión independientes. Cada punto de intersección comprende dos juegos de 6 puertas en paralelo.

El control del punto de intersección, común para las 12 puertas, está dado por la decodificación de las palabras de selección de grupo.

El enlace local trabaja por división en el tiempo con un ciclo de 125 μs dividido en 144 tiempos de 0,87 μs.

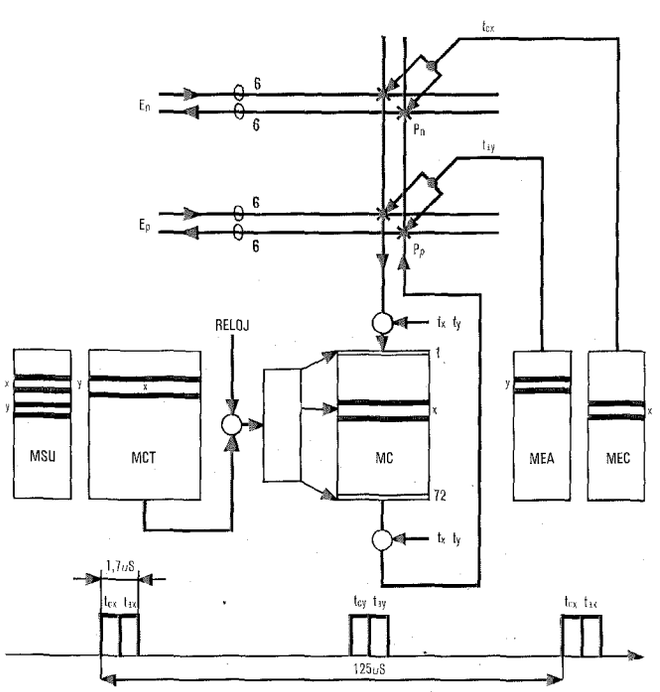
En cada momento, el enlace local lleva a cabo la conmutación por división en el tiempo de un canal con una entrada. Los 144 tiempos se dividen en dos categorias:
— 72 tiempos cíclicos correspondientes a lecturas cíclicas de la memoria con un reloj.
— 72 tiempos acíclicos correspondientes a lecturas al azar de la memoria.

5.3.3 *Circuito de control*

La conexión entre el circuito de control y el circuito de voz, se hace utilizando el mismo circuito de conversación y considerando el circuito de control como un grupo con respecto a la información que intercambia con los otros grupos y con los enlaces locales.

El circuito de control procesa cualquier llamada a la vez que se aprovecha de la redundancia del circuito de conversación, lo que permite una gran seguridad operacional.

El circuito de control trabaja en multiplex por división en el tiempo, de acuerdo con un proceso cíclico, y a la misma velocidad que la del circuito de conversación. Está conectado al circuito de conversación por medio del equivalente de 3 enlaces múltiplex ó 72 canales.



MSU : MEMORIA DE SUPERVISION
MCT : MEMORIA DE CONMUTACION POR DIVISION EN EL TIEMPO
MC : MEMORIA DE CONVERSACION
MEA : MEMORIA DE CONMUTACION ESPACIAL ACICLICA
MEC : MEMORIA DE CONMUTACION ESPACIAL CICLICA

Fig. 6 Organización general de un enlace local.

Se utilizan 48 canales para el cambio de información digital.

Se utilizan 24 canales para las informaciones que trabajan con frecuencias vocales: mantenimiento, aparato del operador, circuito de conferencia.

Los intercambios de órdenes e información entre el circuito de control y los enlaces locales, se hacen en los tiempos correspondientes a los canales de sincronización de los enlaces, tiempos durante los cuales no se procesa información en los alimentadores locales.

El circuito de control comprende principalmente dos unidades lógicas:
— la lógica "entrada salida" que procesa las operaciones de supervisión para los diferentes canales y requiere la lógica general tan pronto como se observa un cambio importante.
— la lógica general que procesa en una forma múltiplex los diferentes problemas puestos.

Una memoria de 72 líneas de 24 dígitos binarios está asociada con estas dos unidades lógicas.

5.3.4 *Memoria semi-permanente*

Una memoria semi-permanente contiene toda la información relativa a las líneas de abonados, las traducciones y los programas de las unidades lógicas del circuito de control y el mantenimiento.

5.3.5 *Equipo de mantenimiento*

Se utilizan dos tipos distintos de operación:
— operación automática que permite la exploración de:
— los abonados que hay que introducir o retirar de la memoria de falsa llamada.
— los enlaces que no están en servicio.
— y las interrupciones que resultan de las pruebas llevadas a cabo por los programas en la memoria semi-permanente.
— operación manual, que permite el control de datos tomados en intervalos de tiempo escogidos por el operador, en la entrada o salida de las unidades lógicas del circuito de control.

Además, el equipo de mantenimiento comprende todos los equipos de control necesarios para poner la central en servicio.

6. Alimentación

Las centrales se pueden alimentar con grupos generadores de 220 V., 50 c/s. o por líneas comerciales de energía. Por razones de seguridad (operación permanente), parte de la alimentación está duplicada.

7. Presentación mecánica

La mayor parte del material que comprende la estación está contenido en cajas metálicas, todas idénticas, transportables a mano y con un peso aproximado de 70 Kg.; las cajas metálicas se pueden montar en bastido-

res o colocadas directamente una encima de la otra (Figs. 7 y 8).

Las centrales telefónicas, ya sean locales o de zona, se han hecho lo más idénticas posible y sólo difieren en el número de equipos de grupo y los programas almacenados en la memoria semi-permanente.

Cada central comprende:

— un equipo común: suministro de alimentación, circuito de control, memoria semi-permanente. Este equipo está contenido en 5 cajas.

— una unidad de conmutación (un equipo de grupo y un enlace de conexión local) contenida en una caja. La central puede contener de 1 á 3 unidades de conmutación, dando una capacidad máxima de 18 enlaces múltiplex.

— un equipo de mantenimiento y un equipo de operador contenidos en dos cajas más pequeñas.

El concentrador (lógica, equipos de línea de abonado y fuente de alimentación), está contenido en una caja normal.

La central se puede instalar en un bastidor transportable sobre un camión. En el caso de una central local que generalmente solo lleva una unidad de conmutación, se pueden añadir dos concentradores a la central dentro del bastidor.

8. Conclusión

Una red táctica constituída por las unidades descritas en este artículo, tendrá todas las características de flexibilidad y seguridad que se imponen a los servicios de transmisión de un ejército moderno.

En el momento actual se están terminando cuatro prototipos que permitirán probar el equipo, así como el método de encaminamiento automático de la llamada. Con este objeto se incluyen en los prototipos simuladores que permiten representar una complicada red.

El volumen y consumo de energía de los equipos actuales construídos sobre una base de distintos componentes con semiconductores, muestra una enorme ganancia con respecto a los de los correspondientes equipos del tipo electromecánico. Sin embargo, se reducirían aún más utilizando las técnicas modernas de miniaturización y especialmente circuitos integrados.

Por otra parte, debe destacarse que el trabajo que terminó en la definición y construcción de estos equipos, se ha podido llevar con éxito gracias a la estrecha colaboración entre el Laboratorio Central de Télécommunications y la "Section d'Etudes et de Fabrications des Télécommunications" de la "Direction Technique des Armements Terrestres" (del Ejército francés).

Trabajo actualmente en desarrollo, permitirá extender esta red a los abonados móviles unidos por radio a las unidades fijas de la red. Estos abonados tendrán entonces las mismas posibilidades que los abonados fijos.

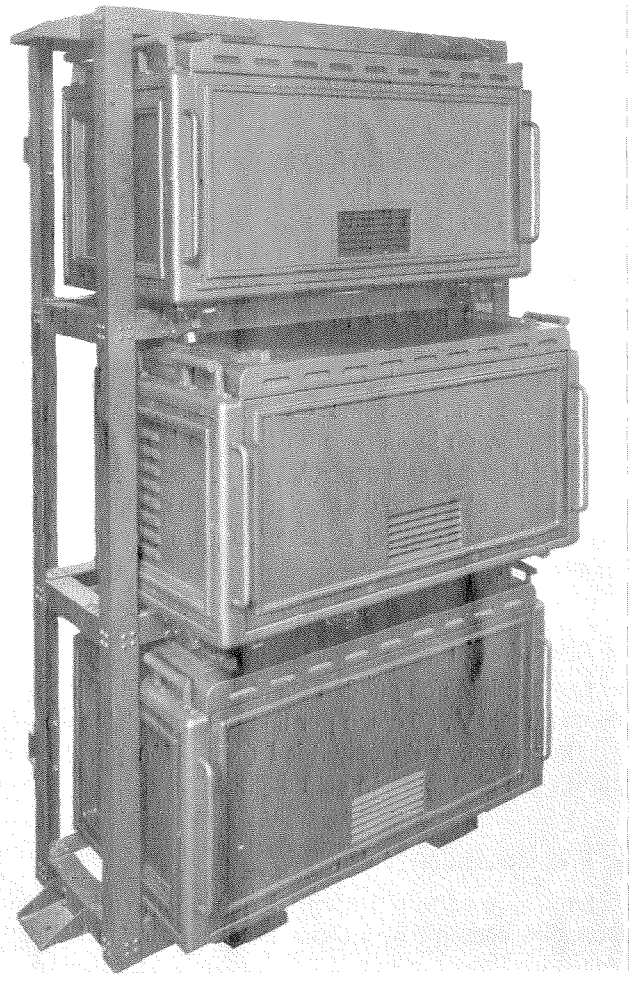


Fig. 7 Cajas montadas en bastidores.

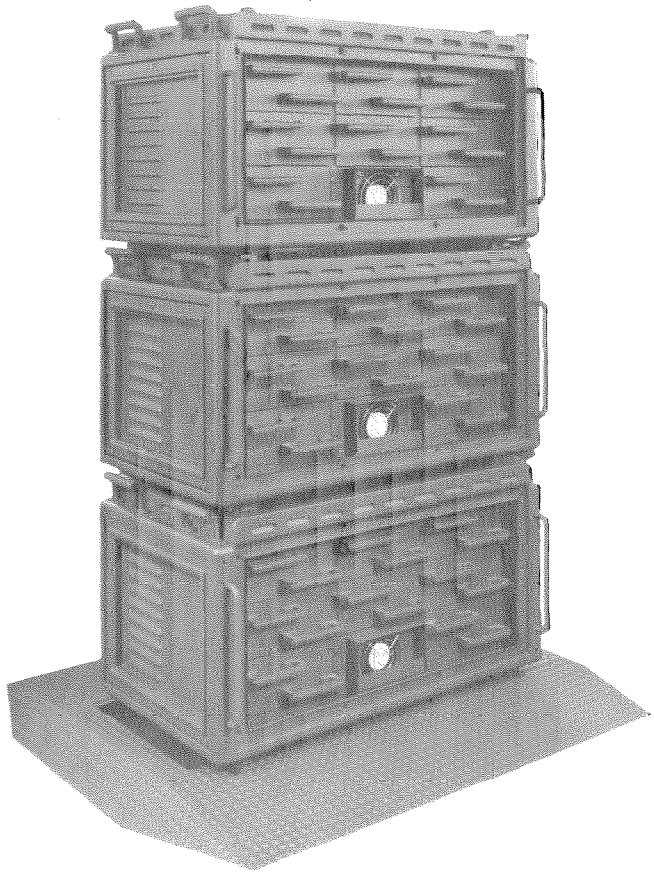


Fig. 8 Cajas colocadas una encima de otra.

Referencias

[1] S. Van Mierlo et H. H. Adelaar: Patente francesa nº. 1.108.100.
[2] E. Touraton et J. P. Le Corre: Commutation entre voies de communication multiplex. Patente francesa nº. 1.212.984.
[3] A. Chatelon & J. P. Le Corre & P. Mornet: Application de la modulation en impulsions codées à un réseau téléphonique integré Revue des télécommunications - Volume 38 - nº. 1 - 1963.
[4] C. Dumousseau: Un réseau PCM intégré. Presentación en Montreux, 26 Octubre 1965.
[5] P. Mornet: Principes de base d'un système de commutation PCM, en cours d'étude à LCT. Presentación en Montreux, 26 Octubre 1965.
[6] A. Chatelon: Modulation et codage. Revue des télécommunications - Volume 40 - nº. 4 - 1965.
[7] C. Dumousseau: Réseau PCM intégré. Presentación en Globecom VI 1964 en Filadelfia.
[8] J. Le Corre & A. Pirotte & J. Serrano: Circuit de recherche des abonnés et de routage des appels dans un réseau téléphonique. Patente francesa nº. 14.992.
[9] J. Le Corre: Organisation d'un autocommutateur utilisant la M. C. I. Communication presentada en el "Colloque International de Commutation Electronique". París, 28 Marzo a 1º. de Abril 1966 (PL. 601.612).
[10] P. Mornet: Introduction de la M. C. I. dans le réseau téléphonique existant. Comunicación presentada en el "Colloque International de Commutation Electronique". Paris, 28 Marzo á 1º. Abril 1966.

Alfred Pirotte nació el 2 de Octubre de 1925 en París. Obtuvo la "Licence des Sciences" en la Faculté des Sciences de París en 1955 y entonces entró en el Laboratoire Central de Télécommunications en Octubre del mismo año. Sus trabajos fueron, sucesivamente:

— radares auto-coherentes (hasta 1957);
— conmutación electrónica, principalmente la construcción del equipo automático mostrado en la Exposición de Bruselas;
— colaboración en la construcción del modelo del equipo de conmutación automática, utilizando modulación de impulsos en código, estudiado para el Ejército francés.

Actualmente el Sr. Pirotte es el Jefe de la Sección "Aplicación de la conmutación electrónica a equipo militar".

Jean Le Corre nació el 24 de Agosto de 1927 en Guilersur-Goyen, Francia, Obtuvo el diploma de Ingeniero de Radio en la Ecole Supérieure d'Electricité de París en 1950.

Desde 1951 á 1954, fué ingeniero investigador en la Office National d'Etudes et Recherches Aéronautiques. Después pasó al Laboratoire Central de Télécommunications donde trabajó en conmutación telefónica electrónica y se hizo el Jefe Adjunto del Departamento de "Telefonía". El Sr. Le Corre es un miembro de la Societé Française des Electroniciens.

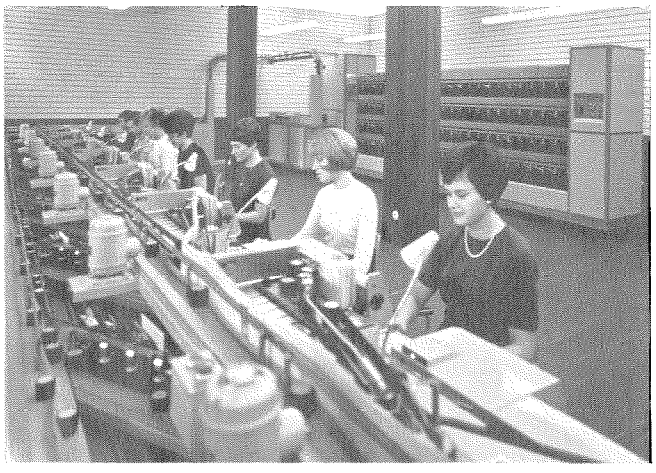
Sistema de distribución de correo para 21.500 cartas por hora.

En colaboración con la Administración alemana de Correos, SEL ha desarrollado un sistema capaz de manejar 21.500 cartas por hora. El primer sistema SEL de este tipo se ha probado en la Oficina de Correos de Wiesbaden.

El sistema comprende una máquina para selección de cartas, un dispositivo para enfrontar, varias mesas de codificación y la máquina de distribución. SEL ha suministrado las mesas de codificación y la máquina de distribución de cartas con el sistema de transporte asociado.

La máquina de selección extrae del montón de cartas en el correo las que puedan manejarse por proceso automático; la máquina de enfrontar da la vuelta y hace girar las cartas a una posición apropiada para matar los sellos y codificación.

Después se envian las cartas a las mesas de codificación en la que se hace la impresión por medio de marcas fluorescentes de números de código en la esquina inferior derecha. Las 5.000 cartas manejadas por hora en cada puesto de codificación se distribuyen por orden en "extranjero", "Ciudad" y "no apropiadas" para "codificar". Las cartas codificadas se envian mecánicamente a la máquina de distribución que puede manejar 21.500 por hora o seis por segundo. Esta máquina de construcción modular comprende módulos de 20 compartimentos de destino cada uno. En Wiesbaden, la máquina tiene 100 compartimentos y puede ampliarse a 200 como máximo. La distribución de cartas a los compartimentos de destino se controla por las marcas de código detectadas en la máquina por un lector electrónico y convertidas en un número de compartimento. El número del compartimento establece señales que actuan los transportadores dirigiendo la carta a su compartimento.



Máquina de distribución de cartas y mesas de codificación (al fondo).

SEL puede suministrar con la nueva máquina de distribución de correo, las máquinas de selección de cartas y de manejo que con las líneas de transporte completan el sistema descrito.

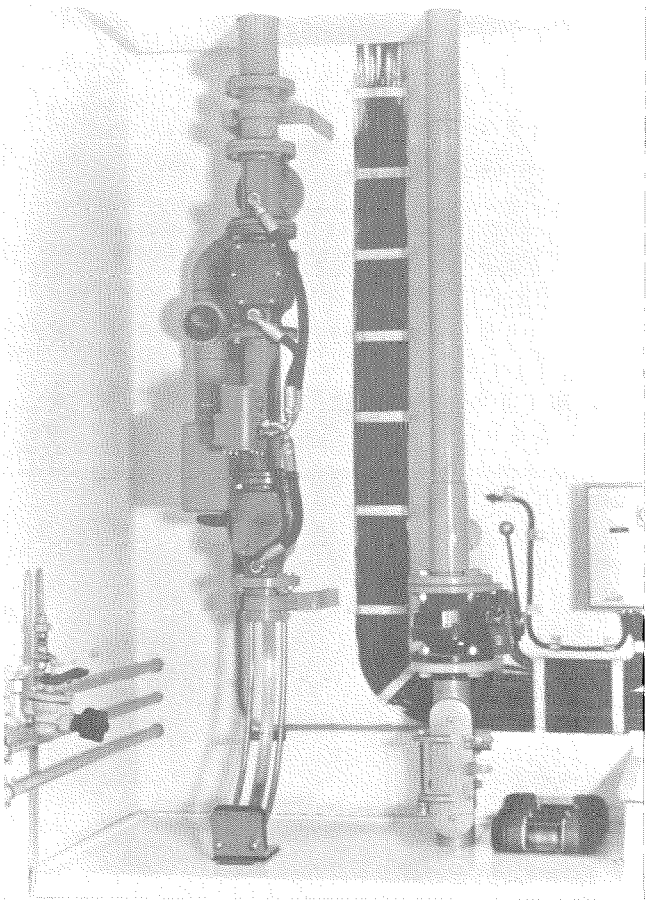
Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania

Sistema de tubos neumáticos con velocidad de transporte de 150 Km/h.

Los sistemas de tubos neumáticos se emplean cada vez más para el transporte rápido de documentos, piezas pequeñas, medicamentos, etc. Muchos de estos sistemas operan con velocidades entre 5 y 10 m. por segundo. En algunos casos es de vital importancia el transporte con alta velocidad como ocurre cuando está enlazado con un proceso de producción.

SEL ha suministrado un sistema con una velocidad de 150 Km/h. ó 40 m/s. para Mannesmann Steel Works.

El transporte era para llevar muestras de 300 g. de acero al rojo al laboratorio central a una distancia de 2,5 Km. con objeto de realizar su análisis inmediato. Es indispensable una velocidad alta pues la fabricación se interrumpe hasta conocer el resultado



Estación de envio (derecha) y de recepción del sistema de tubos neumáticos de SEL.

del análisis. El tipo convencional de transporte empleaba cuatro minutos para este trabajo que ahora con el sistema de SEL se hace en menos de un minuto.

El sistema de alta velocidad, originaba problemas para largas distancias, como la generación de corriente de aire, frenado del cartucho portador sin pérdida de tiempo, además del proyecto del portador. En el nuevo sistema el conducto se subdivide en varias secciones de longitudes aproximadamente iguales, en las que la corriente de aire se detiene en proporción al progreso del envio. No se usan partes con movimiento mecánico; y los portadores alcanzan la distancia total sin reducir su velocidad. El frenado del cartucho en su destino se verifica con la menor pérdida de tiempo deteniendo el flujo de aire por medio de tanques. En el nuevo y robusto portador se ha incorporado toda la experiencia obtenida anteriormente.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania

Moderno sistema geografico de circulación para ferrocarriles que sustituye a ocho torres de señales.

En Marzo de 1967 los ferrocarriles alemanes han puesto en servicio una nueva torre de señales con un diagrama de vías que sustituye a 8 torres de señales convencionales en la estación de Oldenburg, Alemania. Este controla los movimientos de 400 trenes con 2.000 cambios por día. Con este sistema dos inspectores de estación pueden manejar el denso tráfico de trenes y de cambios de la estación que constituye el punto de cruce de la ruta Wilhelmshaven/Muenster Norte/Sur y la de Bremen/Emdem, Este/Oeste. El sistema comprende 165 agujas, 32 señales de bloqueo principales y 116 secundarias, además otras 56 señales.

El sistema ha sido desarrollado por SEL.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania

Le nueva torre de señales de Oldenburg.

SEL suministra transmisores para el 2º. programa austriaco de TV.

La radio de Austria ha ampliado la red de transmisores para el 2º. programa de TV. SEL ha suministrado el transmisor banda-IV con una potencia de 20/2 kilowatios para la estación de Gaisberg, cerca de Salzburg. El transmisor tiene un paso previo pasivo y pasos de potencia con tetrodos; está preparado para TV en color. Puede controlarse a distancia desde un puesto central. La potencia radiada desde este punto en combinación con el sistema de antena es de 1000 kilowatios aproximadamente. Otro transmisor SEL banda-IV de TV, basado en el mismo concepto se instalará en la montaña de Schoeckl cerca de Graz para cubrir la Land Steiermark.

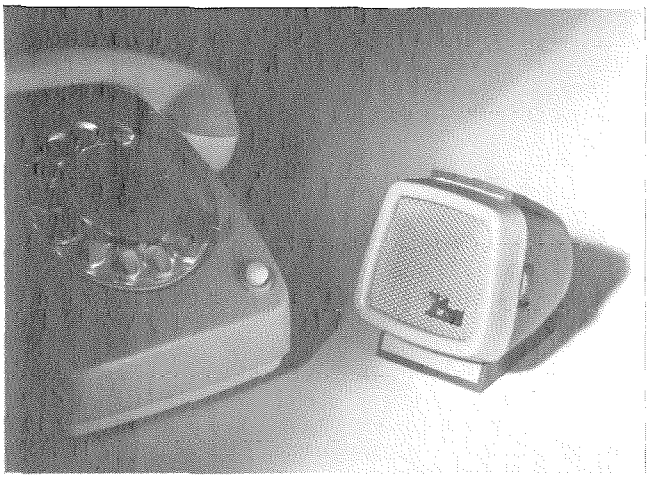
Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania

Suplemento telefónico transistorizado tipo 700.

El suplemento telefónico transistorizado tipo 700, puede usarse con cualquier aparato telefónico. Un altavoz está incluído en el mismo y permite oir la conversación con el volumen que se desee. Los defectos de audición pueden eliminarse en gran parte aún en un local con muchos ruidos haciendo perfecta la audición del abonado distante.

La manipulación del modelo tipo 700 es muy sencilla. Un solo mando sirve para corte y ajuste de volumen. Se alimenta con una bateria de 9 volt.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania



Suplemento telefónico transistorizado tipo 700.

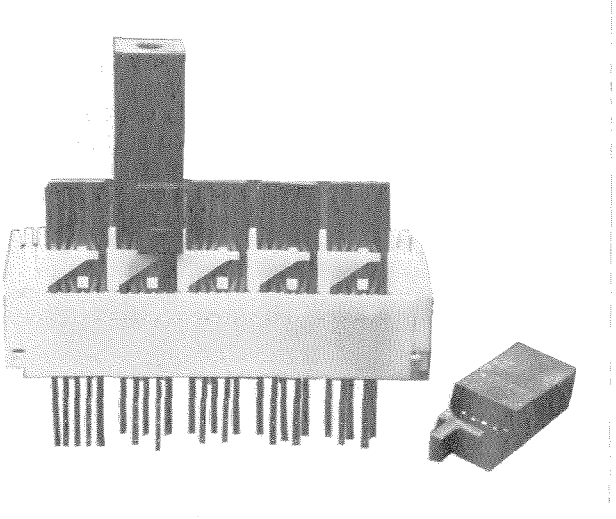
Repartidor principal miniaturizado para centrales telefónicas.

Se ha dado una nueva disposición al repartidor principal empleando componentes convencionales. La práctica corriente de apilar regletas de terminales en verticales para el cableado exterior y jacks de corte en regletas horizontales con conexiones a la central empleando capas verticales y horizontales de hilos volantes entre ambos, se ha abandonado.

En el nuevo repartidor, los jacks de corte están constituídos por conectores de 33 puntos tipo ISEP y clavijas con circuitos impresos. Están montados en la parte superior de la armazón en dispositivos verticales de 1.000 líneas, correspondiéndose con dos dispositivos de terminales adosados por la espalda dispuestos en la parte inferior con una capacidad total de 1.600 pares de cable. Un simple ponteado se extiende horizontalmente entre estos dos dispositivos verticales y contiene todos los hilos volantes que pasan en paralelo formando manojos. Las clavijas con los circuitos impresos proporcionan la conexión de paso entre los hilos **a – b** y **a' – b'** permitiendo que sean tomadas dos posiciones:

a) conexión de paso;

b) prueba, corte o condiciones especiales de la línea. Las dos posiciones son estables y el paso de una a otra se realiza por medio de la clavija de pruebas o por un dispositivo sencillo.



Clavija de corte usada en el repartidor miniaturizado.

Los protectores pueden agruparse por medio de unidades enchufables colocadas en los dispositivos terminales de entrada.

Con el nuevo proyecto se consiguen las siguientes ventajas:

1. 70 % de ganancia en espacio de planta.
2. 45 % en hilos de puentes.
3. Ahorro importante de cable de instalación.
4. Conexiones enrolladas.
5. Trabajo con hilos volantes a nivel del suelo.
6. Más fácil comprobación de falsas conexiones.
7. Los puentes pueden realizarse con un solo operario.
8. Construcción modular flexible (4.000 y 10.000 líneas) de tal modo que pueden realizarse ampliaciones con gran facilidad, siendo posible una capacidad en el repartidor hasta 50.000 líneas.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

Corte de la 1ª. Central Pentaconta en Madras.

BTMC anuncia el corte de la primera central Pentaconta de Mambalam en la India el 4 de Febrero de 1967. Esta Central, situada en la ciudad de Madras, comprende 5.000 líneas y trabaja en relación con la red existente paso a paso.

La inauguración se realizó por Mr. Sardar Ujjal Singh, Gobernador de Madras en presencia de Mr. F. Pepermans, Director de

BTMC. Mr. P. H. Spaak, Ministro de Estado y miembro del Consejo de BTMC y Mr. E. A. Van Dyck, Director de la División de Conmutación de BTMC.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

Sistema telefónico Pentaconta en Colombia.

La Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques ha recibido de "Empresas Públicas", organización autónoma de servicios públicos de la ciudad de Medellin, Colombia, une orden importante para instalaciones telefónicas "Pentaconta" de barras cruzadas.

Se montarán cuatro centrales "Buenos Aires", "Alpujarra", "San Bernardo" y "Castilla", para atender una población de 579.000 habitantes.

CGCT, que inventó el sistema telefónico de barras cruzadas "Pentaconta", es la más importante firma de exportación de Francia. Es la 1ª. vez que CGCT entra en el mercado de Colombia.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Ampliación de la lista de aparatos de medida de CGM-Metrix.

Se han agregado aparatos de medida nuevos en la lista de los fabricados, principalmente:

a) Multímetro digital DX 603 A

Además de medidas de voltaje, resistencia y capacidad, este aparato permite medir frecuencias y tiempo, también puede servir como contador de impulsos. Comprende una parte principal (162×234×327 mm. y 4,5 Kg.) asociada con unidades enchufables para cada función.

Los valores medidos se presentan con 3 dígitos, pero combinaciones especiales de unidades enchufables permiten contar impulsos con 6 ó 9 dígitos.

Cubre el margen de 0,1 mV—1.000 V. c. c. 0,001 ohms a 1.000 Mohms., 1 pF a 10.000 pF, frecuencias hasta 1 Mc/s., tiempos entre 100 ms. a 1.000 s. impulsos hasta 10^6 por segundo (10^{3n} por n unidades enchufables).

b) Generador de A. F. GX-204 A

Cubre la banda entre 15 c/s. y 160 Kc/s. con una precisión de 1 á 3 % dependiendo de la banda de frecuencias y contiene todas las facilidades normales, atenuador de salida, etc. (150×185×290 mm. 4,5 Kg.).

c) Puente de impedancia IX-307 A

Con este aparato pueden hacerse medidas de R, C, L y Q (alternativamente tg δ).

Tiene una precisión de ± 1 % entre 0,1 ohms. y 1 Mohms. y ± 2 % entre 1 Mohms. y 10 Mohms. con un circuito típico (445×220×287 mm. 16 Kg.).

d) Microamperímetro de Laboratorio MX-309 A

Dispone de 13 márgenes de medida entre 1 μA á 10 A (300 A con shunt) y tiene una precisión de 1,5 % para la desviación máxima. Mediante accesorios permite medir temperaturas e intensidad de iluminación (220×170×120 mm. 1,95 Kg).

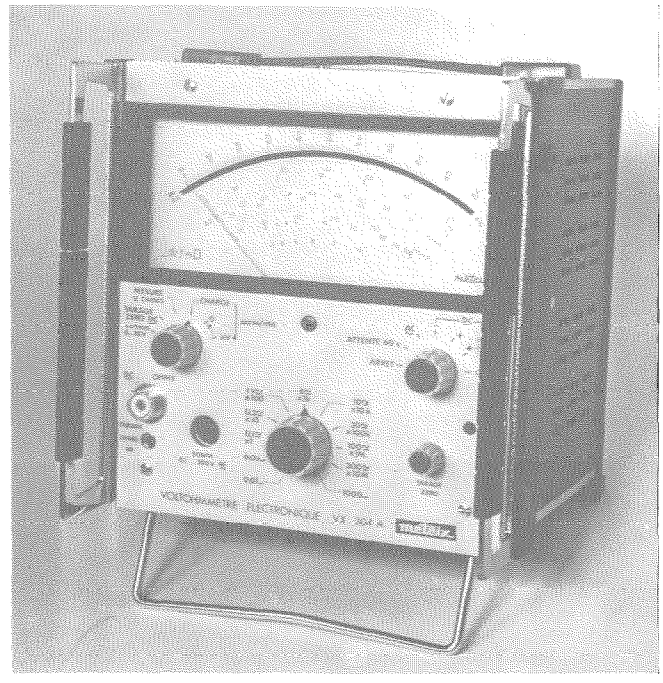
e) Milivoltímetro electrónico (AF – IF) VX-207 A

Aparato de uso general que cubre la banda 1 mV — 30 V. c. c. (10 c/s. — 1 Mc/s.).

Exactitud ± 3 % para la desviación máxima (suministro de 9 V.) ó ± 5 % con un voltaje inferior (220×227×180 mm. 5 Kg.).

f) Volt-Ohmetro electrónico VX-304 A

Permite medir en el margen 10 mV—1.000 V. c. c. ó alternativamente ± 5 mV á ± 500 V. c. c. con cero central. También en 8 márgenes de medida desde 100 mV á 300 V. c. c. y resistencias entre 0,5 ohms. á 5.000 Mohms. con 8 márgenes. La precisión es ± 3 % para la desviación máxima. Puede usarse como electrómetro con 10^{12} ohms. de impedancia de entrada y como aparato de memoria para comparación de voltaje. (Ver fotografía), (220×221×212 mm. 6,5 Kg.).



Volt-Ohmetro electrónico VX-304 A.

g) Multímetro electrónico VX-306 A

Utiliza transistores de efecto campo. El margen cubierto es 100 mV á 1.000 V. c. c. (alternativamente ± 50 mV á 500 V. c. c. con cero central), 1 μA a 100 mA c. c., 0,5 ohms. á 5.000 Mohms. Pueden hacerse también medidas de voltaje en c. a., así como altas tensiones con unidades adicionales. Su precisión es típica de ± 3 % (221 × 220 × 212 mm. 5,5 Kg.).

h) Generador de barrido de video (wobbler) WX-501 A

Cubre la banda de 15 Kc/s. a 15 Mc/s. con una excursión ajustable y frecuencias de barrido entre 0,25 c/s. á 75 c/s. (148 × 177 × 264 mm. 7,6 Kg.).

Compagnie Générale de Métrologie, Annecy

Perfeccionamiento del tratamiento de la información de radar por impulsos coherentes Doppler.

El objeto principal del radar por impulsos coherentes Doppler es detectar pequeños móviles eliminando los fuertes ecos parásitos fijos.

Los progresos de la técnica han permitido la mejora en el procedimiento de filtrado utilizado en los últimos diez años. El procedimiento desarrollado por el Laboratoire Central de Télécommunications en los radar de vigilancia de tierra (Electrical Communication, Vol. 40 (1965), Nº. 1, p. 145) da mejor realización que el sistema (M.T.I.) indicador de blanco movil especialmente en la anulación de ecos parásitos.

Los radars existentes utilizan, en el modo de vigilancia, un cierto número de puertas de margen, 5 á 10, que cubren el margen total de selección en el tiempo de la señal. Solamente un filtro Doppler con una gran anchura de banda efectúa la anulación de los ecos parásitos. Se limitan así, la sensibilidad y velocidad de exploración.

La siguiente mejora consistía en realizar un receptor con un filtro adaptado que aumentará la sensibilidad y velocidad de información del radar.

En los radars actuales, el filtro Doppler tiene una anchura de banda muchas veces mayor que el ancho de la línea de un espectro de eco recibido. De este modo es preciso utilizar 10 á 50 filtros Doppler en lugar de uno, para conseguir la mejor relación señal/ruido. Esto se refiere a una sola puerta de margen y para conseguir la máxima velocidad de información, deben

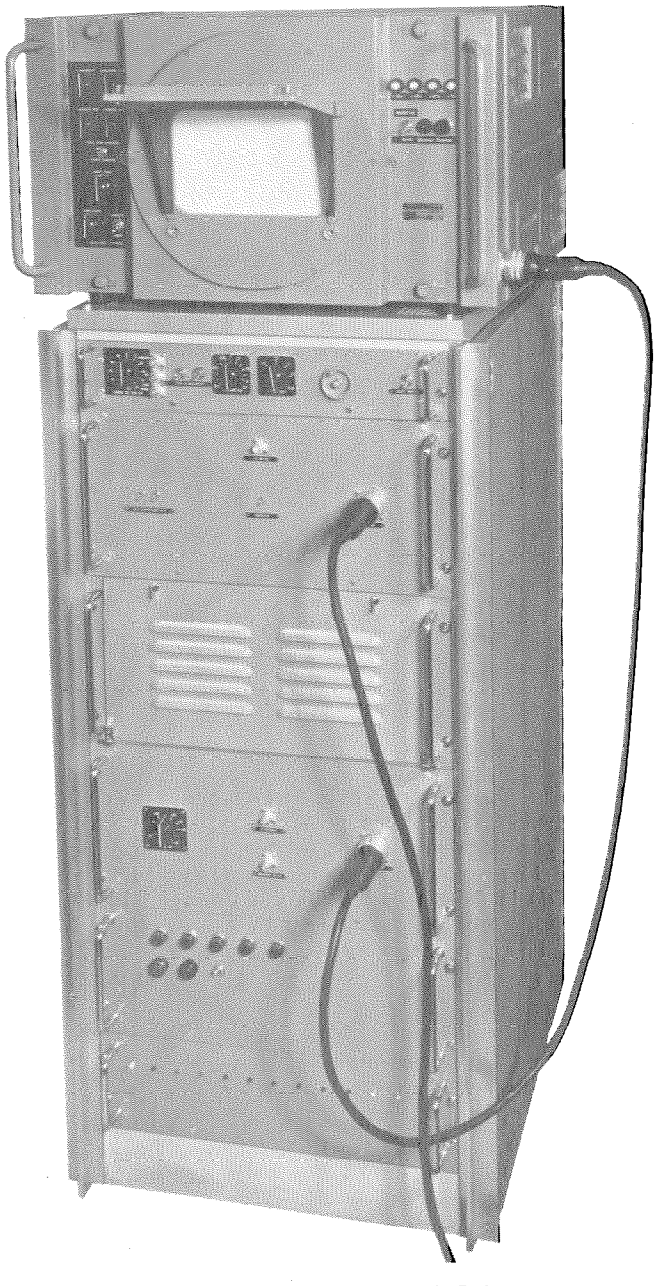
emplearse muchas puertas (entre 100 y 1.000) necesitando de este modo la utilización de 1.000 á 50.000 filtros Doppler si se quiere realizar un buen receptor.

Un procedimiento nuevo de filtrado, propuesto por el Ingeniero Jefe Albagli de "Ingeniería Naval", encontraba dificultades técnicas anteriormente, pero ahora es posible empleando técnicas digitales.

Este procedimiento permite la utilización de un solo banco de filtro Doppler para todos los márgenes, empleando compresión en el tiempo con una memoria en la que se registran los ruidos recibidos en cada sondeo.

La memoria que es digital permite obtener gran capacidad y buena exactitud. De este modo el equipo consta principalmente de un convertidor analógico/digital, una memoria de ferrita, un decodificador y un banco de filtro Doppler.

Se ha construído un equipo de este tipo por un contrato de ITT y de la "Direction des Recherches et Moyens d'Essais". Se ha probado sobre radars existentes, por convenio con la "Direction des Études et Fabrication d'Armement" (Section d'Etudes et Fabrication des Télécommunications).



Mejora en el procedimiento de Información de Radar por impulso coherente Doppler.

Las mejoras obtenidas en las pruebas preliminares de laboratorio, con respecto a los radars mencionados son:

	Radars Existentes	Con el procedimiento de mejora
Tiempo de exploración (10 Km., 180° de asimut)	22 s.	4 s.
Anulación de ecos parásitos	40 db.	50 db.
Alcance máximo	15 Km.	25 Km.
Indicación de velocidad radial	no	si

Otra característica importante es que la anchura más reducida de banda lo hace menos sensible al descentrado.

El proceso digital conduce a otra característica importante adicional: son disponibles en forma binaria las coordenadas del blanco detectado, alcance y velocidad radial, de tal modo que pueden enviarse a un computador.

De este modo el equipo toma la doble función de adaptación del filtro y extracción.

Laboratoire Central de Télécommunications, Francia

Línea de retardo de crominancia.

La línea de retardo de crominancia para el procedimiento de televisión en color PAL, debe tener una excelente estabilidad con la temperatura. Esta puede obtenerse con una aleación de hierro — niquel — cromo convenientemente tratada.

La utilización de este acero ha permitido a LCT realizar guías acústicas sin dispersión que consisten en una lámina de 200 mm. de longitud, 15 mm. de ancho y espesor de 0,25 mm. (peso 6 g.).

Las características esenciales de estas líneas son aproximadamente:

— demora media	64 μS
— variación en la demora entre 20 °C y 50 °C	$\pm$ 3 mS
— pérdidas de inserción (2.000 ohms. de impedancia de salida)	10 db.
— banda de paso	2,6 Mc/s.

Laboratoire Central de Télécommunications, Francia

Simuladores de radar.

Ha sido enviado por avión a Palo Alto, California, el primero de los tres simuladores de radar diseñados por LMT para funcionar en unión de los bien conocidos Mirage III, donde será agregado al generador especial de video construído por la "Link Division de GPI".

Estos nuevos equipos se colocarán en unas unidades especiales que permiten sean montados en los simuladores de vuelo existentes, a los que se conectarán por cables. De este modo se ampliarán las posibilidades de cada simulador de vuelo agregando la simulación completa de los modos aire-tierra del radar francés Cyrano II B.

Se ha recibido un pedido de la "Armée de l'Air" francesa y dos de la "Royal Australian Airforce".

Le Matériel Téléphonique, Francia

Condensadores de LMT vendidos a URSS.

Le Matériel Téléphonique ha recibido un pedido de 1.650.000 condensadores electrolíticos para televisión que se entregarán en 1967. Este pedido, es el mayor, recibido en Francia para este tipo de componentes y, es continuación de otro pedido para 5.000.000 idénticos que fueron entregados en 1966 a la misma comarca.

Se fabricarán en la planta de Laval — Sept — Fontaine que es una de las tres plantas de LMT en Laval.

Le Matériel Téléphonique, Francia

Sistema de Telediagnóstico por Radio.

Patrocinado por el profesor Lareng y el Dr. Daver con la colaboración de las autoridades francesas de seguridad civil (bom-

beros, equipos de socorro), se ha instalado un sistema de Telediagnóstico en el centro médico de Purpan — Toulouse y es el único de esta clase instalado en Europa.

El principal objetivo del sistema es el socorro a las personas con accidentes graves de carretera. La información se transmite por radio desde el lugar del accidente, facilitando que se haga el diagnóstico por los doctores del centro médico durante el transporte de la persona accidentada. Esta información se refiere a electrocardiograma, pulsaciones, ritmo cardiaco, sistema respiratorio, presión sanguinea, temperatura y rapidez de algunos reflejos.

Las ambulancias están equipadas con:

a) Un equipo electrónico de exploración, que hace posible con unos transductores apropiados que se colocan en la persona accidentada, recoger los datos fisiológicos vitales y amplificarlos para su transmisión.

b) Un transmisor-receptor móvil, que transmite por radio en VHF estos datos al centro médico.

El centro médico está equipado con:

a) Un transmisor-receptor fijo de VHF.

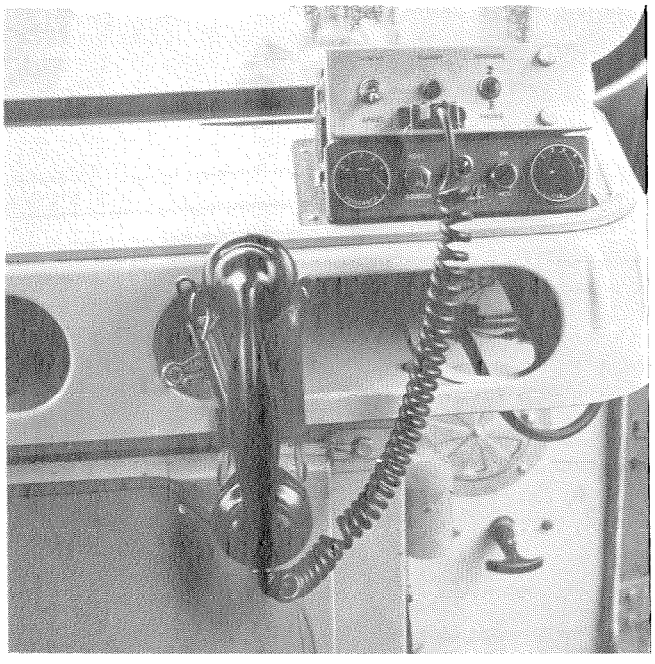
b) Un cuadro de indicadores con el que se presentan los datos recibidos desde la ambulancia.

De este modo un doctor encargado de este trabajo en el centro médido puede formar su juicio sobre el estado de la persona accidentada y de este modo guiar la ambulancia hacia el hospital apropiado.

Los transmisores y receptores, tanto fijos como móviles son de los tipos 3476 B y 3468 D fabricados por la Compañía LMT que equipa casi la totalidad de ambulancias de la asistencia civil y de incendios en Francia.

Las cajas de vigilancia y cuadros de recepción se han fabricado por la Compañía: Electronique Marcel Dassault.

Le Matériel Téléphonique, Francia



Transmisor-receptor de LMT en la ambulancia.

Sistemas de comunicaciones para el British Gas Board.

La empresa East Midlands Gas Board ha pasado un pedido de un sistema de comunicaciones combinado para facilitar el control de un sistema de conducción de gas con alta presión que alimente una serie de ciudades de Midland. El sistema dispone de equipos de microondas de estado sólido, radioenlaces de UHF, equipos de canales asociados, mástiles y sistemas de antenas.

Puestos exteriores de telemedida colocados en las estaciones de bombeo y los puntos principales de trabajo y distribución, se exploran continuamente desde estaciones principales utilizando sistemas de radio con frecuencia de 450—470 Mc/s. y se enlazan con la estación central de control por un sistema múltiple de canales en 1500 Mc/s.

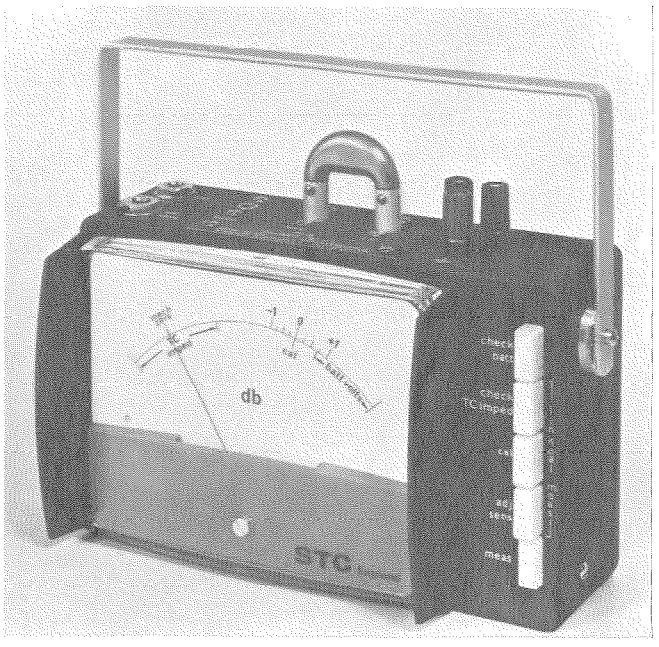
La central principal dispone también de comunicación bilateral con unidades móviles para la conservación del sistema de conducción.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Miliwatímetro compacto de bolsillo.

La División de Sistemas Especiales y Equipos de Prueba ha desarrollado un miliwatímetro de código 74311 A con dispositivo de auto-calibrado de 2 × 15 × 9 cm.

Emplea un teclado de llaves para conmutación y un asa para soporte que puede girarse para colocar el aparato con el ángulo de posición que convenga para la medida. La alimentación se hace por una pila y está dispuesto para su utilización en el campo donde la robustez es más importante que la precisión. Funciona hasta 30 Mc/s. sobre 75 ohms. y 300 Kc/s. sobre 600 ohms. a temperaturas entre 0 y 40 °C. Puede adaptarse a circuitos de 125 y 140 ohmios.



Miliwatímetro 74311-A.

La graduación es entre +1 db. á −1 db. por pasos de 0,25 db. y tiene marcadas divisiones para comprobar el voltaje de la bateria y pérdidas de retorno de entrada, cuya comprobación es necesaria si se cambia el termopar. Después de su calibrado la exactitud de la medida es ±0,25 db. a 0 db. con 100 Kc/s. en 75 ohmios. Para otras frecuencias y en las mismas condiciones la exactitud no es peor que ±0,35 db.

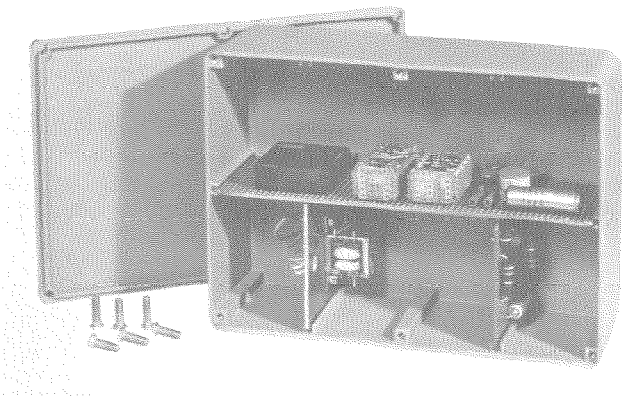
Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Cajas de fundición de aluminio adaptables.

La nueva división "Electronic Services", que proporciona un servicio rápido para componentes electrónicos, ha agregado a su stock cinco tamaños de cajas de fundición de aluminio compatibles con la nueva práctica standard de equipos de ITT en forma modular (ISEP).

El margen de tamaños de las cajas varía entre (11,5×9,2×3,8 cm. y 26×16,5×5 cm.) proporcionando pantalleado exterior completo y haciendo con doble pantalla los bordes de la cubierta.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido



Una de las cajas de fundición de aluminio con un equipo electrónico montado en sus guías interiores.

PCM para Finlandia.

La Helsinki Telephone Company de Finlandia ha pasado pedido de dos sistemas de transmisión PCM (Modulación por impulsos codificados) para ser instalados entre la capital y una central a 10 millas de distancia.

Esta es la primera orden recibida para Europa de un equipo de transmisión PCM. La fotografía muestra una unidad de repetidor bidireccional para 24 circuitos realizada por la fábrica de Basildon. Estas unidades colocadas a intervalos adecuados en circuitos telefónicos, aceptan las señales de voz moduladas por impulsos codificados y las regeneran completamente.

Debido a ésto, las señales llegan al extremo distante libres de ruidos y con una gran calidad. La aplicación del PCM permite un mayor rendimiento en los cables de pares de audio existentes que pueden conducir mayor número de conversaciones telefónicas.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Unidad de repetidor bidireccional para 24 circuitos.

Transmisión de copias de periódicos por teletipos de imprenta.

El equipo telegráfico superaudio TF-801 de STC ha suministrado el enlace entre dos periódicos, el "Yorkshire Evening Post" y el "Doncaster Evening Post" en Leeds y Doncaster distanciados 48 Km. Un operador hace copias y perfora cinta en Leeds. La cinta se aplica a un transmisor — distribuidor que envia las señales codificadas a Doncaster sobre líneas del B.P.O. alquiladas y se reciben en cinta perforada que se emplea inmediatamente en una linotipia para originar una copia. Con este sistema pueden enviarse a diario 20 columnas del periódico. También el sistema TF-801 permite el envio de información por la exploración de las fotografías o grabados que se transmiten simultaneamente; el canal de transmisión de grabados puede emplearse alternativamente para conversación.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Equipos de conmutación "Crossbar" para el B.P.O.

El British Post Office ha pasado pedido en firme a STC de equipos de conmutación de barras cruzadas para centrales en Birmingham y Leeds. Ha expresado también su intención de pasar órdenes para otras once centrales en Belfast, Bristol, Cambridge, Chester, Edinburg, Glasgow, Invernes, Leicester, Manchester, Reading y Sheffield.

El equipo es el sistema de barras cruzadas de STC tipo BXB-1100, que es una versión de conmutación en tandem del muy conocido sistema Pentaconta, para ser usado unido con un sistema de señalización a gran velocidad en multifrecuencia. El equipo se fabricará en la factoria de East Kilbride en Escocia.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Convenio para el mercado de relés Hi-G.

La firma "Hi-G Inc. de Connecticut, USA", ha aceptado la fabricación bajo licencia de sus relés miniatura cerrados herméticamente para el mercado del Reino Unido. Estos relés pueden soportar severas circunstancias de choque que se encuentran en aplicaciones militares y del espacio.

El operario en la planta de East Kilbride poniendo y apretando tornillos con un atornillador neumático con un par ajustado para asegurar los componentes antes de sujetarlos bajo presión.

El margen de dispositivos incluye relés simples y múltiples en ampollas de cristal de tamaño mitad y doble, capaces de soportar hasta 10 amperios a 30 V. c.c. con sensibilidad de 12 mW. Entre los relés se incluyen tipos con retardos fijos o variables, así como detectores de fase para operación trifásica.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Relés para alta potencia de tamaño reducido.

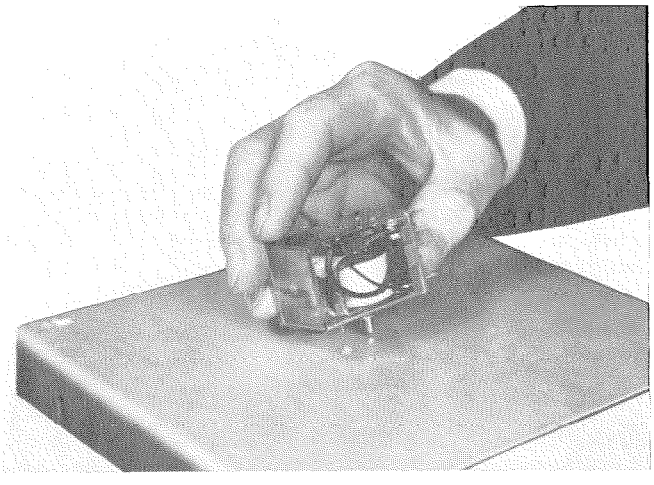
El relé tipo 26, ocupa menos de 49 cm^3 y pesa 85 gr., siendo capaz de conmutar 1.500 VA. a 440 V. de c.a. o cargas de 70 W. c.c. a 100 V. empleando contactos de plata y óxido de cadmio. La corriente máxima en cada caso es de 10 amperios.

Otras formas disponen de una distancia de 4 mm. entre todas las partes que no están conectadas electricamente, con una rigidez dieléctrica de 2 KV. c.a. La regleta de contactos es de resina alcídica con fibra de vidrio bien desgasificada con buenas características de resistencia de derivación y con aislamiento de las bobinas según la especificación BS 2575:56 clase E.

El relé puede operar con bobinas de c.a. de 240 V. ó 110 V. también con bobinas para c.c. de 12 á 48 V. El devanado se realiza con hilo aislado con poliuretano.

Los terminales del relé pueden soldarse o hacerse con conectores desmontables "Faston" A-MP 0.110.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido



Relé tipo 26.

Equipo de Comunicación radio HF, para Colombia.

La Jefatura de la Empresa Nacional de Telecomunicación de Colombia, ha pasado pedido para diez transmisores y cinco receptores con sintonía automática "Stanfast", con objeto de proporcionar un sistema de comunicaciones HF, con control automático a distancia, para sus servicios telefónicos y telegráficos.

En El Rosal, llanura de Bogotá, se instalarán 5 transmisores QT 8 de 30 Kw y cinco QT 2 de 3 Kw, unidades de excitación para sintetizadores de frecuencia y banda lateral independiente antenas log-periódicas para polarización horizontal y vertical con un sistema de conmutación coaxial de transmisores y antenas.

La estación receptora se instalará al Este de Bogotá en San Juán y dispone de cinco receptores RX 11 con facilidades de control para operar conjuntamente con antenas log-periódicas.

Ambas estaciones, transmisora y receptora, estarán bajo el control de un solo operador.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Central Telex de Londres.

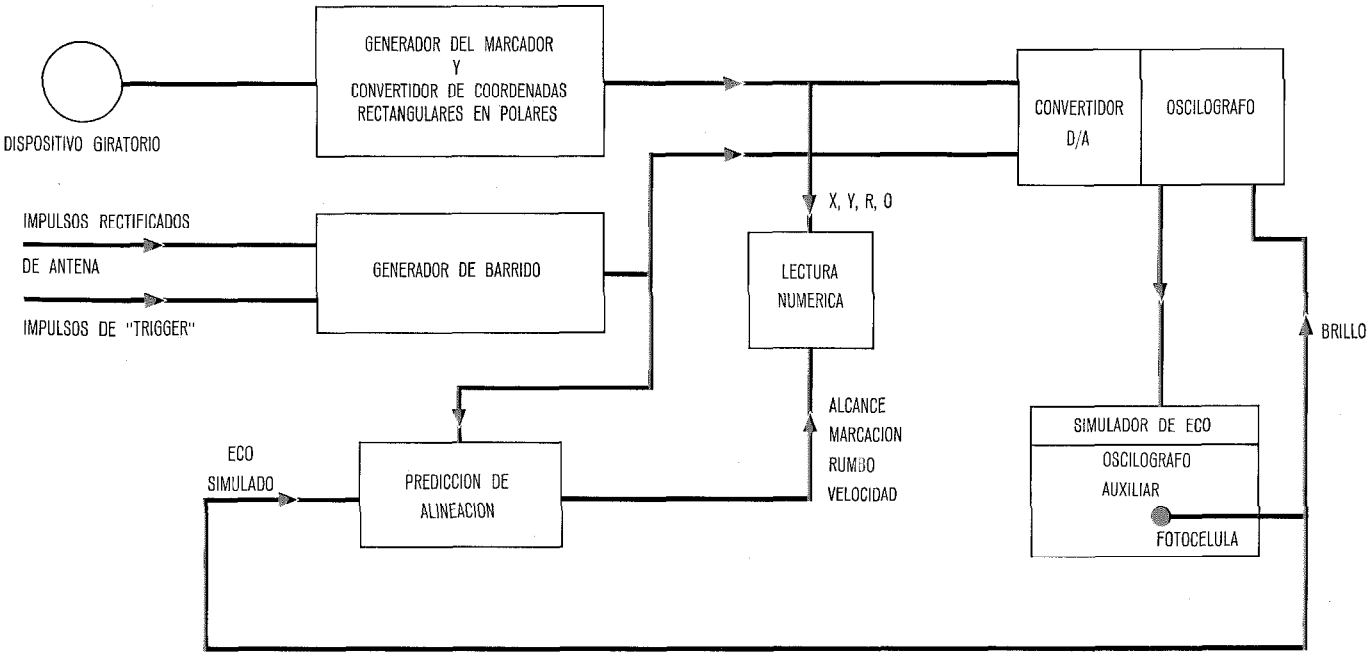
El "British Post Office" ha pasado una orden para una nueva Central Telex que se instalará en Houndsditch en la City de Londres. Este segundo Centro importante de Telex en la capital tendrá equipo para 8.000 abonados, 2.700 circuitos de enlace nacionales y 3.400 internacionales. La Central empleará el nuevo sistema de señalización tipo "C" del C. C. I. T. T. para establecer llamadas de tránsito y trabajará además con regiones que emplean sistemas de señalización tipos "A" y "B".

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

Calculador de fase para radar.

Las técnicas de computadores para fines especiales desarrolladas para enseñanza han encontrado una aplicación inmediata en los sistemas digitales de radar.

Un estudio efectuado en colaboración por Standard Radio and Telefon, Suecia, y Standard Télécommunication Laboratories de Londres, ha mostrado que el generador de barrido de azimut del P.P.I. digital, fabricado por S.R.T. puede realizarse con circuitos integrados desarrollados en S.T.L. También puede incorporar nuevas facilidades en la posición del P.P.I. para la conversión de las coordenadas de un marcador variable de rectangulares en polares, permitiendo que el operador pueda leer facilmente la posición de cualquier punto marcado.



Prototipo de sistema computador de fase para radar.

Está en construcción un prototipo del "Phase Computing System" con el diagrama de la Fig. 1; se incluirán en el mismo facilidades para simulación de ecos de radar, además de proporcionar la resolución de ecuaciones de rectificación y predicción para el seguimiento automático de objetivos del radar.

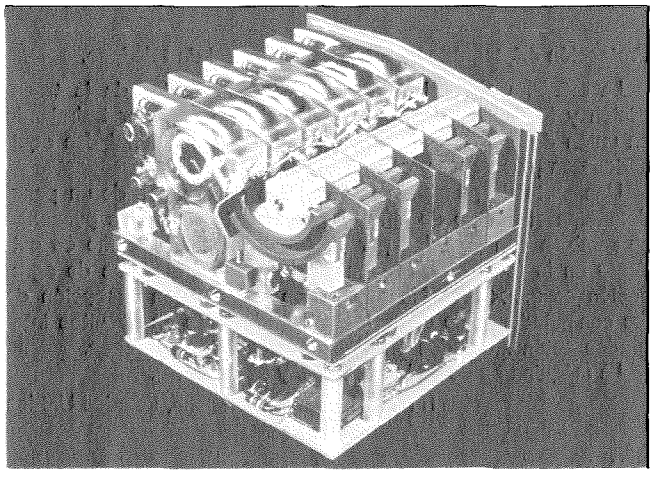
Standard Télécommunication Laboratories Limited, Reino Unido

Satélite para investigación de luces en la aurora.

El Observatorio Geofísico de Kiruna en el Norte de Suecia, ha pedido a Standard Radio and Telefon un suministro de alto voltaje y contadores electrónicos que se montarán junto con un equipo de medida, en el satélite TD 2 que se lanzará por la European Space Research Organization. Este equipo puede verse en la figura y permitirá la investigación sobre algunas de las propiedades aún desconocidas de las luces de la aurora.

El Observatorio de Kiruna tiene un prestigio mundial como investigador en la ionosfera y en geofísica. Desde hace mucho tiempo ha realizado investigaciones en la ionosfera por fenómenos observados en altas latitudes.

El experimento consistirá en la medida del nivel de energía y del ángulo de incidencia de los electrones y protones que producen las luces de la aurora. Una parte importante del proyecto, preparado por el Observatorio, consiste en la preparación de probetas para la obtención y medida de estas partículas efectuando las pruebas durante el tiempo que el satélite está en órbita en la región polar.



Generador de alto voltaje y detector de particulas para el ESRO 1 del experimento S 71 B.

Un equipo similar se suministrará al Observatorio para que se equipe en el satélite de 85 Kg. ESRO 1, de la serie de pequeños satélites en desarrollo por la European Space Research Organization.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia

Sistema de correas de transporte en V.

El envio de cartas y otros documentos de un sitio a otro puede efectuarse convenientemente por medio de tubos neumáticos o alternativamente por un transportador en V. El transporte por tubos neumáticos tiene que emplear cartuchos portadores, mientras que la correa en V. da la misma facilidad sin necesidad de portador y conduce los documentos de distintos tamaños y gruesos a lo largo de canales metálicos. La conducción de una o más correas sin fin se realiza por uno o varios motores, dependiendo del número de canales o direcciones de envio necesarios y tiene una velocidad de 0,8 á 1,2 m/segundos.

La fotografia muestra la instalación puesta en servicio para la Swissair Central Administration (Reserva — final) en el aeropuerto de Klotten. Las 15 posiciones de operador se alimentan por 15 canales desde un centro de distribución. La vuelta de los documentos se efectua por canales colectores (visible en la parte anterior, bajo la mesa). Los documentos se devuelven para alcanzar el canal colector a través de ranuras en las mesas (debajo y a la derecha del aparato telefónico).

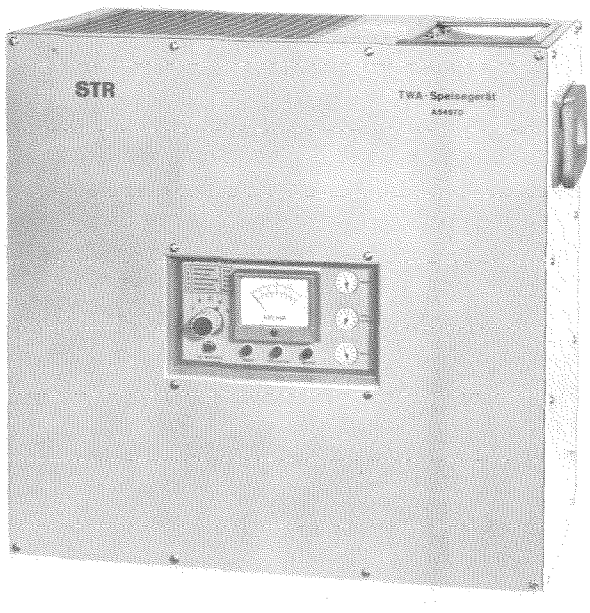
Sistema de transporte por correas en V.

La longitud total de correas de transporte es de 820 m. y la longitud de las guías laterales de los canales asciende a 585 m. Un grupo motor principal (para 15 canales) se utiliza para los carriles de distribución, mientras que 13 grupos más pequeños se emplean para los canales laterales y colectores principales.

Standard Telephon and Radio AG, Suiza

Unidad de suministro de fuerza para tubos amplificadores de onda progresiva.

Se ha desarrollado una unidad de suministro de fuerza para tubos amplificadores de onda progresiva y puede utilizarse con todos los tipos fabricados por Standard Telephones and Cables para la banda de frecuencias 4—15 Gc/s.



Suministro de fuerza para tubos de onda progresiva.

La característica principal del nuevo desarrollo consiste en la supervisión y alarma de las corrientes del colector, hélice y calefactor. Puede funcionar a 3.500 m. de altura sobre el nivel del mar, lo que exige mejor calidad de los materiales aislantes.

En la fotografía puede verse la unidad que tiene en su parte frontal, un voltiamperímetro con un conmutador (a la izquierda), 3 lámparas de alarma, la llave para reponer la alarma y 3 potenciómetros para las corrientes de colector, hélice y ánodo.

Datos técnicos:

— voltaje del suministro:	214—226 V. c.a. 50 c/s. ±3 %
— colector:	1.400—200 V. c.c. (ajustable): 100 ma.
— hélice:	2.300—2.800 V. c.c. (ajustable estabilizado): 2 ma.
— calefactor:	5,8—6,8 V. (ajustable 0,5—1,5 a.)
— eficacia:	75 %
— factor de potencia:	0,79
— construcción:	tipo ISEP de ITT
— dimensiones:	445 × 425 × 215 mm.
— Peso:	39 Kg.

Standard Téléphone et Radio, S.A., Suiza

Sistema de alarma a distancia Digitor.

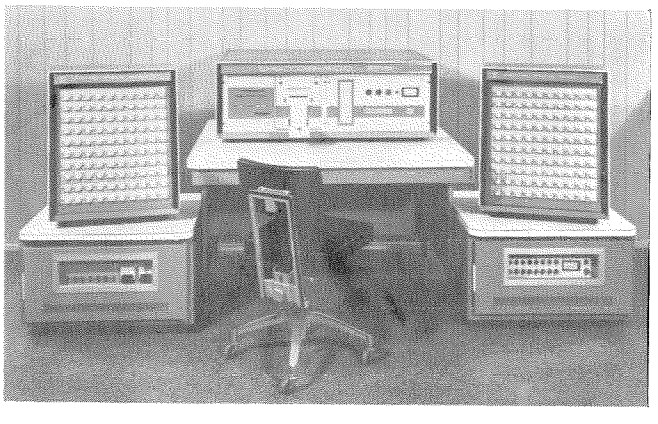
El sistema Digitor 400 observará, desde un puesto central los chispazos de incendio, cajas de alarma de fuego, torres de observación, detectores de humo, termostatos, detectores de límite y todos los tipos de alarma.

En la figura se muestra una posición de observación con dos cuadros para una capacidad de 100 circuitos cada uno. Puede hacerse la supervisión para sistemas de calefacción y acondicionamiento de aire, equipo de control, reguladores de corriente, motores, bombas, compresores, ventiladores, niveles de líquido, sistemas de refrigeración, etc.

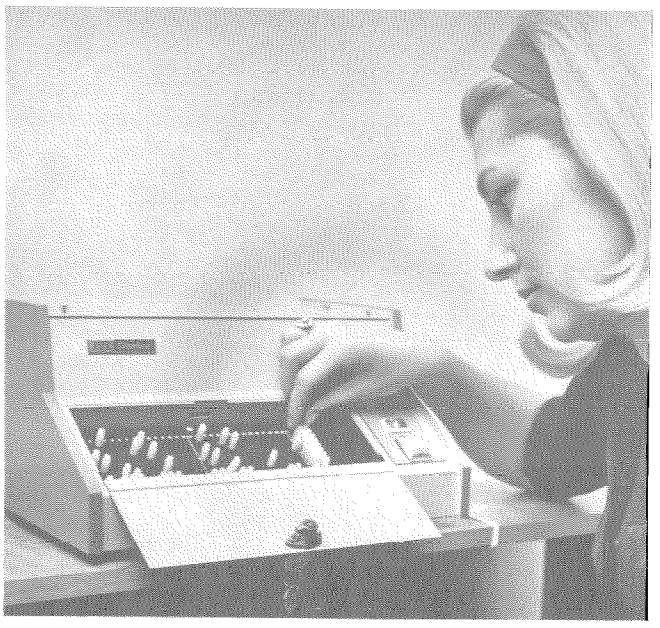
Con componentes completamente electrónicos de estado sólido, se observarán 1.000 circuitos de detección, cada uno de los cuales puede tener más de un dispositivo de detección con la velocidad de 10 á 15 circuitos por segundo. Como el sistema utiliza las técnicas de multiplex, ninguna alarma puede bloquear las otras señales aún en el caso de presentarse las 1.000 alarmas simultáneamente. El operador puede controlar o probar el equipo distante sin interferir con la posibilidad de observación del mismo puesto.

Los cambios indicados por los detectores actuan una señal audible en la posición y se registran por impresión permanentemente. La alarma se repite hasta que el operador ha manifestado estar enterado lo que se registra del mismo modo. El sistema de transmisión está deseñado para dar la máxima seguridad de operación aún en caso de averias.

ITT Mackay Marine Division, Estados Unidos



Posición flanqueada con dos cuadros indicadores de 100 circuitos del sistema 400 de observación y registro de alarmas.



El Cryptel 240 para tráfico comercial por teletipos, emplea punzones en orificios para determinar el código de cifrado, con $2{,}5 \times 10^{26}$ posiciones posibles.

Protección criptográfica del tráfico comercial de teletipos.

La máquina Cryptel 240 cifra despachos antes de la transmisión y los aclara después en el extremo receptor trabajando en unión de teletipos arrítmicos con código de 5 unidades equipados con perforador y con lector de cinta.

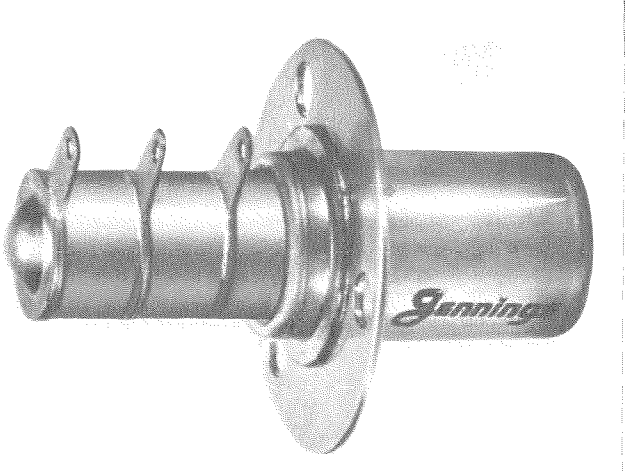
Una serie de punzones introducidos en orificios de un panel determina el código de cifrado. Las posiciones de los punzones se cambian con facilidad por personal no técnico como es evidente en la fotografía. El número de códigos distintos de agrupación es $2{,}5 \times 10^{26}$. No hay partes móviles con excepción de los conmutadores de control. Semiconductores en circuitos integrados están montados en placas de circuitos impresos.

La máquina es de 184 × 305 mm. y pesa 9,7 Kg.

ITT World Communications, Estados Unidos

Relé de vacio.

El relé de vacio monopolar de dos posiciones que se muestra en la figura, interrumpe 1.000 watios de corriente continua en 100.000 operaciones con un valor máximo de corriente de 1 am-

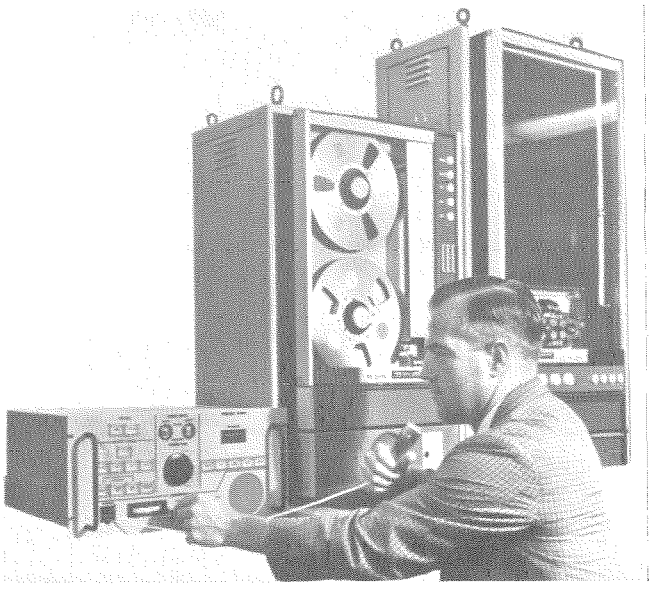


Relé compacto de vacio monopolar, con dos posiciones, con capacidad para interrumpir 1 kilowatio de corriente continua.

perio ó 2.000 voltios. Soporta un voltaje de pico de 4.000 voltios y puede conducir 4 amperios de valor eficaz a 16 Mc/s. La resistencia del contacto no pasará de 0,010 ohmios. El tiempo máximo de operación es 10 milisegundos.

La unidad ocupa menos de 6 cm^3 y pesa 20 gramos.

ITT Jennings, Estados Unidos



Registro de datos de sonar. Los dos cuadros altos tienen registros magnéticos de cinta y los pequeños el equipo de control.

Registro de datos de Sonar.

Un nuevo registrador de datos de sonar para barcos se ha entregado al United States Naval Underwater Sound Laboratory.

El sistema registra la salida desde un transductor de sonar en un bucle de cinta continuo que da un retardo de 20 ó 40 segundos para evaluación y transferencia a una cinta permanente. Pueden agruparse también en esta cinta comentarios hablados.

ITT Federal Laboratory, Estados Unidos

Medidor de intervalos para lanzamiento de cohetes.

Se ha desarrollado un medidor de intervalos para controlar automáticamente el disparo de cohetes desde un helicóptero. Está diseñado para medir el tiempo de los lanzamientos de cohetes de modo que pueda determinarse las fuerzas de reacción en las experiencias sobre helicópteros para la mayor rapidez de los disparos.

ITT Industrial Products Division, Estados Unidos

Relé satélite de televisión a través del Pacífico.

En 27 y 29 de Enero de 1967 se transmitieron los primeros programas comerciales de televisión desde los Estados Unidos a Japón por intermedio del satélite de comunicación Lani Bird, saltando sobre el Oceano Pacífico.

El programa inicial de noticias de los Estados Unidos fué transmitido a todo color desde los estudios de la National Broadcasting Company en Nueva York a la Nippon Television Network, patrocinadora del programa.

ITT World Communications, Estados Unidos

Otros artículos y comunicaciones hechas por ingenieros de ITT de Enero á Abril 1967

Standard Elektrik Lorenz AG

Artículos

Baade, O., y Gasser, L., *Teilnehmerverhalten bei Tastwahl,* Nachrichtentechnische Zeitschrift 20 (1967) 2, pp. 98—105.

Buhmann, G., *Kunststoffe in der Kabeltechnik,* Nachrichtentechnische Zeitschrift 20 (1967) 1, pp. 38—43.

Deubert, R., *Ansteuerungsmethoden für die Farbbildröhre,* radio mentor 33 (1967) 2, pp. 105—107.

Hempel, H. P., *Die Theorie des heterogenen PN-Übergangs, angewandt auf den Selengleichrichter,* Zeitschrift für angewandte Physik 22 (1967) 3, pp. 190—195.

Hempel, H. P., *Untersuchungen an heterogenen PN-Übergängen zwischen Selen und verschiedenen Seleniden,* Zeitschrift für angewandte Physik 22 (1967) 3, pp. 196—200.

Neubauer, R., y Polakowski, G., *Nachrichtenvermittlung mit Digitalrechnern,* Elektronische Rechenanlagen 9 (1967) 1, pp. 23—31.

Rottgardt, K. H., *Die Bedeutung neuer Technologien für die zukünftige Struktur nachrichtentechnischer Produktionsstätten,* Nachrichtentechnische Zeitschrift 20 (1967) 1, pp. 33—35.

Widl, E., *Der latente Reduktionsfaktor von Fernmeldekabeln,* Nachrichtentechnische Zeitschrift 19 (1967) 12, pp. 713—718.

Comunicaciones

Becker, L., *Compatible 300 and 960 Channel Line Equipment for Small Diameter Coaxial Cable,* Symposium de ITT, Lisboa, 10—14 Abril 1967.

Becker, L., *Modern High Performance — All Solid State Radio Relay Systems,* Symposium de ITT, Lisboa, 10—14 Abril 1967.

Carl, H., *Nachrichtenübertragung mit künstlichen Erdsatelliten,* Verband Deutscher Elektrotechniker, Braunschweig, 27 Abril 1967.

Dietrich, W., *Maschinen zum Lesen gedruckter Ziffern,* Verband Deutscher Post-Ingenieure, Nuremberg, 15 Febrero 1967.

Fendt, H., *Vakuumtechnik in der Fertigung von Elektronenröhren,* Verein Deutscher Ingenieure, Bildungswerk, Francfort sur le Main, 6—11 Marzo 1967.

Haas, W., *Ein Überblick über den möglichen Einsatz spulenloser Baueinheiten in der Multiplextechnik (Trägerfrequenztechnik),* Nachrichtentechnische Gesellschaft, Diskussionssitzung, Munich, 20 y 21 Abril 1967.

Kaiser, W., *The ITT Railway Signalling System,* Symposium de ITT, Lisboa, 10—14 Abril 1967.

Kaiser, W., *The Teleprinter LO 133,* Symposium de ITT, Lisboa, 10—14 Abril 1967.

Knauer, H. U., *Telefonieren ohne Handapparat,* Verband Deutscher Post-Ingenieure, Darmstadt, 16 Febrero 1967.

Lehnich, H., *Colour TV Transmitters with Solid State Preamplifier Stages and Klytron Output Stages for Bands IV and V,* Symposium de ITT, Lisboa, 10—14 Abril 1967.

Mosch, R., *Die Fernsprechvermittlungstechnik auf dem Wege zur Elektronik,* Elektrotechnische Gesellschaft, Hannover, 25 Abril 1967.

Reidel, B., *Die Pulscodemodulation in der Übertragungs- und Vermittlungstechnik,* Verband Deutscher Post-Ingenieure, Nuremberg, 19 Abril 1967.

Rötzel, D., *Funkanlagen zur Sicherheit des Luftverkehrs,* Verband Deutscher Elektrotechniker, Krefeld, 14 Marzo 1967

Scheible, F., *Transistorierte Leitungsausrüstung für die Kleinkoaxialtechnik,* Verband Deutscher Post-Ingenieure, Stuttgart, 1° Febrero 1967.

Schmidtz, W., *Geschichte, Aufbau und Anwendung von Elektronenrechnern,* Verband Deutscher Elektrotechniker, Bonn, 18 Abril 1967.

Schwant, J., y Rupp, H., *Vergleich der Realisierungsverfahren aktiver RC-Netzwerke,* Nachrichtentechnische Gesellschaft, Diskussionssitzung, Munich, 20 y 21 Abril 1967.

Walker, O., *Einheitliche Prüfmittel für Einzel- und Massenfertigung und deren Zuverlässigkeit,* NTG-Tagung „Zuverlässigkeit", Nuremberg, 12—14 Abril 1967.

Willrett, H., *Field Experience with Quasi-Electronic Switching Systems,* IEEE Convention, Nueva York, 23 Marzo 1967.

Bell Telephone Manufacturing Co

Artículos

Geerts, J. A., *De middagbetrekking,* (El desempleo) TYD, n° 4, 27 Enero 1967.

Geerts, J. A., *De invloed van de hiring-restriction op het beschikbare werknemers-potentieel,* (La influencia de la restricción de arriendo sobre el potencial empleado disponible), TYD, n° 7, 17 Febrero 1967.

Geerts, J. A., *De merit-rating en haar nadelen,* (El margen de mérito y sus inconvenientes), TYD n° 13, 13 Marzo 1967.

Jankovich, J. L., *Phase-Locked Interferometer,* Proceedings of XVIth International Astronautical Congress, Atenas, Vol. III.

Comunicaciones

D'Haens, J., *Biomedical engineering — een nieuwe discipline,* (Una nueva disciplina — Ingeniería biomédica), Meeting of I.K.V.A.O., Amberes, 1° Marzo 1967.

Gob, A., *Procédure d'établissement des offres au sein de l'entreprise,* Meeting "Financement des exportations", Fabrimetal, 16 Marzo 1967.

Scheldeman, C., *Informatie en kommunikatie in het bedrijf,* (Información y comunicación en la industria), Stichting Lodewijk de Raet, Heverlee, 1er trimestre 1967.

* Van Holst, H., *Dynamische analogiëen en hun toepassingen of telefonen en mikrofones,* (Analogías dinámicas y su aplicación a teléfonos y microfonos), KVIV, Amberes, 1er trimestre 1967.

Verhulst, F., *De technische Ingenieur en de Computer,* (El ingeniero técnico y el computador), Vereniging der technische ingenieurs en de eindejaarsstudenten van de vrije Hogere Technische Scholen van Aalst, 8 Marzo 1967.

Verstraelen, R., *Digitale bouwstenen in de automatizering,* (Estructura digital básica en la automatización), kring van de BRT-Labotechnici, Bruselas, 28 Febrero 1967.

Standard Eléctrica, S. A.

Comunicaciones

De los Ríos, F., *Planificación de Redes de Telecomunicación por medio de ordenadores,* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Marzo 1967.

Gomez Solera, J. L., *Circuitos básicos digitales,* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Marzo 1967.

Rodriguez, A., *Simulación de Tráfico telefónico mediante ordenadores,* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Marzo 1967.

Santos, I., *Estudio de filtros, Centro de Investigaciones Físicos, Febrero 1967.*

Vidondo, F., *Aplicaciones de los ordenadores en Telefonía,* Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Marzo 1967.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques

Artículos

Favier, P., y Bonin, A., *Le centre Nodal automatique de commutation 4 fils de Lyon-Sévigné en système Pentaconta,* Commutation et Electronique, N° 16, Enero 1967.

Comunicaciones

Girinsky, M. A., *DS 3 Type Electronic Message Switching Center,* Coloquio de conmutación de mensajes organizado por The Institution of Electrical Engineers, Londres, 20 Febrero 1967.

* Gréard, M., *Télécommande et Télésignalisation CGCT*, Nantes, 10 Febrero 1967.

* Gréard, M., *Les systèmes de télecommande à relais de CGCT*, Conferencia de la Société Française des Electriciens, 17 Marzo 1967.

Laboratoire Central de Télécommunications

Comunicación

Colin, J. M., *Dispositif de traitement de l'information donnant les performances optimales d'un radar Döppler*, SFER, París, 15 Marzo 1967.

Le Matériel Téléphonique

Comunicaciones

* Combaux (Général), *Civilian West European Sixed hand mobile communication related to military requirements*, Conferencia del Institute of Electrical and Electronics Engineers, New-York, 20 Marzo 1967.

* Danton, J., *Use of an off-track airborne Navigation Computer as an aid to Air Traffic Control*, Londres, 15 Marzo 1967.

Standard Telephones and Cables Limited

Artículos

Fernau, F. G., *ILS Transmitter Monitors for Automatic Blind Landing*, The Radio and Electronic Engineer, Vol. 33, n° 1, Enero 1967, pp. 45—50.

Girling, D. S., *Capacitors, Reliability, Life and the relevance on Circuit Design*, Microelectronics and Reliability, Vol. 6, N° 1, Febrero 1967, pp. 35—51.

Jackson, T. M., y Boswell, D., *Spark Engraving*, Electronic Components, Vol. 8, N° 2, Febrero 1967.

Norbury, F. T., *ILS Equipment for CAT III All-Weather Landing*, World Aerospace Systems, Enero 1967, pp. 20—22.

Ruffle, H. N., *Category 3 Ground Guidance*, Flight International, 9 Marzo 1967, pp. 371—372.

Stuttard, E. B., *The Economics of the Use of IC's*, Electronics Weekly, Febrero 1967, pp. 7—9.

Thew, P. F., *Soldering is here to stay*, Electronics Weekly, 8 Marzo 1967, p. 13.

Thompson, P. J., *Moulded Plastics*, Electronic Equipment News, Marzo 1967, pp. 12—19.

Young, P., (of ITT/AME), *Q. R. R. Campaigns (Letter)*, Electronic Components, Vol. 8, N° 2, Febrero 1967, pp. 165—166.

Comunicaciones

Aylott, E. R., *The principles of Frequency Division Multiplex and Channel Translating Equipment*, Midland Electricity Board, Worcester Training College of Midland, Electricity Board, 1° Marzo, 1967.

Bundy, E. M., *The Remote Control of Lighhouses and Beacons*, Remote Control and Supervisory System, Londres, IERE, 15 Febrero 1967.

Norbury, F. T., *An ILS Equipment designed for All-Weather Landing of Aircraft*, Air Traffic Control System Engineering and Design, Savoy Place, Londres, W. C. 2, 13—17 Marzo 1967.

Smith, G. G., y Pardoe, P. J., *Evaluation of Message Switching Systems*, IEE Colloquium on Message Switching, Londres, IEE, 20 Febrero 1967.

Thomas, A. B., Tripod — *A total Information System*, Enfield College of Technology Symposium, Enfield College of Technology, 7 Febrero 1967.

STC Semiconductors Limited

Artículo

Jones, E. L., *"Noise Margins" in Binary Electrological Systems*, Electronic Engineering, Vol. 39, N° 469 (Marzo 1967), pp. 142—147.

Comunicaciones

Comunicaciones presentadas en Medway College, Rochester, Kent, en Enero y Febrero 1967.

* Hunt, R., *Switching Circuits.*

* Hunt, R., *Use of transistors in Logic Circuits.*

* Hunt, R., *Monolithic Semiconductor Integrated Circuits.*

* Hunt, R., *Integrated Electronics.*

Standard Telecommunication Laboratories Limited

Artículos

Brisbane, A. D., *High Gain Pulsed Laser*, Nature, 1° Abril 1967, p. 75.

Cattermole, K. W., *High Speed P. C. M. may be Assisted by New Coding*, Electronics Weekly, 15 Marzo 1967.

Crossland, W. A., y Marr, C. A., *Epitaxy of Chromium on Cleavage Faces of Rock Salt under Ultra-High Vacuum*, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 6, Abril 1967.

Horsley, A. W., y Pearson, A., *Measurement of Dispersion and Interaction Impedance Characteristics of Slow-Wave Structures by Resonance Methods*, IEEE Transactions (Electron Devices), Vol. ED-13, N° 12, Diciembre 1966.

Simmons, J. G., y Verderber, R. R., *Further Observations on Scattering from Thin Gold Films*, Applied Physics Letters, 1° Abril 1967.

Skedd, R. F., y Craven, C., *Magnetically Tunable Multisection Bandpass Filters in Ferrite Loaded Evanescent Waveguide*, IEE Electronic Letters, Vol. 3, N° 2, Febrero 1967.

Teesdale, R. R., y Weston, J. D., *The Encoding of Broadband Signals*, Systems and Communications, Part 1, Vol. 3, N° 2, Febrero 1967, pp. 18—22; Part. 2, Vol. 3, N° 3, Marzo 1967, pp. 28—30.

Thomas, D. J. D., *The Effect of Heat Treatment on Silicon Nitride Layers on Silicon*, Physica Status Solidi, Vol. 20, N° 131, 1967.

Wright, E. P. G., *Meeting in Geneva of CCITT Working Party XIII/2*, ITV Telecommunication Journal, 15 Marzo 1967.

Comunicaciones

* Alexander, J. H., *The Deposition of Adherent Coatings of Insulants in a Radio Frequency Glow Discharge*, Pyrolysis Colloquium, British Ceramics Research Association, Stoke-on-Trent, 14 Marzo 1967.

* Brisbane, A. D., y Jackson, T. M., *The Pulsed Gas Laser and its Applications to Microcircuit Fabrication*, SIRA Conference on New Developments in Optics and their Applications in Industry, Eastbourne, 10—12 Abril 1967.

* Coleman, M. V., y Thomas, D. J. D., *The Structure of Silicon Oxide Films*, Conference, on Thin Films — Dielectric and Resistive Properties, Nottingham University, 3—5 Abril 1967.

* Crossland, W. A., y Marr, C. A., *Growth and Structure of Single Crystal Film and their Electrical Properties*, Institute of Physics Conference on Resistive and Dielectric Properties of Thin Films, Nottingham, 3—5 Abril 1967.

* Gains, B. R., *Stochastic Computing*, Spring Joint Computer Conference, Atlantic City, N. Y., 17—20 Abril 1967.

Goodman, C. H. L., *Very High Temperatures and Pressures in Materials Research*, Chemical Society, Lancaster University, 7 Marzo 1967.

Hill, David, R., *Some Steps towards a Man-Machine Interface using Speech*, Colloquium of Autonomics Division of National Physical Laboratory, 17 Febrero 1967.

Kao, C. K., *Used of Optics in Communications*, SIRA Conference on New Developments in Optics and their Application in Industry, Eastbourne, 10—12 Abril 1967.

Kao, C. K., Lytollis, J., y Turner, G. I., *Infra-Red Optical Communication Systems*, Confidential Symposium on Infra-Red Systems, RRE, Malvern, 19—21 Abril 1967.

* Kerr-Waller, R. D., *Automated Information Dissemination System,* British Computer Society, ASLIB and The Institute of Information Scientists, Londres, 8 Febrero 1967.

* Lees, J., *Interband Carrier Transfer in n-GaAs at High Pressure,* Fifth High Pressure Research Meeting, Reading University, 18—19 Abril 1967.

* Lemke, P. B., y Cooke, R. E., *Integrated Thin Films Networks with Distributed RLC Parameters,* NTG discussion meeting on The Influence of New Technologies on the Design of Electrical Networks, Munich, 20—21 Abril 1967.

* Lytollis, J., *Industrial Applications of Infra-Red Radiation,* SIRA Conference on New Development in Optics and their Applications in Industry, Eastbourne, 11 Abril 1967.

* Nichols, L. D., *System Effectiveness; a Measure of Overall System Behaviour,* IEE Colloquium on Message Switching, Londres, 20 Febrero 1967.

* Pitt, G. D., *Operation of Drickamer's Apparatus with Commercial Spectro-Photometer,* Fifth High Pressure Research Meeting, Reading University, 18—19 Abril 1967.

* Preece, K. E., *ITTE Subscriber Apparatus,* Telecommunication Symposium, Lisboa, 11 Abril 1967.

* Ramsay, M. M., *The Effect of Nuclear Radiation on Thin Film Resistors,* Conference on Thin Films, Nottingham University, 5 Abril 1967.

* Reeder, T. M., *An Equivalent Circuit Analysis of Thin Film Transducer Performance,* IEEE Conference on Semiconductor Device Research, Bad Nanhein, Abril 1967.

* Sandbank, C. P., *Domain Originated Functional Integrated Circuits,* International Solid-State Circuits Conference, University of Pennsylvania, 15—17 Febrero 1967.

* Sandbank, C. P., *Interaction of High Field Domains with Inhomogeneities in the Drift Path of Bulk Effect Devices,* IEEE Meeting on Bulk Effects, New York, Febrero 1967.

Selway, P. R., *A GaAs Infra-Red Detector with High Internal Gain,* Institute of Physics and Physical Conference on Image Detection and Processing, RRE, Malvern 24 Abril 1967.

Skedd, R. F., y Craven, G., *Magnetically Tunable Multisection Bandpass Filters in Ferrite Loaded Evanescent Waveguide,* IEE Electronic Letters, Vol. 3, N° 2, Febrero 1967.

Toombs, P. A. B., y Bonnet, P., *Electrical Resistance of Thin Triode Sputtered Gold Film,* Conference on "Thin Films — Dielectric and Resistive Properties", Nottingham University, 3—5 Abril 1967.

Weir, A. D., *Electronic Switching — A Review,* Telecommunication Symposium (Electronic and Semi-Electronic Switching), Lisboa, 10—14 Abril 1967.

Standard Radio & Telefon AB

Comunicaciones

Mellberg, K., *Experience from automatic tracking on ATC,* IEE Conference on ATC Systems Engineering and Design, Savoy Place, Londres, 13—17 Marzo 1967.

Skåraeus, S., *Okad användning av datamaskiner inom lufttrafikledning vid större flygplatser* (Mayor utilización de computadores en control de tráfico en los grandes aeropuertos), The Swedish association of Electrical Engineers, Estocolmo, 9 Febrero 1967.

Standard Telephon und Radio AG.

Comunicación

Dr. Schellenberg, A., *Uebermittlungssatelliten,* Zürcher Ingenieur und Architekten-*Verein, Zurich, 1° Marzo 1967.*

International Telephone and Telegraph Corporation

Comunicación

O'Connell, J. A., *Member of discussion panel on microelectronics,* Society of Automotive Engineers, New-York, New York, 14 Febrero 1967.

ITT Federal Laboratories

Comunicación

Zaratkiewicz, E. A., *Thick-Film Materials, Substrates, Conductors, Resistors, and Capacitors,* National Electronics Packaging Conference, West Long Beach, California, Enero 1967.

ITT Telecommunications

Comunicación

Duncan, R. H., *Tracing of Annoyance Calls,* Kansas Telephone Association Spring Meeting, Ottawa, Kansas, 14—15 Marzo 1967.

ITT Wire and Cable Division

Comunicaciones

Alexander, D. C., *Application of Cross-Linked Materials for Wire and Cable,* Rhode Island Rubber Group, 6 Abril 1967.

Bennett, E. W., *Irradiation Cross-Linking of Polymers,* Rhode Island Rubber Group, 6 Abril 1967.

---

* El asterisco indica que la comunicatión está disponible por escrito.