

# Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

## RESUMEN

## VOLUMEN 44 (1969) NÚMERO 2

En este número .....	98
Una central tándem PCM experimental, por <i>J. G. Dupieux, J. R. Mumford y G. W. Wells</i> .....	100
Centralita privada automática por división en el tiempo, por <i>D. L. A. Driver, T. H. Flowers y G. W. Hughes</i> .....	108
Sistema de conmutación telefónico 10-C interurbano, por <i>H. H. Adelaar y J. D. Beierle</i> .....	115
Sistema de datos CENSOR 900, por <i>K. Mellberg</i> .....	120
Sistema de datos de pacientes, por <i>S. O. Petterson</i> .....	130
Aspectos económicos de la utilización de sistemas de portadoras para abonados, por <i>B. B. Jacobsen</i> .....	136
El programa ITT de síntesis de filtros en ordenador, por <i>K. Walter y K. J. Comes</i> .....	143
Modem polifásico multiplex por división de frecuencia, por <i>D. R. Barber y M. J. Gingell</i> .....	155
Requisitos del equipo de a bordo para navegación y determinación de la posición por satélites, por <i>J. Chernof</i> .....	161
Los teléfonos en el mundo el 1 de Enero 1968 .....	167
Otros artículos y comunicaciones .....	170
Nuevas realizaciones .....	172
Distinciones: Geneen condecorado en España .....	129
Premios .....	114
Nuevos libros .....	119

Editor principal: Harold P. Westman

Editor para Europa: C. Meuleau

Director en Español: F. Fdez. de Alarcón, Ramírez de Prado 5, Madrid - 7

Gratuito

## En este número

### Una central tándem PCM experimental

Después de una breve definición de lo que son una central tándem y la modulación codificada de impulsos (PCM), los autores describen la central tándem PCM experimental, resultado de un desarrollo en común de Standard Telephones and Cables y el Laboratoire Central de Télécommunications.

Las características principales de este equipo son las siguientes:

- es un sistema controlado por un programa almacenado en memoria. Se utilizan dos procesadores de la misma forma que en un desarrollo anterior de la Bell Telephone Manufacturing Co. (el proyecto 10C);
- un conjunto de unidades de programa cableado centralizado, que ejecutan funciones simples a velocidad de canal PCM con gran capacidad de elaboración, permiten reducir la carga de los procesadores;
- una red de conmutación del tipo espacio-espacio-tiempo-espacio-espacio (SSTSS) con transferencia en paralelo proporciona flexibilidad y permite ampliaciones hasta un tráfico de 5.000 erlangs con el diseño actual;
- la confiabilidad está asegurada mediante duplicación e independencia de ciertas unidades, multiplicidad y acceso múltiple a través de la red de conmutación, y programas en línea y fuera de línea capaces de detectar y localizar averías;
- el empleo general de circuitos integrados hace que el sistema sea de reducidas dimensiones, silencioso y potencialmente de alta confiabilidad con bajos costes de mantenimiento.

### Centralita privada automática por división en el tiempo

Se han desarrollado centrales electrónicas con diferentes dispositivos básicos utilizando las técnicas de división en el tiempo y en el espacio. La llegada de los circuitos integrados combinada con el bajo precio y la alta calidad de los semiconductores de silicio ha hecho económicamente atractivo y suficientemente fiables los sistemas múltiplex de división en el tiempo modulados en amplitud.

La centralita privada automática desarrollada por Standard Telephones and Cables utiliza los últimos componentes disponibles en el comercio y la tecnología asociada para los sistemas de división en el tiempo. Las unidades descritas en este artículo cubren el margen entre 100 y 560 líneas.

El sistema se basa en el funcionamiento sin mantenimiento preventivo y cuando se produce un fallo, el mantenimiento se reduce a reemplazar una placa impresa.

### Sistema de conmutación telefónico 10-C interurbano

El sistema interurbano 10-C opera bajo un control total de programa con memoria, con una capacidad para conmutar hasta 60.000 enlaces interurbanos (50 % entrantes y 50 % salientes) y más de un millón de llamadas por hora. El sistema es compatible con las exigencias de señalización de los canales normales.

La red de conmutación con relés "reed" de alta velocidad, dispuesta en puntos de cruce a cinco hilos en matrices de 4x4, proporciona un crecimiento modular y una sencilla extensión en centrales interurbanas desde 1000 a 30.000 enlaces entrantes.

Los circuitos simplificados de enlaces y registradores, unidos al control por programa en memoria, proporcionan la adición flexible de nuevos sistemas de señalización en línea y de información de acuerdo con las necesidades.

El sistema central utiliza una configuración modular de proceso múltiple, en el que se incluyen procesadores principales y de entrada-salida como en los sistemas 10-C, trabajan en la modalidad de carga compartida y no se emplea la microsincronización de pares de procesadores. La ejecución de estos elementos se ha optimizado para reducir su número en configuraciones para grandes sistemas.

Se ha dado énfasis a la velocidad de conmutación, gran fiabilidad y tiempo mínimo sin uso del procesador central, la facilidad de mantenimiento y flexibilidad para agregar nuevos sistemas de señalización, incluyendo el sistema nº 6 del CCITT.

### Sistema de datos CENSOR 900

En el comienzo de los años 60, las Fuerzas Aéreas suecas iniciaron el desarrollo de un moderno sistema de datos de radar para la defensa aérea, contratando la parte principal de los centros de tratamiento y presentación de datos del radar a Stan-

dard Radio & Telefon AB, la compañía sueca asociada a ITT. El sistema desarrollado por SRT bajo este contrato militar fué concebido de manera que pudiera ser ulteriormente utilizado en aplicaciones más generales dentro del campo de comunicación entre el hombre y la máquina en combinación con unidades terminales de presentación de datos sobre tubos de rayos catódicos. Estas aplicaciones caen en el área de los generalmente denominados sistemas de tratamiento de información, constituyendo ejemplo de las realizaciones de SRT, el control de tráfico aéreo y sistemas de vigilancia semejantes, control de información sobre pacientes en hospitales, búsqueda y puesta al día de información para distintos usos, procesamiento de mapas del tiempo en centros meteorológicos y diseño con la ayuda de ordenadores.

El sistema militar de tratamiento y presentación de datos se ha modernizado con la introducción de la tecnología de circuitos integrados, habiéndose convertido también en un sistema de gran modularidad como consecuencia de la experiencia adquirida en los sistemas militares. El sistema cuya descripción global aparece en este artículo, se denomina sistema de datos CENSOR 900 e incluye equipos de tratamiento de datos y unidades terminales.

### Sistema de datos de pacientes

Un sistema moderno de presentación visual para vigilar los datos de los pacientes se instaló en Agosto de 1967 en la clínica del torax del hospital Karolinska de Estocolmo; la instalación la realizó Standard Radio & Telefon AB, Suecia. El sistema se desarrolló partiendo de los módulos de los sistemas de datos de SRT para la defensa aérea y el control del tráfico aéreo. Está constituido por un computador Censor 908 que se usa como dispositivo de control de los terminales de visualización GRAFOSKOP, colocados en los despachos de los doctores, quirófanos y en las salas de enfermeras, etc.

La experiencia clínica de un año demostró que el sistema reducía sustancialmente el trabajo rutinario de la clínica y permitía una consideración más rápida de los casos. A finales de 1968 se extendió el sistema y se reemplazó por módulos de los sistemas de datos CENSOR 900 de la última generación.

Por medio de un sistema de interfonos ITT 411 puede establecerse la comunicación telefónica y la entrada de datos mientras que la presentación visual de textos y datos se hace desde los teclados de los aparatos GRAFOSKOP. Los datos pueden presentarse como gráficos, en forma tabular o mediante textos. El sistema se conectó directamente con el banco central de datos del hospital IBM 360/40, en el verano de 1968.

### Aspectos económicos de la utilización de sistemas de portadoras para abonados

Cuando en un área telefónica local un cable está saturado, la necesidad puede resolverse con equipo de portadora para abonado o por un nuevo cable. La instalación permanente de equipo de portadora resulta económico solo para cables largos, lo que no suele ocurrir en áreas locales. Sin embargo, puede encontrarse casos en que la aplicación en corto plazo de portadoras resulte económico en distancias mucho más cortas.

La comparación económica de portadoras y cable está fundada en el concepto de "pago anual por circuito en servicio activo" (PA). Este concepto conduce a un método realístico sencillo de comparar económicamente sistemas de capacidades distintas en los que se encuentran necesidades de crecimiento y puede resultar útil para otros problemas relacionados con la ampliación.

### El programa ITT de síntesis de filtros en ordenador

Los sistemas de transmisión por portadoras exigen redes eléctricas especiales (filtros) en las cuales el cálculo de sus componentes puede obtenerse solamente después de cálculos tediosos con un gran número de cifras decimales. Este artículo describe un programa de ordenador que determina una función de transferencia óptima para una exigencia dada de atenuación y calcula los valores de los elementos del circuito partiendo de esta función para circuitos dados. También, permite realizar análisis. La versatilidad del programa y la alta velocidad de los cálculos permite obtener varias soluciones de un problema en un tiempo muy corto.

### **Modem polifásico múltiplex por división de frecuencia**

Se describe un nuevo tipo de modulador de banda lateral única apropiado para múltiplex por división de frecuencias de 12 canales telefónicos en el grupo básico de 60 á 108 kHz.

Se demuestra que el modulador polifásico puede aceptar con más facilidad, límites más amplios para la exactitud y la estabilidad en cuanto a las características de los componentes integrados y por tanto podrá beneficiarse con la rápida reducción de coste resultante de la utilización de la tecnología de componentes integrados.

El artículo termina con la descripción de un modem completo de canal con señalización fuera de banda. Se dan resultados de las pruebas que demuestran que este sistema puede satisfacer las exigencias de la mayor parte de las administraciones.

### **Requisitos del equipo de a bordo para navegación y determinación de la posición por satélites**

El equipo de navegación por satélites para usos comerciales se ha convertido en una realidad práctica desde la cesión, en Julio de 1967, para fabricación y explotación comerciales del Sistema de Navegación por Satélites de la Marina de Estados Unidos. Desde esa fecha, la utilización comercial ha crecido rápidamente y el equipo de a bordo de navegación por satélites es de uso normal en todo el mundo, principalmente como ayuda en la exploración de yacimientos petrolíferos alejados de las costas y en operaciones de medidas geofísicas.

El sistema proporciona la única combinación de funcionamiento en cualquier condición atmosférica y lugar del mundo, una alta precisión y un costo para el usuario relativamente modesto.

# Una central tandem PCM experimental

J. G. DUPIEUX

Laboratoire Central de Télécommunications, Paris,

J. R. MUMFORD

G. W. WELLS

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

## 1. Introducción

Más del 70% del tráfico originado en las centrales telefónicas de las zonas urbanas va dirigido a líneas de abonados conectadas a otras centrales. Cada central debe tener conexiones directas (enlaces) a cada una de las demás centrales o bien puede tener un grupo de enlaces con centros de conmutación intermedios, denominados centrales tandem, que permiten la conexión de unos enlaces con otros, proporcionando así la cobertura total de la red. La mayor parte de las redes con varias centrales emplean una mezcla de enlaces directos y centrales tandem.

En circunstancias normales cada conversación se transmite sobre un circuito de enlace a 2 hilos independiente pero existen métodos de división en el tiempo que permiten cursar varias conversaciones simultáneas por el mismo enlace. Se hace un muestreo de cada conversación en un momento diferente, se intercalan las muestras en el enlace para la transmisión y se reconstituye la conversación en el extremo distante. Se controla mejor la calidad de transmisión si la muestra se transmite en código de forma que la pauta de dígitos binarios recibida en el extremo distante permite reconstituir la muestra original. En esto consiste la modulación codificada de impulsos (PCM) o transmisión digital, que se está empezando a utilizar en gran escala. El sistema actual permite el establecimiento de 24 circuitos telefónicos sobre dos enlaces, equivaliendo un circuito de un sistema PCM a un enlace convencional a dos hilos. Podría adaptarse fácilmente a sistemas de (30 + 2) canales.

Si en la central tandem se emplearan para estos circuitos técnicas de conmutación convencionales, sería preciso decodificar la información de digital a audio y volver a pasar de audio a digital a la entrada y la salida de la central tandem. Puede utilizarse una combinación de las técnicas de conmutación con división en el tiempo y la conmutación espacial con división en el tiempo (denominada conmutación digital), para permitir la interconexión de canales individuales de enlaces con transmisión digital sin necesidad de decodificación. Este artículo describe estas técnicas de conmutación aplicadas a la central PCM experimental, que ha resultado del desarrollo conjunto de Standard Telephones and Cables y Laboratoire Central de Télécommunications y que en la actualidad está en período de instalación por STC para prestar servicio piloto en la red del British Post Office.

La central PCM experimental es de un diseño avanzado basado en el control por procesador de las técnicas de conmutación digital. El control es efectuado por dos procesadores de programa almacenado y una lógica de equipos centralizada o programa cableado. Se supervisa el funcionamiento y se realizan pruebas rutinarias para asegurar el comportamiento correcto de los equipos,

con actividades de pruebas y de diagnósticos a fin de localizar el sitio donde aparece una avería. Un teleimpresor proporciona información impresa sobre la avería y puede haber otro situado en un centro de mantenimiento distante. Todos los módulos son enchufables para facilitar la instalación y la sustitución.

La tecnología empleada está basada casi totalmente en la utilización de circuitos integrados TTL que reducen las dimensiones del sistema y lo hacen silencioso, potencialmente muy seguro y con bajos costes de mantenimiento. Se emplean módulos no sólo en las unidades de equipo sino también en los paquetes de programas. Pueden efectuarse cambios, adiciones, sustituciones, etc., mediante la adición o la supresión de módulos de equipos y de programas.

Con objeto de cubrir el más amplio mercado posible, se han diseñado los módulos para uso general en su mayor parte; se han aprovechado así los desarrollos previos de LCT.

Las características nacionales aparecen en el menor número posible de unidades y normalmente en partes no relacionadas con las funciones de aplicación general.

## 2. Características principales

Es necesario hacer una breve revisión de las características más notables, como guía para el buen entendimiento de la descripción detallada de las unidades funcionales.

### 2.1 Complejo de control central

Es semejante al desarrollado por Bell Telephone Manufacturing Co. para el sistema 10C: está básicamente constituido por dos procesadores que trabajan según el principio de reparto de la carga. Si se produce una avería en uno de ellos, el otro se hace cargo inmediatamente del tráfico que atendía el procesador defectuoso.

### 2.2 Unidades de control de equipos

Son multifuncionales, centralizadas y, en general, no tienen redundancia interna; todas estas características tienden a una minimización de equipos.

Reducen la carga de los procesadores realizando ciertas funciones no apropiadas para la lógica de programas y, en particular, actuando como separadores, suprimiendo las interrupciones hacia el control central.

### 2.3 Red de conmutación

Se utiliza la estructura doblada SSTSS\* (ver 3.2 con transferencia en paralelo, tratamiento simultáneo de los dos sentidos de transmisión y 192 intervalos de tiempo por trama (Fig. 1).

La versión existente permite ampliaciones de la central hasta un tráfico máximo de 5.000 erlangs.

\* Espacio, espacio-tiempo-espacio-espacio.

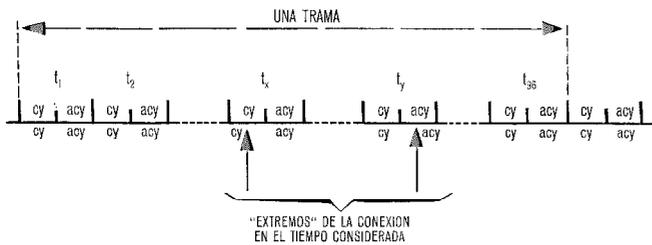


Fig. 1 División en el tiempo de la conmutación.

2.4 Equipo periférico de transmisión

La central tándem experimental ha sido diseñada para permitir la interconexión de sistemas de transmisión PCM de 24 canales que cumplan las especificaciones del British Post Office (como el sistema de transmisión Mark III de STC).

La señalización está contenida en los primeros bits de los canales, con un sistema de supertrama de 4 tramas. Las tramas 1 y 3 están dedicadas a la señalización asociada a los canales, sobre la base del principio de transmisión de los estados permanentes utilizando la

repetición constante de una pauta de 2 bits que da tres estados posibles (0000 . . . , 1111 . . . , 0101 . . .). El patrón de sincronización se transmite en los 16 últimos bits de las primeras cifras binarias de la trama 4. La capacidad restante (la trama 2 reservada para información y los 8 primeros bits de los primeros de la trama 4) no se emplean por el momento.

2.5 Seguridad

La seguridad del sistema se basa en la duplicación de las unidades centralizadas, el acceso múltiple que proporciona la red de conmutación, con plena accesibilidad a las unidades conectadas a la red espacial, y el empleo flexible de programas de pruebas y de diagnósticos.

En las descripciones de las unidades funcionales se dan algunos detalles complementarios.

3. Descripción de las unidades funcionales

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de la central. Tiene tres partes principales:

— El tercio inferior de la figura corresponde al complejo de control central con sus dos procesadores y dispo-

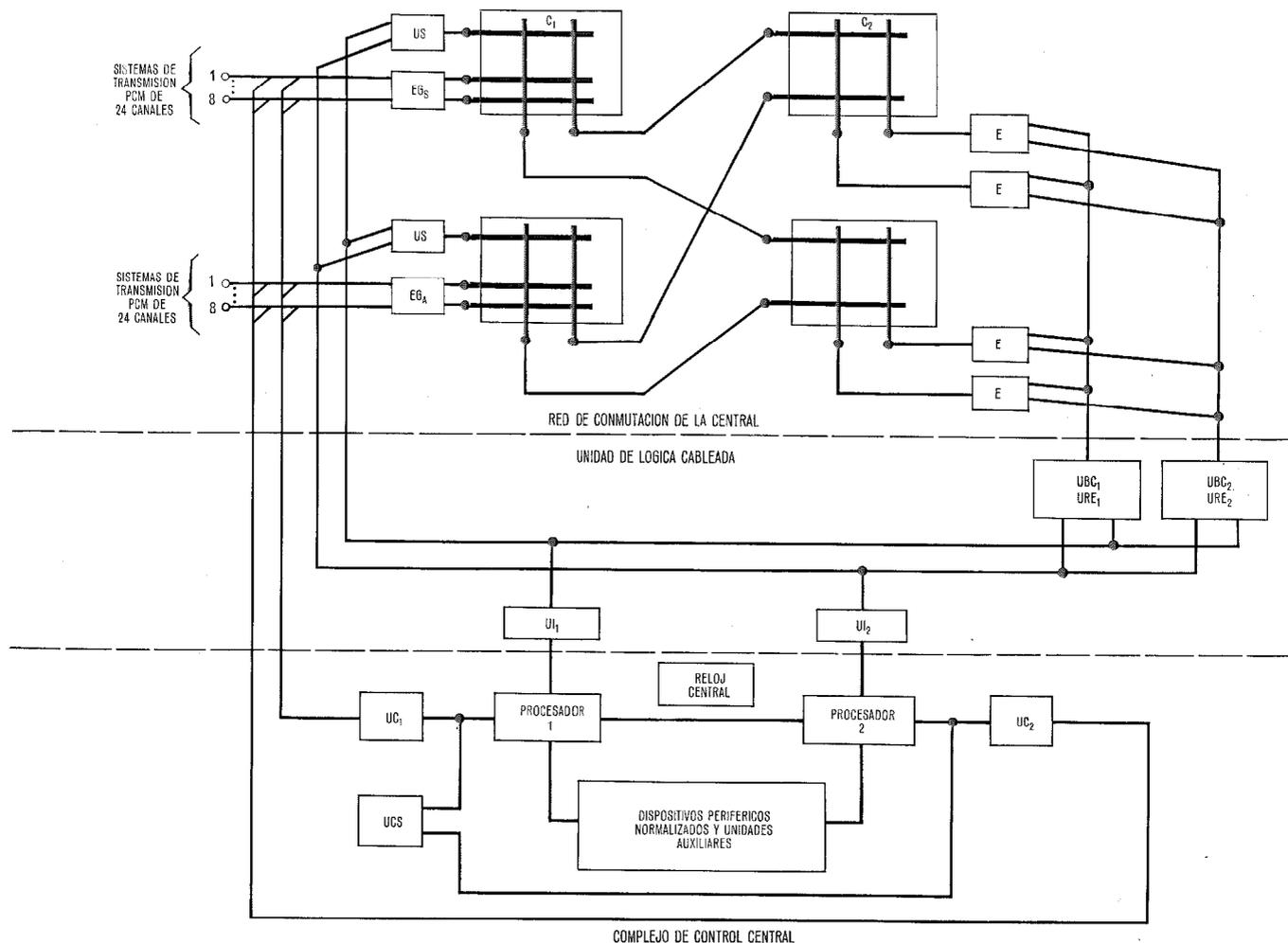


Fig. 2 Esquema simplificado de la central.

- |     |                             |     |                                |
|-----|-----------------------------|-----|--------------------------------|
| C   | conmutador                  | UC  | unidad de comprobación         |
| E   | enlace                      | UI  | unidad de interconexión        |
| EGA | equipo de grupo asíncrono   | URS | unidad registro de exploración |
| EGS | equipo de grupo síncrono    | US  | unidad de señalización         |
| UBC | unidad buscadora de caminos |     |                                |

sitivos periféricos convencionales, diversas unidades auxiliares de los procesadores y varias unidades de pruebas.

- La parte superior muestra la red de conmutación de la central con los equipos de grupo, que permiten la interconexión entre los enlaces PCM y el equipo de conmutación, y las unidades de señalización, conectados todos a la red de conmutación.
- La parte central contiene las unidades de lógica cableada que no están conectadas directamente a la red de conmutación (UBC, URE, UI).

Adviértese que cada procesador puede tener acceso directo, a través de su unidad de interconexión asociada, a cualquier unidad de lógica cableada, es decir, puede tener acceso a cualquier par URE-UBC simultáneamente o individualmente a cualquier US.

Para una central de mayor capacidad las partes inferior y central no cambiarían en absoluto, debiendo ampliarse la parte superior según las necesidades.

El número de US depende del tráfico, equipándose por seguridad un número de dos unidades (como en la central experimental).

Las diversas unidades funcionales, que se indican a continuación, se describen en las secciones siguientes:

- equipo de grupo (EG<sub>A</sub>, asíncrono; EG<sub>S</sub>, síncrono);
- enlace (E) y conmutador espacial (C);
- unidad de señalización (US);
- unidad buscadora de caminos (UBC);
- unidad registro de exploración (URE);
- unidad de interconexión (UI);
- unidad de comprobación (UC);
- otras unidades.

### 3.1 Equipo de grupo

El equipo de grupo constituye la unidad de interconexión entre los sistemas de transmisión digital y el equipo de conmutación digital síncrono que trabaja con su propio reloj maestro.

Hay dos versiones de equipo de grupo en la central experimental, una se llama síncrona y la otra asíncrona.

Sobre un equipo de grupo termina un máximo de 8 vías de transmisión PCM ( $8 \times 24 = 192$  canales). En él se realiza el múltiplex y la resincronización de los 192 canales de modo que su salida al conmutador espacial es totalmente síncrona, es decir que cuando el equipo de grupo EG<sub>n</sub> está transfiriendo un carácter del canal  $t_x$  de su vía al conmutador espacial los demás equipos de grupo están haciendo lo mismo. El equipo de grupo transforma los 8 trenes de impulsos en serie de llegada en dos trenes de salida en paralelo de 96 canales, de modo que en cada intervalo de tiempo se pasan dos caracteres al conmutador espacial primario, C<sub>1</sub>, por dos caminos a 8 hilos. Otros 16 hilos constituyen el camino de vuelta. La velocidad de transferencia a C<sub>1</sub> es de 1.536.000 caracteres por segundo. El equipo de grupo funciona de la siguiente manera: la salida del repetidor final de la línea de transmisión pasa a un traductor de códigos que convierte las señales de inversión de marcas alternativas en señales binarias, extrae la frecuencia de reloj de las señales entrantes y realiza diversas funciones de alarma para el sistema de transmisión. La

función de sincronización se efectúa en la memoria de vías de transmisión (3 filas de 8 bits y una memoria por vía), lo que es apropiado para los sistemas síncronos. En caso de sistemas asíncronos se realiza una segunda función de resincronización en la memoria de grupo (una memoria de 96 filas con 16 bits cada una) que proporciona un retardo de hasta una trama. La memoria de grupo se lee a la velocidad del reloj de la central y la información se pasa al equipo de conmutación alineando la trama.

En ambos casos un circuito realiza las funciones de búsqueda y supervisión del sincronismo. Este circuito se reparte en el tiempo entre los 8 sistemas de entrada y supervisa el patrón de sincronismo que aparece en los últimos 16 bits de los primeros de cada cuarta trama. Se supone que la posición del patrón de sincronismo es conocida gracias a los contadores actuados por el reloj extraído de las señales entrantes. Si no se encuentra el patrón de sincronismo, se arranca una secuencia de búsqueda en la información de llegada. Una vez encontrado el patrón, los contadores que controlan la distribución de los bits entrantes se disponen en las posiciones apropiadas para conseguir una distribución correcta hacia las memorias de vías y de allí a la memoria de grupo (funcionamiento asíncrono) o directamente hacia las entradas del conmutador espacial (funcionamiento síncrono).

El equipo de grupo asíncrono precisa circuitos lógicos adicionales para controlar los "saltos" cuando los trenes de impulsos entrantes son más rápidos que el reloj de la central. Si son más lentos, se lee dos veces un carácter.

El equipo de grupo síncrono no tiene memoria de grupo pero dispone de un retardo fijo para conseguir la alineación de tramas. La memoria de vías es necesaria para compensar las variaciones en el tiempo de propagación a causa de cambios de temperatura, etc.

### 3.2 Red de conmutación —

#### Enlaces y conmutador espacial

La red de conmutación ha sido proyectada para interconectar entradas de 96 canales con información que se trata en paralelo.

Se emplea una estructura doblada SSTSS, cada extremo de una conexión se conecta a través de las unidades de conmutación espacial C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> a la misma unidad de conmutación en el tiempo, que establece la comunicación entre ambos canales.

Esta disposición permite una capacidad de tráfico de hasta 5000 erlangs con la versión actual de la unidad de conmutación espacial unitaria, limitada a  $15 \times 15$  niveles, pero no hay ningún obstáculo tecnológico que impida el empleo de unidades mayores.

El enlace es una unidad multifuncional que contiene una sola memoria de 96 filas (memoria tipo "scratch-pad" con acceso aleatorio) en que se reúnen:

- una memoria que controla una salida de una unidad de conmutación espacial primaria y la salida de la unidad de conmutación en el tiempo secundaria al que se conecta el enlace;
- la unidad de conmutación en el tiempo;

— una memoria asociada a un grupo para la supervisión de la señalización.

Este principio de bloques de memoria multifuncionales situados en los enlaces ha sido preferido por dos razones: hace mínimo el coste de acceso a las memorias y permite la utilización, en las mejores condiciones, de la función de las unidades de transferencia para intercambiar información entre las unidades de señalización y los enlaces a través de la red de conmutación espacial.

El enlace incluye también circuitos lógicos asociados con el equipo de conmutación en el tiempo y la memoria de señalización.

La unidad básica de conmutación espacial está constituida por una matriz de  $15 \times 15$  con accesibilidad total que trabaja en división en el tiempo a una velocidad de 192 canales. Cada punto de cruce está compuesto por 16 puertas "Y" que tratan a la vez dos caracteres de 8 bits, uno en cada sentido de transmisión.

Las selecciones de los puntos de cruce se hacen por el lado de las salidas.

### 3.2.1 Unidad de conmutación en el tiempo

La unidad de conmutación en el tiempo está conectada al conmutador espacial por una vía múltiplex de 192 canales que comprende 96 canales pares y 96 impares. La unidad de conmutación en el tiempo permite la conexión de cualquier canal par con cualquier impar y viceversa. Los intervalos de tiempo impares corresponden al direccionado secuencial de la memoria bajo el control del reloj de la central (control cíclico); los intervalos pares corresponden al direccionado aleatorio del acceso a la memoria (control acíclico), (ver la Fig. 1).

La secuencia de funcionamiento para una conexión entre dos canales  $t_x$  cíclico y  $t_y$  acíclico es la siguiente:

Durante la parte cíclica de  $t_x$  se lee la fila  $x$  de la memoria del enlace; el contenido de la memoria de conversación se pasa primero al canal cíclico  $t_x$  y luego los caracteres de conversación de éste se inscriben en la fila  $x$ . La información que corresponde a la parte acíclica de  $t_x$  no tiene, en general, relación con la conexión entre los canales  $t_x$  cíclico y  $t_y$  acíclico. Durante la parte cíclica de  $t_y$  se lee la fila  $y$ , pasándose la información correspondiente a la conexión entre  $t_x$  cíclico y  $t_y$  acíclico, es decir la dirección de la fila  $x$ , a un registro auxiliar. Durante el período acíclico de  $t_y$  la lógica de direccionado de la memoria selecciona la fila  $x$ , los puntos de cruce que conectan el canal  $t_y$  al enlace se actúan, el contenido de la fila  $x$  de la memoria de conversación se transfieren al canal  $t_y$  acíclico y los caracteres de conversación de éste se inscriben en la fila  $x$  de la memoria de conversación.

Puede verse que únicamente se utiliza una fila de la memoria para una conexión en ambos sentidos y, por tanto, las 96 filas permiten establecer 96 conexiones interconectando los 96 canales cíclicos con los 96 acíclicos.

### 3.2.2 Constitución de la red de conmutación espacial

Como se ve en la figura 2, los equipos de grupo y las unidades de señalización están conectadas a entradas de los conmutadores primarios y los enlaces a salidas

de los conmutadores secundarios, estando interconectados los conmutadores primarios y secundarios por un sistema de mallas.

La condición de que todo canal de un equipo de grupo deba poder ser entrante o saliente, exige que tenga acceso a la vez a los intervalos de tiempo pares e impares en el enlace. Esto se efectúa en la unidad de conmutación primaria espacial que tiene entradas a 96 canales y salidas a 192. Los puntos de cruce se controlan a velocidad de 192 canales. Así, un canal de entrada, que ocupa  $1,3 \mu s$ , corresponde exactamente a dos canales de salida, cada uno de 650 ns, y puede conectarse a cualquiera de ellos actuando el punto de cruce correspondiente.

El conmutador primario espacial tiene el doble de entradas que de salidas a causa del cambio de múltiplex entre entradas y salidas. Las mallas entre los conmutadores primarios y secundarios funcionan a 192 canales y tanto las entradas como las salidas del conmutador secundario funcionan también a 192 canales.

La información de control de los puntos de cruce debe almacenarse para actuarlos en cada trama. Como la central trabaja con un múltiplex de 192 canales, se necesita una memoria de 192 filas con  $n$  bits por fila, dependiendo  $n$  del número de puntos de cruce controlados, que a su vez es una función de las dimensiones del módulo del conmutador espacial. La memoria que corresponde a una salida está dividida en dos memorias de 96 filas (memorias A y B), que en realidad son dos secciones del único bloque de memoria, a las que se tiene acceso durante el período cíclico. La dirección A se utiliza inmediatamente, ya que corresponde a un intervalo de tiempo impar, y la dirección B se almacena en un registro auxiliar hasta el próximo intervalo de tiempo.

### 3.2.3 Ejemplo de conexión

En la figura 3 puede verse una conexión típica entre  $t_x$  en  $EG_{11}$  y  $t_y$  en  $EG_{22}$ . En cada conmutación intervienen 3 enlaces independientes para controlar los puntos de cruce y efectuar la conmutación en el tiempo. Los puntos de cruce del conmutador primario controlados por  $E_{11}$  y  $E_{21}$  para  $EG_{11}$  y  $EG_{22}$ , respectivamente, mientras que el conmutador en el tiempo y los puntos de cruce del conmutador secundario lo son por  $E_{12}$  (el conmutador en el tiempo no está representado en la figura).

### 3.2.4 Supervisión y control de la señalización

La misión de la memoria de supervisión del bloque de memoria del enlace consiste en detectar los cambios en la señalización recibida y controlar las señales a transmitir. Para ello existen conexiones directas entre cada equipo de grupo y su enlace asociado; por estas conexiones (que no se conmutan) se transmiten los bits de señalización de llegada y de salida (extraídos e inyectados, respectivamente, por el equipo de grupo).

La supervisión de la señalización se lleva a cabo almacenando el estado presente de la señal y comparándolo con las señales de llegada. Conociendo la naturaleza de un canal (es decir, entrante o saliente), los procesadores pueden determinar el significado de los cambios de señalización. Estos sólo tienen importancia si persisten y, por

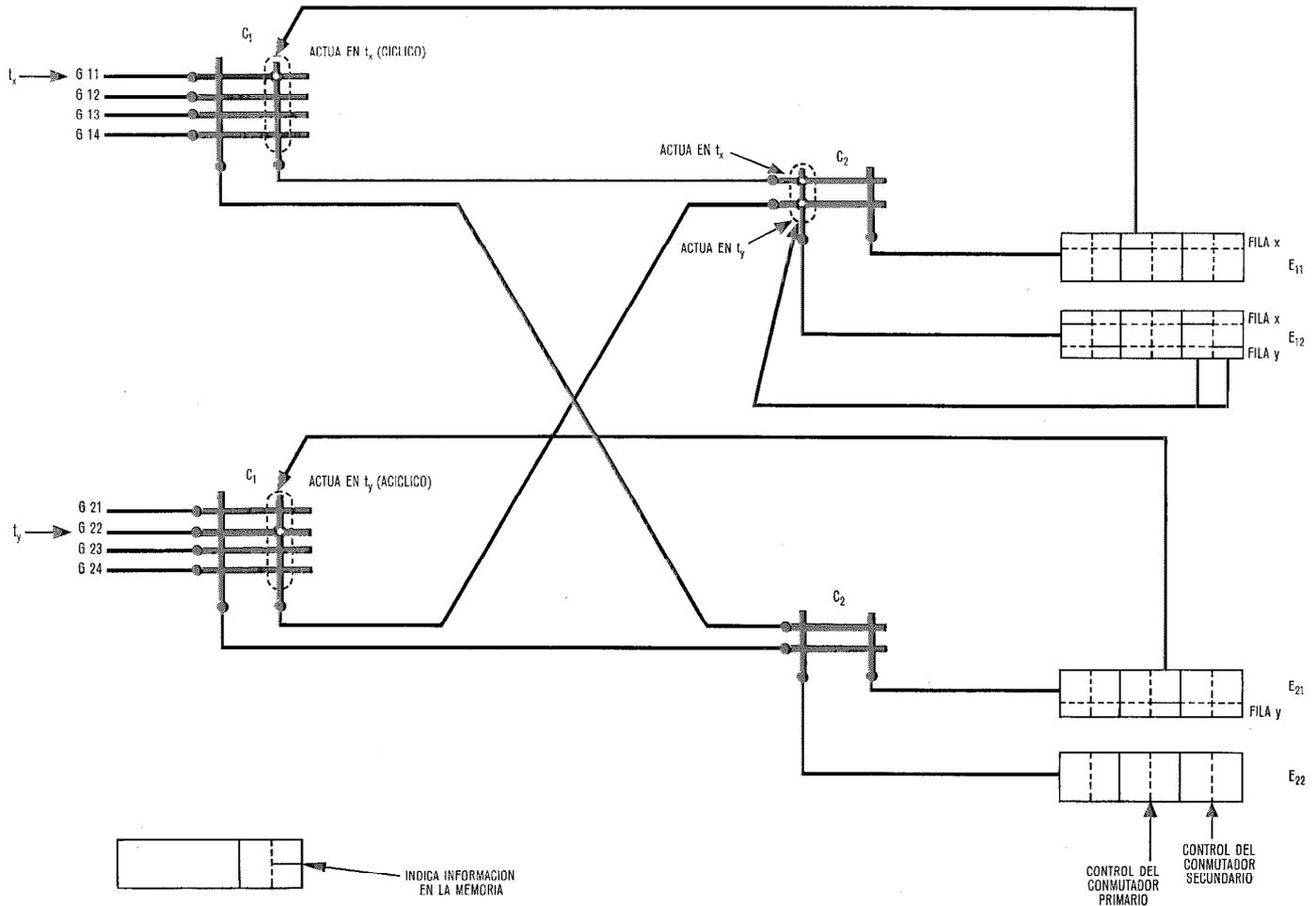


Fig. 3 Diagrama de una conexión en la red.

tanto, se efectúa una comprobación de su duración en la lógica de supervisión.

Además de la supervisión de la señalización, se puede inyectar un tono en el canal mediante un bit de la memoria.

### 3.3 Unidades de señalización (US)

La unidad de señalización es un equipo periférico de uso general conectado a la red de conmutación por una entrada de un conmutador espacial primario y que tiene acceso desde allí a la unidad de control central a través de la unidad de interconexión. Esta unidad elabora las señales de 96 canales y equivale a 96 emisores-receptores multifuncionales o "señalizadores" que trabajan en división en el tiempo. Realiza todas las funciones de señalización necesarias a través de la red de señalización. Las funciones que la US cumple se indican a continuación; la que se realiza en cada momento determinado está gobernada por el "código de función" que el control central inscribe en la US. Todo canal de la US puede efectuar cualquiera de las siguientes funciones:

- función registrador,
- función emisor,
- función unidad de transferencia,
- función supervisión de señalización,
- función pruebas rutinarias.

Para actuar como registrador, la US se conecta a un canal de llegada mediante el equipo de conmutación. La unidad de control ordena entonces a la US que trabaje como registrador. El registrador recibe las cifras de una en una y hace las temporizaciones necesarias.

Al detectar el final de una cifra la US envía una señal al control central por el camino de exploración. Como la US está conectada a una entrada del equipo de conmutación de igual forma que un equipo de grupo, el proceso de exploración en busca de cambios de señalización en los equipos de grupo puede detectar también en una US una señal de "cambio de estado". El procesador se conecta entonces a la US mediante las barras ómnibus para conseguir la información relativa a la cifra recibida. Esta secuencia se repite para cada cifra que se recibe.

La función emisor es precisa para enviar información numérica a otra central. El control central indica a la US que actúe como emisor y le pasa hasta tres cifras decimales para que las transmita, con instrucciones para hacerlo. Al terminar la secuencia de emisión la US se lo indica al control común con una señal por el camino de exploración. Si el equipo de control tiene más cifras para enviar, la secuencia se repite.

La función unidad de transferencia permite el envío de información a los bloques de memoria del enlace para

que pueda establecerse, liberarse o identificarse una parte de una conexión. Se puede inscribir, leer o borrar información en cualquier parte de una fila de memoria de cualquier enlace direccionando el enlace, la fila y la palabra dentro de ésta. Esto se consigue mediante una conexión semipermanente entre la US y el enlace a través de la red de conmutación, utilizando ésta como barra ómnibus.

Cada grupo de enlaces (conectados al mismo conmutador secundario) está atendido por dos unidades de señalización por razones de seguridad. Se pueden utilizar simultáneamente varias unidades de transferencia entre una US y un grupo de enlaces. La información se transfiere en un intervalo de tiempo de unidad de transferencia a/o desde el enlace correspondiente, cuya lógica controla la operación de acceso aleatorio inscribiendo (o extrayendo) información en/(de) la fila y la palabra seleccionadas.

Esta es una aplicación de un principio de centralización de señalización y conducción de la integración realizando tanta transferencia de información como sea posible a través de la red de conmutación, utilizando para esta finalidad la de las US. Las transferencias entre las US y los enlaces se asimilan así con la señalización. De ello resulta una mejora en la confiabilidad debido a la multiplicidad de caminos. Más aún, se establece un principio que se aplicará a las centrales PCM con control a distancia.

La US puede supervisar la señalización del primer bit de cualquier canal conectándose convenientemente al canal a través del conmutador. Esta facilidad sólo es necesaria cuando la supervisión normal de las señales en los equipos de grupo no puede definir la señalización, lo que únicamente ocurre si hay una avería. La US también puede efectuar pruebas rutinarias del equipo de conmutación enviando y recibiendo indicaciones de prueba por caminos seleccionados por el control común.

#### 3.4 Unidad buscadora de caminos (UBC)

El estado de ocupación de la red de conmutación se registra en sus memorias: por así decirlo, hay un "mapa" de la red distribuido en los enlaces.

Se ha preferido el método de búsqueda e identificación de caminos por comparación de códigos. El criterio de disponibilidad de una salida del conmutador espacial, en un intervalo de tiempo dado, es la presencia del código no significativo que no se emplea para direccionar un punto de cruce (todos "0") a la salida de la memoria de control espacial, en el momento considerado.

Para identificar un camino, el criterio para encontrar la memoria que se busca es, el reconocimiento de un código espacial dado en un momento dado.

Cada UBC tiene acceso a todos los enlaces por una barra ómnibus que se emplea para enviar la dirección de un grupo de enlaces, el código a comparar y un programa; recibe de cada enlace el resultado de la comparación. La UBC elabora los resultados teniendo en cuenta las máscaras procedentes del control central para anular ciertos resultados (unidades no equipadas o averiadas), característica que proporciona seguridad y flexibilidad.

Las dos UBC son independientes, así como sus conexiones en ambos sentidos con los enlaces. Pueden trabajar simultáneamente con los mismos datos y programa y el control central compara los resultados. En caso de discrepancia, se identifica inmediatamente la unidad defectuosa mediante pruebas cuyos resultados se conocen.

En la búsqueda de un camino la UBC actúa como sigue. En una primera etapa, se conoce un canal  $x$  en un determinado equipo de grupo, así como el conmutador primario al que está conectado éste. La UBC busca una malla saliente de este conmutador primario que esté libre en uno o en los dos intervalos de tiempo a los que el canal  $x$  puede conectarse. Si hay más de una malla disponible, la UBC efectúa una selección al azar.

En una segunda etapa se tiene por un lado un conmutador espacial secundario y un intervalo de tiempo  $t_x$  (cíclico o acíclico) y, por otro una ruta de salida, es decir un grupo de canales permitidos en una entrada de un conmutador espacial primario. La UBC debe encontrar un enlace conectado al conmutador secundario, que esté libre en  $t_x$  y en cualquier  $t_y$  ( $t_x$  cíclico,  $t_y$  acíclico o viceversa), siempre que  $t_y$  cumpla las dos condiciones siguientes:

- la malla que enlaza los dos conmutadores espaciales debe estar libre en  $t_y$ , y
- el canal de la ruta de salida que corresponde a  $t_y$  debe estar también libre.

En la identificación de un camino ya establecido en el equipo de conmutación, se tiene un canal  $x$  en un grupo determinado. La primera etapa de la identificación consiste en determinar a qué malla está conectado este canal, lo que se consigue examinando las memorias de control espaciales asociadas al conmutador primario dado y averiguando cual de ellas tiene en  $t_x$  la dirección del grupo de entrada. Una vez hallada la malla, se examinan las memorias de control del conmutador secundario para determinar el enlace conectado a la malla en el intervalo de tiempo dado.

El examen de la memoria del enlace da  $t_y$ . Finalmente, hay que seguir la conexión desde el enlace hasta la salida. Esto se hace leyendo en  $t_y$  la memoria de control de los puntos de cruce asociada con la salida del conmutador secundario al enlace, lo que define la malla. Una operación semejante dará la entrada del conmutador primario al cual está conectada la malla en  $t_y$  y, por tanto, se tendrá el grupo, el enlace y el canal de salida. Las dos últimas operaciones son realizadas por las unidades de transferencia.

#### 3.5 Unidad registro de exploración (URE)

A causa de la naturaleza de la señalización (asociada al canal) los cambios sólo pueden detectarse al nivel de los canales (de llegada o salida). La UBC puede recoger de los bloques de memoria los cambios detectados por la lógica de señalización, ya que tiene acceso a aquéllos. Así, la UBC trabaja alternativamente, bajo las órdenes del control central, como buscadora de caminos o como exploradora. En este último caso se asocia a la UBC una unidad registro de exploración que actúa como separador con respecto al complejo de control central. Los procesadores piden la información almacenada cuando es

necesario. El objeto de la URE es evitar la interrupción de los procesadores al ocurrir un cambio en alguna parte.

Los cambios se dividen en dos categorías que corresponden a dos niveles de prioridad, las tomas (nuevas llamadas) y todos los demás cambios en los grupos, es decir liberación, respuesta en llamadas interurbanas, etc., y en las unidades de señalización. La URE almacena las máscaras, que le permiten prescindir de los resultados de la exploración de las unidades averiadas.

Se utilizan dos memorias sucesivamente para almacenar los resultados de la exploración, alternándose en la transferencia de información al control central. Cada memoria está dividida en dos partes, una para cada nivel de prioridad.

Cada UBC tiene su URE asociada. Lo que se ha dicho de las UBC acerca de las máscaras, funcionamiento en paralelo e independencia es aplicable también a las URE.

### 3.6 Unidad de interconexión (UI)

Cada una de estas unidades permite la interconexión entre un procesador y las unidades de lógica cableada, UBC, URE y US, a los que tiene acceso por una barra ómnibus.

Las UI realizan una función de cambio de sincronismo, puesto que los relojes de los procesadores no están sincronizados con el reloj de la central. Las UI efectúan también algunas conversiones de códigos y direccionado de las barras ómnibus bajo el control de las instrucciones de direccionado del procesador.

### 3.7 Unidad de comprobación (UC)

Cada unidad de comprobación está asociada con un procesador y puede conectarse a cualquier canal de un enlace PCM a fin de extraer las informaciones entrantes o las salientes. La UC puede comparar así, una vez que se ha establecido una conexión, los trenes de impulsos que llegan por un lado con los que salen por el otro y comprobar que el camino establecido funciona correctamente.

Si se detecta una avería, la otra UC puede hacer a su vez una comprobación.

### 3.8 Otras unidades

Se ha incorporado un reloj central de alta confiabilidad diseñado según el principio de lógica de decisión por mayoría.

Una unidad de seguridad de control gobierna ciertas funciones de desconexión y el panel de alarmas.

## 4. Organización de los procesadores

La unidad de control central está constituida por dos sistemas 100 ADX que trabajan según el principio de reparto de tráfico y están conectados a las unidades periféricas. Cada procesador tiene acceso por separado a la red de conmutación a través de su unidad de interconexión durante períodos alternos de 10 ms. Los dos procesadores están conectados entre sí para permitir la comunicación entre los mismos.

Los programas están organizados en dos niveles, el nivel de reloj, cuando un procesador tiene acceso a la red de conmutación, y el nivel de base, cuando un pro-

cesador realiza sus funciones internas. Durante el nivel de reloj, un procesador se ocupa de las tomas y otros cambios de estado en la red y controla la búsqueda y el establecimiento de caminos, así como su identificación y liberación. Durante el nivel de base el procesador elabora las temporizaciones y otras informaciones, preparándose para el nivel de reloj siguiente.

El cambio de acceso a la red de conmutación de un procesador a otro, en el momento de una interrupción de reloj, se hace de forma que se impide la conexión simultánea a la red de los dos procesadores.

Los procesadores se conectan a un teleimpresor para dar indicación impresa de las averías e introducir datos nuevos o modificaciones referentes a la red de conmutación. Una memoria de cinta, de emergencia, permite la rápida recarga de programas en el caso de que falle un procesador, utilizando un lector óptico, un pupitre de pruebas permite realizar pruebas rutinarias especiales de los procesadores y de la red de conmutación.

Diversos dispositivos auxiliares están asociados a los procesadores, como un equipo de supervisión automática, una unidad de pruebas automáticas, un reloj de tiempo real, etc.

## 5. Principales operaciones de control que tienen lugar durante una llamada en la central tandem

La siguiente descripción está muy simplificada y hecha desde el punto de vista de la lógica de equipos.

- Se detecta una toma al nivel de canal (canal entrante); la UBC recoge el cambio y la URE lo almacena. Lo recibe uno de los dos procesadores, que actualiza el estado de la red de conmutación cambiando la característica del canal.
- Se conecta un registrador (un canal de una US), lo que implica:
  - a) la búsqueda de un camino entre el canal entrante y la US,
  - b) el establecimiento del camino por medio de la unidad de transferencia.
- Al terminar la recepción de cada cifra aparece un cambio en la US y es recogido por la UBC y la URE. El procesador a cargo de la llamada recibe la cifra de la US. Si se esperan más cifras, el registrador pasa de nuevo a la fase inicial.
- Una vez completada la recepción de cifras, la traducción da la ruta de salida. La conexión entre un canal de llegada y otro de salida se realiza mediante la búsqueda de un camino y el establecimiento del mismo. La unidad de transferencia libera entonces la conexión entre el canal de entrada y la US. No se precisa realizar una identificación de camino para determinar el canal de llegada conectado a la US porque está almacenado en la memoria del procesador. Desde ese momento, el procesador que tenía a su cargo la llamada se desentiende de ella.
- Cuando se detecta una señal de desconexión en el canal de llegada, un computador registra un cambio por el mismo procedimiento. Después de una temporización apropiada, se identifica la conexión a partir del canal de llegada y luego se libera.

## 6. Equipo

El equipo utilizado es del tipo ISEP (Práctica de equipos de ITT), que emplea piezas, bastidores y cuadros normalizados, junto con una gran variedad de accesos, todos ellos compatibles con este sistema.

Más del 95% de los componentes utilizados en la central son circuitos integrados del tipo dual en línea, que van montados en tarjetas de circuito impreso en vidrio epoxy de 1,6 mm. de espesor y dimensiones  $258 \times 177$  mm, que es el tipo de tarjeta desarrollada por BTM de Amberes para el sistema 10C. Las tarjetas tienen circuito impreso por ambas caras y llevan agujeros metalizados. Su ensamblaje se hace con soldadura por ola.

El alambrado de los cuadros se hace con hilos y se emplean pares trenzados para el cableado entre cuadros si éstos pertenecen al mismo bastidor o a dos bastidores contiguos asociados, en todos los casos las conexiones son enrolladas. El cableado entre bastidores alejados se hace con cables coaxiales, que se terminan con cortos trozos de pares trenzados que se sueldan al cable coaxial y se enrollan a los terminales.

## 7. Conclusión

Las características principales de la central tandem experimental se han descrito en las secciones precedentes. Parece ahora interesante, mencionar los principios más importantes que han guiado el desarrollo.

- Se ha intentado realizar un alto grado de centralización en las funciones de control.
- Se ha hecho la mayor integración posible de la señalización, siendo los registradores de transferencia los que constituyen, en esta tendencia, el aspecto sobresaliente.
- Los medios de detección de errores y localización se incluyen en la programación con ayuda posible de los equipos si es necesario.

Los resultados de la fiabilidad calculada para el total del sistema son satisfactorios. Con respecto a las unidades centralizadas duplicadas, por ejemplo, el tiempo medio entre fallos totales es de 70 años para el circuito de control y 750 años para los dos grupos, unidad exploradora de camino/unidad separadora de exploración.

La capacidad para satisfacer el tráfico de la unidad de control corresponde por el momento a 3000 erlangs. Sin embargo, esta cifra está limitada por la de los computadores 100 ADX. Está prevista muy pronto su sustitución por un nuevo tipo de computadores de ITT; esto aumentará la capacidad para manejar tráfico hasta 5000 erlangs, como se menciona en el texto.

Este sistema pertenece a la generación de centrales controladas por computador. Por consiguiente, está muy relacionada con los desarrollos pasados y presentes de ITT en el área de conmutación en el espacio, así como de conmutación digital. Más aún, como en un sistema de conmutación PCM, corresponde a una necesidad aparente anteriormente, o que será pronto aparente en las grandes áreas urbanas donde la extensión de la transmisión PCM abre potencialidades atractivas con respecto a la reorganización de redes mediante la introducción de centros tandem.

## Agradecimiento

Los autores agradecen la colaboración de F. H. Rees de Standard Telephones and Cables por su participación activa en este proyecto.

## Referencias

- [1] P. Mornet: Basic principles of a PCM switching System studied at LCT. Contribución en Montreux, 26 de Octubre 1965.
- [2] J. Le Corre: Organization of a PCM exchange. Informe presentado en el Colloque International de Commutation Electronique, París, 28 de Mayo a 1 de Abril 1966.
- [3] J. Le Corre y A. Pirotte: Aplicación de la conmutación de impulsos en código (PCM) a una red militar totalmente automática. Comunicaciones Eléctricas, Vol. 42 (1967), n° 3, págs. 80—87.
- [4] J. G. Dupieux: Integrated PCM switching. Informe presentado en el ITT Telecommunication Symposium, Lisboa, 10 al 14 de Abril 1967.
- [5] H. H. Adelaar y J. L. Masure: Semielectronic Feed Crosspoint Telephone Switching System 10CX, Electrical Communication, Vol. 42 (1967), n° 1, págs. 33—46.
- [6] E. J. E. Smith y M. Gabriel: Sistema de portadoras para enlace entre centrales de 24 canales con modulación codificada de impulsos, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 43 (1968), n° 2, págs. 130—137.

**J. G. Dupieux** nació en París el 14 de Junio de 1928. Obtuvo el título de ingeniero en la Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de París en 1954.

Ingresó en LCT en 1959 y desde entonces ha trabajado en conmutación PCM.

En 1936 fué nombrado jefe del departamento encargado de las aplicaciones civiles de la conmutación PCM.

**J. R. Mumford** nació en Gibraltar el 12 de Octubre de 1937. Entró en la industria telefónica en Septiembre de 1955 ingresando en Siemens Brothers & Co. Ltd. (posteriormente adquirida por Edison Swan, luego por AEI Ltd. y más recientemente por GEC). Mientras se formaba en la industria, obtuvo el título de B. Sc. (Eng.) y la experiencia académica e industrial necesaria para conseguir el Graduate Membership del Institution of Electrical Engineers.

En Agosto de 1962 entró como ingeniero adjunto de sistemas en el departamento de ingeniería de ventas de AEI Ltd. y trabajó en actividades de especificación y aplicaciones generales de sistemas. Al dejar AEI Ltd. en Febrero de 1967 para ir a la Rank Organization era jefe de la sección de ingeniería de centrales y aplicaciones especiales con responsabilidad concreta en el desarrollo del AEI Reed Electronic Exchange System en redes de conmutación telefónica intercontinentales.

De Febrero de 1967 a Febrero de 1968 trabajó en la Rank Organization como director del proyecto Telecopier. Esto implicaba la identificación y la valoración de los parámetros de transmisión relacionados con la introducción de un sistema facsimil a frecuencia vocal diseñado para funcionar sobre la red telefónica conmutada de toda Europa.

Ingresó en STC en Febrero de 1968 como jefe de la sección de ingeniería a cargo del proyecto de conmutación tandem PCM. En Octubre de 1968 fué nombrado director del proyecto.

**G. W. Wells** nació en Londres, Inglaterra, el 22 de Mayo de 1927. Obtuvo el Bachelors Degree en la Universidad de Londres en 1954, el Master Degree en 1959 y el Doctors Degree en 1966 en el Polytechnic Institute of Brooklyn.

Durante 11 años trabajó en Bell Telephone Laboratories en un amplio campo de actividades incluyendo el diseño de centrales de estado sólido, aparatos de estación, sistemas telefónicos de teclado y sistemas telefónicos privados.

Ingresó en 1966 en STC donde fué director del proyecto de conmutación tandem PCM hasta Octubre de 1963, en que fué nombrado director técnico del proyecto del sistema 11B.

El Dr. Wells es "senior member" del IEEE y "member" del IEE.

# Centralita privada automática por división en el tiempo

D. L. A. DRIVER

T. H. FLOWERS

G. W. HUGHES

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

## 1. Introducción

El uso de dispositivos electrónicos en las centrales telefónicas ha aumentado gradualmente durante los últimos años, pero conseguir una solución completamente electrónica ha sido hasta el momento bastante difícil. Los principales obstáculos han sido el coste y la fiabilidad, características que los sistemas electromecánicos cubrían con ventaja hasta el momento. El factor que ha influido en mayor grado en el cambio, ha sido el advenimiento de los circuitos integrados, que unido a la existencia de transistores y diodos de silicio muy baratos, ha hecho posible que las centralitas automáticas electrónicas (CPA) sean competitivas con otros procedimientos de conmutación. En este artículo se describe un desarrollo experimental que prueba las características prácticas de un sistema con modulación por amplitud de impulsos y conmutación por división en el tiempo. Las principales ventajas son, su pequeño tamaño, gran fiabilidad y trabajo completamente silencioso. Estos factores tienen una gran importancia económica en las centralitas privadas a causa de que comúnmente hace posible colocar el equipo en una oficina y no es necesario una sala separada especial para este fin.

Se utiliza señalización en aparatos de teclado para aprovechar a fondo la ventaja de la alta velocidad del equipo. Existe un ligero inconveniente en esta clase de equipos que es: en estas centrales, los instrumentos convencionales que se han diseñado expresamente para los tipos electromecánicos no se pueden utilizar sin modificaciones. En las centrales completamente electrónicas son convenientes las corrientes microfónicas muy bajas y el tono de llamada de frecuencia vocal.

## 2. Filosofía de la conmutación

### 2.1 División en el espacio o en el tiempo

Se conocen diferentes sistemas electrónicos de conmutación en el espacio, usando determinados dispositivos electrónicos como punto de cruce. Los transistores normales necesitan un elemento de memoria para mantenerlos en la posición de conducción cuando están conmutados, lo que es caro en un sistema de conmutación en el espacio, mientras que en la forma dinámica de división en el tiempo resulta más económico.

La solución descrita utiliza PAM-TDM (modulación por amplitud de impulsos, multiplex por división en el tiempo). En el pasado este método era técnicamente difícil y costoso, utilizando componentes discretos y memorias magnéticas. Actualmente, con un uso extenso de circuitos integrados el sistema presenta una solución factible. Sin embargo, este método ofrece una solución económica si se emplean componentes discretos y memorias magnéticas.

### 2.2 Dos o cuatro hilos

Las centrales TDM pueden usar una conmutación a 2 hilos de transferencia resonante o una conmutación a 4 hilos. Normalmente se ha considerado que la transferencia resonante era la técnica más barata, pero un estudio cuidadoso ha demostrado que para una pérdida de transmisión aceptable a través de la central de dos hilos esta solución era más cara, principalmente porque como no existe ganancia disponible, para compensar las pérdidas, son necesarios componentes de pérdidas muy bajas. En las centrales de 4 hilos TDM, con compensación de ganancia, se pueden utilizar componentes más pequeños y más baratos.

### 2.3 Memorias

Las centrales TDM utilizan memorias de impulsos sincronizados con el multiplex de conversación. En estas memorias se escriben los impulsos en determinados tiempos del canal. Los impulsos se emiten posteriormente en el tiempo de canal elegido hasta que se borren. Para este fin se han utilizado, hasta ahora, líneas de retardo de magnetoestricción y memorias de ferrita. La disponibilidad de memorias activas en forma integrada, no sólo ha reducido el coste del almacenamiento sino que además presentan otras tres ventajas. Primeramente, las memorias integradas se pueden montar con sus circuitos asociados, reduciéndose enormemente el alambrado en placas. En segundo lugar, el almacenamiento se puede reducir a las necesidades exactas y por último se evitan las limitaciones de velocidad.

### 2.4 Conmutador TDM

Un conmutador TDM es una disposición en coordenadas de puntos de cruce como en los sistemas de división en el espacio, pero en la que los puntos de cruce son actuados por impulsos en momentos elegidos del canal de multiplex para efectuar conexiones diferentes. Cada conmutador es equivalente a  $n$  conmutadores similares de división en el espacio, donde  $n$  es el número de canales en el multiplex. La CPA es un multiplex de 16 canales con una F.R.I. (frecuencia de repetición de impulsos) de 16 Hz. Así un punto de cruce de la CPA es equivalente a 16 puntos de cruce en una solución de división en el espacio. Los caminos de transmisión se llaman enlaces y en cada uno se pueden llevar a cabo un máximo de 16 conversaciones simultáneas.

## 3. Diagramas de enlaces

En la figura 1 se muestra el diagrama de enlaces de la CPA. Las extensiones están multiplexadas en grupos de 16, cada línea tiene asignado un canal permanentemente en el multiplex. Se ha escogido este sistema [1] en lugar del de formar grandes grupos de líneas conectadas al multiplex y asignarles canal solamente cuando

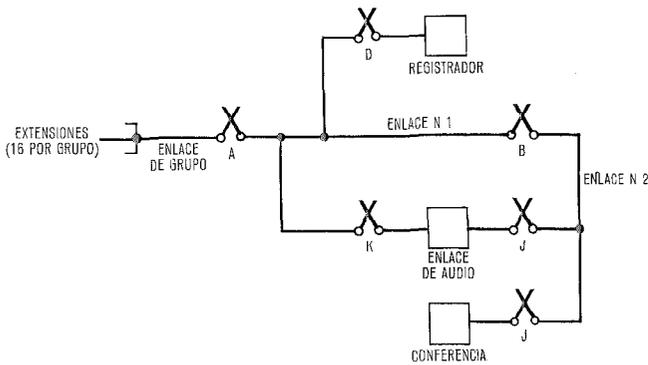


Fig. 1 Diagrama de enlaces.

estén activas por dos razones. Aunque la cantidad de caminos de conversación sea mayor, el sistema de control es mucho más sencillo y barato, y en segundo lugar, el mayor número de caminos hace, que el servicio sea menos vulnerable a las faltas. Los enlaces múltiples de las extensiones se llaman equipos de grupo.  $N_1$  y  $N_2$  son otros dos tipos de enlaces múltiplex. Los conmutadores múltiplex A, B, J y K proporcionan conexiones de las extensiones hasta los enlaces de audio. Una extensión llamante se conecta a través de los conmutadores A, B y J a un lado del enlace de audio mediante el tiempo del canal asignado a él permanentemente. Una extensión llamada se conecta al otro lado del enlace de audio por medio de los conmutadores A y K. En el enlace de audio los canales que se reciben a ambos lados son demodulados a audio y remodulados hacia los canales de salida en el otro lado.

#### 4. Transmisión

El camino de transmisión entre dos extensiones es como se indica en la figura 2. La conversación procedente de la extensión llamante  $x$  pasa a través de la bobina híbrida hacia el modulador, es modulada en el tiempo del canal, se transmite vía el enlace de grupo, conmutador A, enlace  $N_1$ , conmutador B, enlace  $N_2$  y conmutador y al enlace de audio donde es demodulado. Es remodulado en el tiempo y del canal y conmutado vía: el conmutador K, el enlace  $N_1$ , el conmutador A y el enlace de grupo hasta el circuito de línea donde es demodulado y pasa vía la bobina híbrida a la extensión llamada  $y$ . La conversación desde y hacia  $x$  se hace de forma similar. De todo esto se puede deducir que cada línea tiene un modulador, un demodulador y una bobina híbrida que también actúa como alimentador de corriente de línea. Además existe otro elemento que es el circuito que detecta el estado de la línea. El demodulador es uno del tipo denominado "box-car" que no utiliza bobinas, que también demultiplexa y demodula. El modulador y circuito de línea es un circuito sencillo con tres transistores. En cada placa se montan cuatro circuitos de línea.

Como cada demodulador contiene un amplificador de audio, y como el sistema es a cuatro hilos, las pérdidas generales entre extensiones se pueden fijar en un valor determinado, positivo o negativo de acuerdo con la esta-

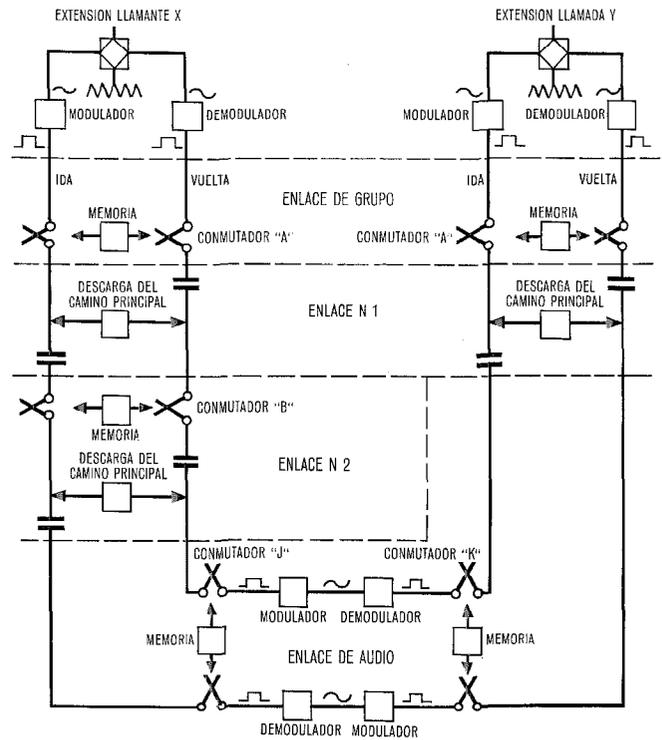


Fig. 2 Camino de transmisión.

bilidad general del bucle. Los equipos de línea son unidades enchufables que se pueden escoger de acuerdo con la línea a la que están conectados. Las unidades conectadas a líneas cortas tienen unas pérdidas de 3 dB correspondiente a las pérdidas de inserción normales producidas por los reguladores, que normalmente no se instalan en las CPA. Las unidades para líneas largas tienen 3 dB de ganancia.

El equipo de grupo o enlace de grupo es común para 16 circuitos de línea y contiene todo el equipo de supervisión para los 16. La información de supervisión de cada línea (bucle, ocupación, número no equipado, prioridad) es multiplexada y enviada a través de la barra omnibus común hacia el circuito centralizado. Existe una memoria de líneas en falsa llamada que indica a la parte central las que están ocupadas después que la línea llamante ha marcado un conmutador A, y continúa así hasta que el microteléfono se reponga, de esta forma se proporciona la facilidad de bloqueo en falsa llamada. Se tienen los conmutadores A que conectan el camino principal a los diferentes enlaces  $N_1$  aunque las memorias para gobernar los conmutadores estén montadas sobre los enlaces  $N_1$ . Este acepta los impulsos de marcaje de la parte central y los pasa hacia los enlaces  $N_1$  asociados con el fin de establecer las conexiones.

El enlace  $N_1$  es un camino principal para proporcionar conexiones entre los enlaces de grupo y los enlaces  $N_2$  y entre los enlaces de grupo y los enlaces de audio. En la figura 3 se tiene el diagrama de un circuito de enlace principal  $N_1$  con un conmutador A y B. El camino principal está acoplado por c.a. para evitar la necesidad de cambios por pasos en el suministro de fuerza. La constante de tiempo del circuito de acoplamiento debe ser grande comparada con la frecuencia de modulación más

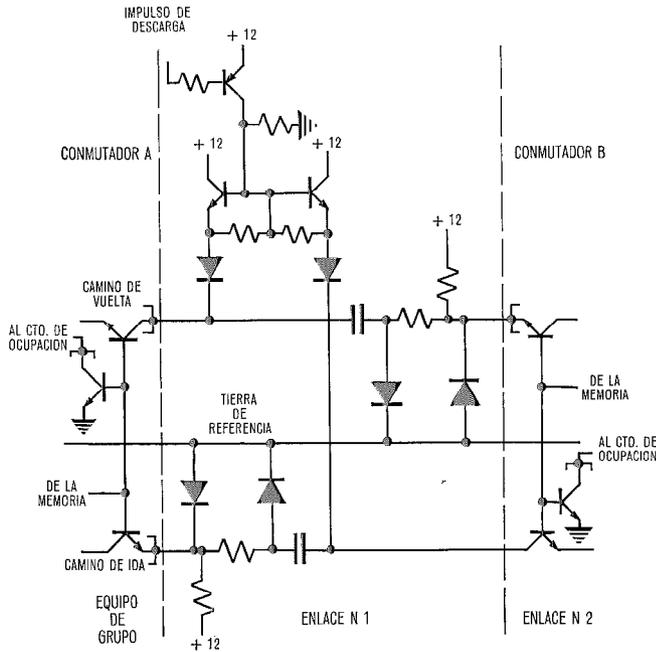


Fig. 3 Circuito del camino principal del enlace N<sub>1</sub>.

baja, para evitar la diafonía por la baja frecuencia de corte. Existe un tiempo en blanco entre impulsos y, dentro de este tiempo, en el que todos los puntos de cruce están abiertos, el camino principal se descarga gracias a un impulso aplicado a un circuito de descarga. Esto produce dos cosas:

- descarga cualquier capacidad parásita en paralelo;
- carga los condensadores de acoplo a un potencial fijo.

Todo esto ayuda a eliminar la diafonía. Otro factor que ayuda a eliminar el ruido y la diafonía es que todas las interconexiones de las placas del camino principal se llevan a cabo por medio de pares de hilos pareados, en el que el hilo de señal importante está pareado con otro conectado a tierra. El tercer transistor de cada conmutador proporciona una salida hacia su barra omnibus común de ocupación. El equipo restante en el enlace N<sub>1</sub> es el camino de marcaje, la lógica de establecimiento, las memorias del conmutador A y el camino de retención del enlace.

Para reducir el coste de la memoria se utiliza un código 2 entre 6 en cada enlace N<sub>1</sub>, definiendo 15 conmutadores A, que es el máximo número conectado a cualquier enlace N<sub>1</sub>. Cada una de las diferentes combinaciones de salidas de la memoria, tomadas dos a la vez, actúa un punto de cruce. El camino de retención del enlace es el medio por el cual, una vez establecido, el registrador o el enlace de audio retienen la llamada. El hilo que borra la memoria es actuado continuamente por impulsos de borrado. Cuando se establece una llamada, el registrador o el enlace de audio envían impulsos de retención del enlace en el tiempo del canal particular de la llamada, por el hilo de retención del enlace, lo que inhibe el impulso de borrado y evita que se borre la información que está en el tiempo del canal correspondiente. Cuando cesa el impulso de retención del enlace,

se borra la información almacenada y la conexión TDM se rompe.

El enlace N<sub>2</sub> es similar al enlace N<sub>1</sub> pero en lugar de ser bidireccional sólo pasa por él tráfico llamante. El camino de marcaje se usa para encontrar el enlace de audio disponible para la parte que llama. La memoria que sirve al conmutador B no está codificada. Cada memoria de conmutador B repite la información de retención del enlace hacia su enlace asociado N<sub>1</sub>.

### 5. Enlace de audio

El enlace de audio lleva a cabo el cambio del período de tiempo para conectar dos extensiones en conversación. Además de los circuitos de línea de las dos extensiones, ésta es la única parte del equipo, individual a la llamada. Todos los restantes elementos del circuito son compartidos en el tiempo con otras llamadas. El enlace de audio tiene también los circuitos necesarios para el control de la llamada, desde el momento en que el registrador se ha conectado. Envía corriente y tono de llamada, detecta cuando el abonado llamado descuelga y desconecta la corriente de llamada. También supervisa las extensiones llamante y llamada para detectar el colgado. Normalmente se desconecta con la primera reposición, pero con un simple puente se puede obligar a desconectar con el lado llamante. Existe la posibilidad de dar prioridad a determinadas líneas ejecutivas para interrumpir líneas en conversación. Una vez establecida la llamada, se controla desde el enlace de audio y los diferentes conmutadores se mantienen por medio de impulsos que se envían hacia los conductores de retención de los enlaces N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub> apropiados. El modulador en el circuito de línea envía impulsos de corriente desde el enlace de audio a través de los conmutadores y las vías principales. Estos impulsos son los portadores de las señales de conversación y cuando cesan más de un tiempo determinado el enlace de audio se libera. El enlace de audio también tiene la memoria para controlar los conmutadores J y K y los circuitos de control para ayudar al establecimiento de una llamada.

### 6. Registrador y marcador

El registrador contiene los circuitos lógicos y de transmisión necesarios para llevar a cabo las siguientes funciones:

- exploración de las extensiones llamantes;
- conexión de las extensiones llamantes;
- envío del tono de invitación a marcar a las extensiones llamantes;
- recepción de los dígitos en forma de frecuencia modulada. Los receptores de frecuencia audio aceptan los códigos del CCITT (Fig. 4);
- envío del código digital completo en forma binaria hacia el marcador (Fig. 5);
- envío cuando es necesario del tono de línea muerta o el de ocupación;
- envío de los impulsos de marcaje a través de los enlaces N<sub>2</sub> a todos los enlaces de audio libres quienes establecen las condiciones para la asignación de un enlace libre;

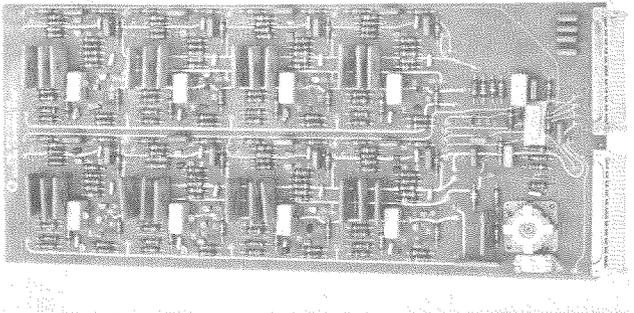


Fig. 4 Placa del receptor de frecuencia vocal.

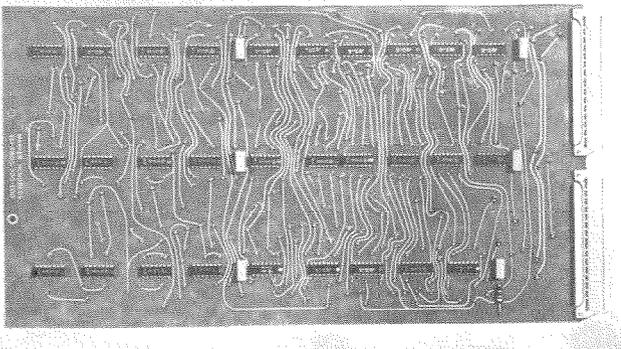


Fig. 5 Placa de circuitos impresos mostrando 29 circuitos integrados.

- transferencia del tiempo del canal correspondiente de la extensión llamante al enlace de audio asignado;
- desconexión después de:
  - a) que la llamada se ha establecido;
  - b) un período de 6 segundos, si no se transmite o se completa la información de los dígitos.

El marcador es un traductor pasivo que recibe los dígitos en código binario, los convierte en los correspondientes números de equipo y los pasa al control del marcaje. Se usa a base de tiempo compartido y normalmente existe uno por central.

## 7. Sistema de control

El sistema de control hace uso del múltiplex de alta velocidad para simplificar las funciones que tiene que realizar. Cada circuito de línea en un grupo de 16 está asignado a un canal distinto predeterminado en un grupo múltiplex, lo que significa que una vez en cada ciclo del múltiplex, la línea se conecta a su equipo de grupo y se puede conocer el estado de su bucle. Cada equipo de grupo está asignado a un impulso de grupo separado y estos impulsos de grupo forman un ciclo supermúltiplex llamado un bloque. Cada impulso de circuito de línea individual es unido con una puerta con el correspondiente de grupo para formar uno único dentro del impulso de bloque. De esta forma todas las líneas se exploran una vez durante cada impulso de bloque.

La CPA tiene 40 impulsos de grupo, 35 de los cuales se usan como grupos reales, el resto se usa con fines de supervisión. Por lo tanto el número máximo de líneas que se puede instalar en una CPA es  $35 \times 16 = 560$  líneas.

Los impulsos de bloque están multiplexados ellos mismos en un múltiplex principal de 30 impulsos de bloque. Este múltiplex principal es el ciclo de la central. Cada registrador tiene asignados tres bloques de tiempo, uno para la exploración de las nuevas llamadas, otro para completarlas y el otro para el procesamiento de las llamadas en reserva de ocupación. Existe un máximo de nueve registradores en el sistema y los tres impulsos de bloque restantes se destinan a los trabajos de desconexión. De esta forma los registradores trabajan en turno, de manera que no haya dos explorando o completando llamadas a la vez. Aunque todo se procesa secuencialmente, la velocidad es tal que asegura un tiempo aceptable de tratamiento. El ciclo total de la CPA es de 75 ms lo que representa el tiempo más largo de conexión de un registrador libre a una extensión llamante.

Con el sistema de control que utiliza completamente la división en el tiempo se puede conseguir un gran ahorro en el equipo común. Como cada línea tiene su lugar individual en cada bloque de tiempo, la parte del equipo común que detecta nuevas llamadas, determina el estado de un número llamado y envía su información al registrador, es una pequeña tarjeta impresa llamada control de marcaje.

Cuando una línea descuelga, el equipo de grupo envía el impulso de marcaje a través de la barra ómnibus de bucle común hacia el control del marcaje. El impulso de marcaje se inhibe en el control del marcaje, si existe un impulso coincidente en la barra ómnibus de ocupación procedente de la memoria de líneas en ocupación en el equipo de grupo, indicándonos que la línea está conectada o está en falsa llamada. Si no, el impulso es devuelto hacia los equipos de grupo via la barra ómnibus de salida de marcaje durante un impulso del bloque de exploración. Únicamente el equipo de grupo asociado con la línea particular a la que el impulso corresponde, le aceptará y le dejará pasar hacia los enlaces  $N_1$  asociados con el grupo. En este momento, un registrador estará explorando y los enlaces  $N_1$  libres disponibles para el registrador y el equipo de grupo enviarán impulsos hacia un enlace y solo un selector único elige un enlace. El registrador toma entonces el control de la llamada y retiene la conexión por medio de impulsos sobre el enlace retenido del enlace  $N_1$  elegido.

Del mismo modo al completar al registrador la información de numeración, durante su tiempo de procesamiento, envía la información de los dígitos al marcador, que a su vez envía un único impulso en el tiempo particular propio de la extensión llamada. Esto se procesa en el control del marcador y, bien se responde con la señal de ocupación o la de nivel muerto hacia el registrador o se envía el impulso de marcaje hacia los equipos de grupo a través del mismo hilo que antes. Se pasa por el grupo particular hacia su enlace asociado  $N_1$  de nuevo por el mismo camino que antes. Este tiempo aunque es de procesamiento y no de exploración se usa de forma diferente para establecer una llamada. Cuando se ha escogido un  $N_1$  particular, se elige un enlace de audio disponible para este  $N_1$  y para la extensión llamante, de este modo se elige el enlace  $N_2$ , conectando el  $N_1$  de la extensión llamante al enlace de audio. Después de esto

## Centralita privada automática

se desconecta el registrador. La mayoría de este proceso se produce durante el tiempo del impulso de un canal único. Como se utilizan circuitos integrados TTL para la mayoría de las funciones lógicas, su bajo tiempo de propagación hace que sea posible esto fácilmente. De esta forma, el equipo común es pequeño y relativamente simple, lográndose una fiabilidad mayor. La cantidad total de equipo común, exceptuando los registradores, varía entre 11 y 16 placas dependiendo del tamaño de la central.

### 8. Facilidades

El sistema proporciona normalmente las siguientes facilidades:

#### *Llamada reservada*

El llamante aguarda hasta que la línea ocupada queda libre. Durante el período de ocupación se le envía tono de llamada invertido.

#### *Prioridad*

Un tercer abonado puede ser conectado a una llamada establecida. A los participantes de la llamada establecida se les envía impulsos de tono indicador, de bajo nivel.

#### *Conferencia*

Esta es del tipo de "búsqüeme" y la conferencia se puede establecer llamando a un circuito común independiente de los enlaces de audio.

#### *En bloqueo (falsa llamada)*

Este es el caso normal por el que se desconecta el registrador y el equipo común después de un período de tiempo predeterminado en la condición de descuelgue.

#### *Líneas de unión para sistemas paso a paso o para centrales de barras cruzadas*

Hay una memoria disponible para convertir las señales de frecuencia modulada en impulsos del bucle.

#### *Líneas de unión para centrales similares*

Se puede llamar con frecuencia modulada a otras centrales.

#### *Circuitos de alarma de incendios*

Esta facilidad permite que diferentes llamadas sean recibidas en una extensión de emergencias sin tener en cuenta los circuitos ocupados. Se puede indicar la zona origen de la llamada entrante.

#### *Prohibición de una extensión*

Las llamadas a extensiones determinadas se pueden prohibir desde grupos o extensiones.

#### *Servicios de información y de numeración*

El sistema se puede utilizar para dar acceso a los circuitos de información y de guías de personal.

#### *Dictados*

Si se solicita se pueden incorporar circuitos de dictado. Estos son independientes de los enlaces normales de audio.

#### *Vigilancia de tiempos*

Se pueden incorporar diferentes esquemas de sincronismo y distribución en el tiempo.

### 9. Suministro de fuerza

El suministro de fuerza proporciona la potencia para las cinco barras:  $-36\text{ V}$ ,  $-12\text{ V}$ ,  $-4\text{ V}$ ,  $+5\text{ V}$  y  $+12\text{ V}$ . Las cinco salidas son muy estables y tienen un dispositivo de parada automático para el caso de sobrecarga y tienen también un sistema por el que, si se produce un cortocircuito entre dos tensiones diferentes la de mayor valor no aumenta la inferior.

Existe una unidad de alimentación para cada bastidor (Fig. 6), el sistema mayor tiene por lo tanto tres unidades de alimentación. Estas unidades trabajan desde 100 hasta 130 V, o desde 200 á 250 V. con 50 ó 60 Hz. Si se necesitan baterías de repuesto, se proporciona una conmutación a una batería que alimenta a un convertidor c.c.-c.a.

### 10. Equipo

La central es extensible, hasta 176 líneas se necesita un bastidor (Fig. 7). Desde 177 hasta 368 se necesita un segundo bastidor, mientras que el tercer bastidor aumenta la capacidad hasta 560 líneas. Cada bastidor tiene unas dimensiones de 62,5 cm. de ancho por 60 cm. de profundidad y 178 cm. de alto. Como el consumo de potencia es de unos 2 W. de c.a. por línea, estos bastidores pueden estar cerrados y ventilarse únicamente por respiradores arriba y abajo.

Para fines de comparación puede mencionarse que la planta ocupada por una centralita con capacidad para 100 líneas o 175 líneas es de 39 m<sup>2</sup>, mientras que la necesaria para una centralita electrónica con división en el tiempo es de 25 m<sup>2</sup> para 100 líneas y 52 m<sup>2</sup> para 176 líneas. Una centralita equivalente tipo paso a paso ocuparía 84 m<sup>2</sup> y 125 m<sup>2</sup> respectivamente.

El equipo es ISEP (Práctica de equipos de ITT) en todas sus partes y todos los terminales son para conexiones arrolladas.

Toda la central está alambrada como si el equipo estuviera completamente equipado. Esto permite extensiones hasta un tráfico de 0,08 erlangs por línea.

### 11. Mantenimiento

El sistema es de tal forma que no necesita mantenimiento preventivo. Cuando ocurre una falta la reparación consiste en reemplazar una placa, excepto para las faltas en el alambrado o en la alimentación.

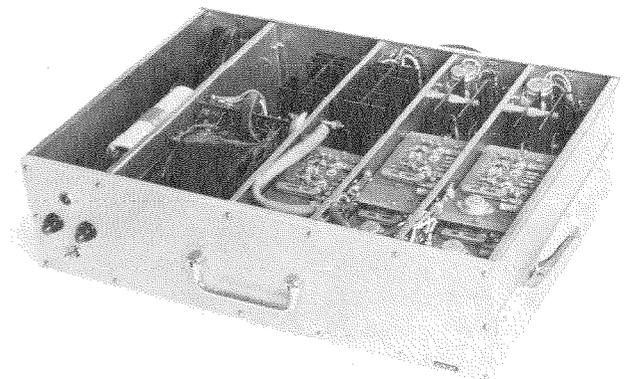


Fig. 6 Unidad de alimentación.

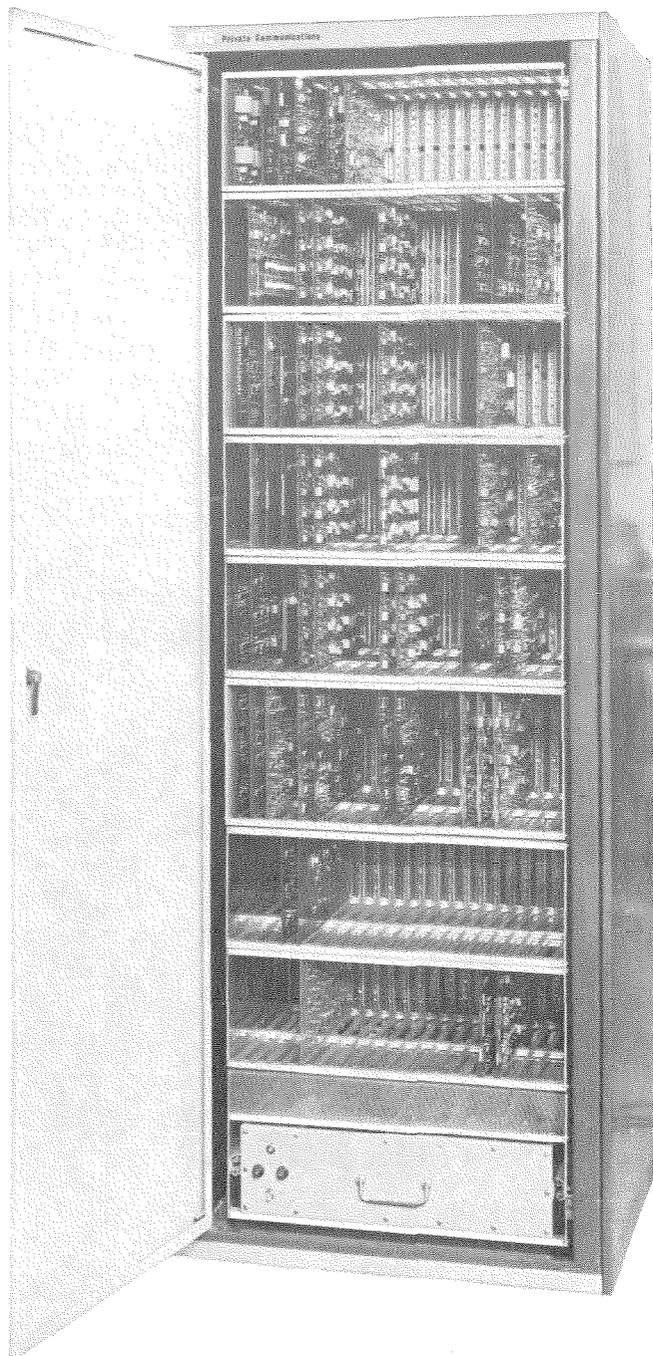


Fig. 7. Unidad de 176 líneas (parcialmente equipada).

Como se supone que cualquier personal de mantenimiento de las Administraciones no está suficientemente preparado en el conocimiento del sistema se han diseñado los circuitos en lo posible de tal modo, que se puede reemplazar una placa sin interrumpir el servicio o las llamadas establecidas y sin necesidad de saber exactamente de que falta se trata.

Las instrucciones de mantenimiento tienen la forma de una serie de pruebas relacionadas con el funcionamiento de la central, que conducen ya sea directamente a la placa defectuosa o bien hacia un pequeño número de posibles circuitos en avería.

Hay un total de 28 tipos diferentes de placas, en cada almacén de mantenimiento debe existir por lo menos una de cada tipo. Las placas averiadas se pueden reparar en el servicio de mantenimiento o bien se pueden devolver a la fábrica para su reparación. Las placas reparadas se envían de nuevo al centro de mantenimiento probadas en un 100 %.

Para minimizar el mantenimiento, el sistema tiene un tiempo medio entre fallos de seis meses con relación a cualquier componente y 14 años con respecto a un fallo total.

## 12. Conclusión

Aparte de la comparación de la planta necesaria que se ha hecho en la sección 10, se pueden expresar en términos específicos las características principales expuestas en la introducción como sigue:

### Capacidad de manejo de tráfico

Para una unidad equipada con el número máximo de circuitos de enlace, por ejemplo 176 líneas y 30 enlaces ó 560 líneas y 80 enlaces, la capacidad de soportar tráfico es de 0,2 erlangs por tráfico total de línea, 0,1 erlangs de origen y 0,1 erlang de terminación.

### Velocidad para completar una llamada

Después de pulsar el tercer dígito, podrá haber una demora de 75 milisegundos antes de que termine el tiempo de proceso de un registrador particular. Para tomar un enlace se necesitaría hasta un máximo de 2,5 milisegundos más un tiempo de grupo de 62,4 microsegundos. Esto da un retardo total de 77,5 milisegundos aproximadamente.

### Datos experimentales sobre fiabilidad

Una central de 50 líneas se ha probado en servicio real durante seis meses y las faltas pueden clasificarse:

faltas de transistores	2
faltas de soldadura	4.

De las dos faltas de transistores se comprobó que una había sido debida a un parámetro defectuoso del circuito lo cual se corrigió y no podía considerarse como fallo de componente y la otra fué un circuito abierto en un transistor.

La falta de las conexiones soldadas se comprobó que habían sido debidas a soldaduras secas, que podían atribuirse al hecho de que las tarjetas impresas se soldaron a mano sin las técnicas normales de fabricación e inspección.

Si se descuenta las faltas experimentales por soldaduras secas, los fallos verdaderos fueron uno en seis meses y sólo afectó a una parte del equipo.

Figuras teóricas de fiabilidad, calculadas a base de la fiabilidad de los componentes individuales, dan un tiempo medio entre fallos de 14 años aproximadamente para un fallo catastrófico con una unidad de 176 líneas. El tiempo medio entre faltas que afectan a líneas individuales, grado de servicio o una facilidad puede establecerse en seis meses.

### Referencia

[1] T. H. Flowers: Diagrama de enlaces de una central electrónica TDM con líneas de abonado que tienen asignado en permanencia el canal del multiplex, Proc. IEE 112, págs. 1878—1884.

**D. L. A. Driver** nació en Londres en 1911. Recibió su entrenamiento de ingeniería en el Colegio Técnico de Brighton. Después de varios años de experiencia en el diseño e instalación de equipos totalizadores, entró en Standard Telephones and Cables Limited, Londres, en 1936 como instalador y después llegó a ser ingeniero de sistemas especiales y más tarde ingeniero de planificación del taller de discos rectificadores. En 1946 entró a formar parte de la división de centralitas privadas como responsable de las exportaciones de totalizadores y más tarde de la ingeniería de totalizadores, de las ventas de aparatos telefónicos y de la línea de productos de defensa. En 1964 fué nombrado ingeniero jefe siendo también responsable de la instalación y el mantenimiento.

**Thomas H. Flowers** nació en Londres, Inglaterra, el 22 de Diciembre de 1905. En 1933 obtuvo el grado de ingeniero en la Universidad de Londres, habiendo comenzado su entrenamiento de ingeniería en el Arsenal Real, Woolwich en 1922 y entró en el departamento de ingeniería del British Post Office en 1926. Después de un período trabajando en el dimensionado de centrales y en desarrollo fué transferido en 1930 al departamento de investigaciones. Fué nombrado jefe de la división de conmutación en 1950 hasta que en 1964 entró en STC Limited de Londres donde su principal interés fué el de las centrales telefónicas electrónicas.

**G. W. Hughes** nació el 14 de Noviembre de 1937 en Nottingham, Inglaterra. Entró en Siemens Bros, Woolwich, en 1954 y recibió entrenamiento en ingeniería de telecomunicaciones, obteniendo el certificado nacional superior en 1958 en el Politécnico de Woolwich. Se especializó en el diseño de circuitos de centrales principales. En 1960 entró en STC y es ahora jefe de grupo en el laboratorio de electrónica.

## Premios

### Cookson y Gray distinguidos

El Instituto of Electrical and Electronics Engineers en su avance anual de los miembros sobresalientes a su grado "Fellow" ha distinguido a los dos ingenieros del International Telephone and Telegraph System siguientes:

**Albert E. Cookson** Director técnico de International Telephone and Telegraph Corporation "por su contribución a la transmisión de datos con alta velocidad y proceso del control y mando militar, así como por la aplicación de satélites de comunicación para proporcionar comunicaciones militares mundiales".

**Richard E. Gray** de la División ITT Defense Communications Division "por ser pionero en avances en radiocomunicación y por sus contribuciones en el campo de propagación de ondas de radio".

Estos dos se unen al 2% de los 150.000 asociados del Instituto que han obtenido este grado "fellow" tan extraordinariamente respetado entre los miembros de esta institución.

# Sistema de conmutación telefónico 10-C interurbano

H. H. ADELAAR

J. D. BEIERLE

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

## 1. Introducción

La central terminal 10-C se ha descrito en dos publicaciones anteriores [1] y [2]. En este artículo se describen los centros de conmutación interurbanos que tratan entre 500 y 25.000 Erlangs de tráfico de entrada, salida y de tránsito, por separado o juntamente, tanto para 2 como para 4 hilos. El nombre 10-C indica, que estas centrales son de la nueva generación de centrales controladas por programa almacenado, que usan una red de conmutación constituida por matrices de puntos de cruce formadas por relés Herkon\* "sellados" (reed) y unos procesadores de la tercera generación de muy alta fiabilidad. Cada punto de cruce incluye un 3° o 5° contacto respectivamente, para mantenimiento eléctrico.

## 2. Capacidad

Gracias a la flexibilidad proporcionada por el uso de submatrices pequeñas ( $4 \times 4$  y  $8 \times 8$ ) se puede cubrir económicamente una gama muy amplia de centrales. El módulo básico de la red de conmutación tiene  $3 + 3$  etapas. Se tiene una familia de módulos con 128, 256 y 512 terminales a cada lado. Añadiendo sucesivamente módulos de 6 etapas se puede extender la capacidad desde unos pocos cientos hasta un tamaño máximo de  $2 \times 16.384$  enlaces y terminales. Se puede realizar una extensión posterior, si fuera necesario, introduciendo una séptima etapa, para llegar a la capacidad final de  $2 \times 65.536$  terminales. Las extensiones se realizan fácilmente debido a que se usan cables flexibles con conectores para la interconexión de las etapas intermedias; los cambios correspondientes del programa de control se introducen rápidamente haciendo un reensamble con nuevos parámetros.

Los procesadores que se utilizan en la unidad de control centralizado pueden tratar cada uno 290.000 llamadas por hora. Se usan dos mientras que el tráfico durante la hora cargada no exceda de este número (es decir 9.700 Erlangs con una duración media de 2 minutos). Cuando se tienen que manejar cargas mayores, se añaden uno o más procesadores formando una configuración con múltiples procesadores. En este caso también se puede adaptar el programa rápidamente a las extensiones; el reajuste se puede llevar a cabo sin interrumpir el servicio.

## 3. Alta velocidad de conmutación

Cuando se introduzca el servicio de conmutación de datos en la red telefónica, se producirá un acortamiento general de la duración de los mensajes en las siguientes décadas. Por lo tanto se debe esperar que las especificaciones sobre los retrasos en señalización y conmutación deberán tender a acortarse. El sistema 10-C se anticipa a esta tendencia. Para establecer un camino en las

redes de conversación o de señalización, se utiliza el mismo procedimiento de marcaje en serie que se describía en las centrales 10-C terminales [1]. El procedimiento es tan rápido que se puede conectar el camino en 20 msegundos. Se han introducido redes separadas para concentrar el tráfico de señalización y así obtener un bajo bloqueo y una gran velocidad al conectar los emisoros y receptores de señalización. Como el receptor de señalización se puede conectar a los 20 msegundos de detectarse la llamada, los tiempos de espera y retención de los registradores de la central distante se minimizan; especialmente en los casos de sobrecarga, se minimizará el tiempo que cada registrador gastará inutilmente en llamadas que no se pueden completar.

## 4. Capacidades de carga y sobrecarga

Las redes 10-C proporcionan accesibilidad completa entre cualquier entrada y cualquier salida por medio de un número adecuado de caminos independientes, todos los cuales son comprobados hasta encontrar uno libre. La diversidad de caminos se puede adaptar para alcanzar cualquier grado de servicio aunque los enlaces y las uniones están cargadas con valores de 0,8 erlangs e incluso mayores. De esta forma, las centrales 10-C interurbanas permiten utilizar con el máximo rendimiento los equipos de transmisión. Se han establecido por medio de simulaciones muy completas, curvas de bloqueo en función de la carga. Generalmente tienen estas curvas una pendiente lenta en el margen de 0,8—1,0 erlangs por circuito.

Las partes comunes de control, que constan por lo menos de un procesador más de los necesarios para trabajar con la carga adecuada, también tienen márgenes muy amplios. En el caso de 2 procesadores casi se puede admitir una sobrecarga del 100%. Por otra parte, el programa está organizado de forma que las funciones no vitales, tales como estadísticas de tráfico y faltas no se lleven a cabo, cuando se sobrepasa el margen.

## 5. Equipos de relés muy simplificados

Los enlaces, los emisoros y receptores de señalización son muy simples comparándolos con los correspondientes de los sistemas electromecánicos, debido a que la mayoría de las funciones lógicas, secuenciales o de temporización se llevan a cabo en la parte centralizada del sistema. De esta forma el papel de estos circuitos se ha quedado reducido a simples detectores y generadores de señales. La información de la presencia o ausencia de señales se recoge y envía hacia la parte central por medio de exploraciones, mientras que los relés de envío de señales son actuados o desactuados por medio de un circuito común de control de los relés. Por consiguiente los circuitos son pequeños y simples, lo que permite que se puedan montar de forma compacta en placas enchufables.

\* Marca registrada de International Telephone and Telegraph Corp.

## 6. Simplicidad del control de la red

Como en el caso de la central terminal, los circuitos electrónicos utilizados para controlar las funciones del 10-C interurbano son muy sencillos. Esto se debe principalmente a la estructura regular "organizada en palabras" de la red y al uso del marcaje en serie. Estos circuitos de control son principalmente los exploradores, los exploradores rápidos, los conectadores, conectadores rápidos, los marcadores y los registros periféricos para la comunicación con el sistema central de procesadores. Debido a que los circuitos y las mallas se exploran de 32 en 32, el número de direcciones es pequeño y permite utilizar un número de códigos bastante reducido. Para establecer un camino en la red, el marcador tiene una matriz de acceso que le permite conectar un potencial de marcaje positivo en el terminal de la red deseado. En principio los puntos de marcaje están multiplados cada uno por todas las matrices de la misma etapa de conmutación. De esta forma solo es necesario realizar una selección de uno entre 4, 8 ó 16 en cada etapa, pudiéndolo controlar por un grupo de 2, 3 ó 4 bits preparados por el procesador.

Se puede aumentar enormemente la eficiencia de los procesadores y de los circuitos de control de la red usando canales de entrada-salida paralelos para la transferencia de datos por bloques a gran velocidad entre los procesadores y la memoria. La velocidad máxima de transferencia de estos canales es de un millón de palabras de 32 bits cada una por segundo. Estos canales habrá que utilizarlos cuando haya que tratar más de 140.000 llamadas por hora. Cuando la carga no supera esta cifra, el procesador sin canal puede controlar la entrada y salida de datos correspondiente.

## 7. Fiabilidad

Todos los exploradores, conectadores y marcadores que realizan trabajos en línea están completamente duplicados, de forma que el fallo de un circuito no afecte al servicio. Existen circuitos y programas de prueba que permiten detectar cualquier falta inmediatamente e identificar el circuito averiado. Un fallo en un componente, solamente afectará a un enlace, a un receptor o a un emisor. Ningún fallo de cableado (puesta a tierra o cortocircuito) afectará a más de 16 circuitos. En la unidad de procesamiento siempre existe un procesador en exceso con relación a la capacidad necesaria de la central. Más procesadores adicionales aumentarían la capacidad de sobrecarga de la central.

## 8. Sistema central de procesadores

El sistema central consta entre dos y seis procesadores de tiempo real capaces de llevar a cabo un gran número de instrucciones, incluyendo algunas diseñadas especialmente para las centrales telefónicas. Cada procesador comunica a través de su propio sistema omnibus, con la memoria de ferrita que contiene una copia privada del programa de control, con la memoria de datos común y con los controladores para el encaminamiento de los datos a través del canal hacia y desde los circuitos de control de la red y con los dispositivos

de intercomunicación hombre-máquina. Existen dos copias de los datos del traductor en memoria de ferrita, que son compartidos por los procesadores.

El sistema está diseñado de forma que, para cada acción que haya que tomar en relación con una llamada telefónica, por lo menos dos de los procesadores estarán disponibles. Por consiguiente cuando un procesador falla se puede seguir dando servicio.

Se utiliza un procesador de la tercera generación que aún en el caso de las centrales más grandes, en las que hay que tratar durante la hora más cargada más de un millón de llamadas, puede tratar una gran parte del tráfico total. Se puede describir uno de estos procesadores como un sistema de procesamiento de datos binarios controlado por programa almacenado y que consta de unos registros de datos, de una unidad de control, de una unidad aritmética y que tiene posibilidades para el direccionamiento indirecto y para la indexación. Para conseguir un funcionamiento en tiempo real de gran eficacia lleva incorporado un sistema de interrupciones a varios niveles. La organización del sistema y los programas se han realizado intentando conseguir un máximo de velocidad en la ejecución de las funciones repetitivas, tales como las exploraciones y las comparaciones de dichas exploraciones y en el caso de operaciones poco frecuentes reduciendo el número de instrucciones.

## 9. Comunicaciones hombre-máquina

Se han proporcionado al sistema 10-C interurbano los medios adecuados de comunicación hombre-máquina para que el personal de exploración y mantenimiento pueda utilizarlos para la supervisión y el control del sistema, para observación de la calidad de servicio, para pruebas, alarmas en caso de mal funcionamiento, y también para introducir o sacar datos en o de la memoria.

Este equipo permitirá que la central pueda funcionar correctamente incluyendo la puesta al día de rutas y enlaces, así como en el caso de extensiones o nuevas facilidades, realizando las adaptaciones necesarias del programa desde un puesto de supervisión centralizado. En caso de avería este mismo equipo se utilizará para la localización de la parte en falta y para la prueba final después de la sustitución.

## 10. Programa del sistema

El programa del sistema 10-C interurbano viene definido por el sistema de procesamiento de datos y por la periferia telefónica con la que tiene que trabajar. El programa se comunica con la periferia por medio de los exploradores, marcadores y conectadores de los enlaces.

El explorador es una unidad que responde a una dirección y una orden con el estado de 32 puntos de exploración en paralelo. En el caso de que la exploración sea de los enlaces, de los emisores o de los receptores, la operación durará 7 microsegundos, incluyendo la recuperación del circuito y el retraso producido por el omnibus. En el caso del explorador de mallas de la red, el ciclo es de 16 microsegundos. El programa comunica con los exploradores bien directamente por medio de las instrucciones de entrada y salida del procesador o in-

directamente por medio del canal que se utiliza para transmitir bloques de información desde el explorador directamente a la memoria.

El conector de enlaces es un dispositivo que permite actuar al procesador sobre los relés, transformando señales de alta velocidad y baja potencia en señales de baja velocidad y de potencia relativamente alta. Existen dos tipos de conectores de enlaces. Un tipo tiene un biestable de control por relé; este biestable es actuado a través de una matriz electrónica de acceso. De esta forma el procesador puede poner el biestable en un estado a velocidad electrónica y el biestable es el que finalmente controlará la actuación del relé mientras que el procesador se dedica a otros trabajos. El otro conector de enlaces proporciona un camino electromecánico a través de una matriz de acceso hacia los devanados de los relés. El ciclo de este circuito es algo menor de 20 milisegundos y se utiliza siempre que el coste y el funcionamiento del relé lo aconsejen.

El programa se comunica con la red de conversación por medio de los marcadores. Cuando se ha determinado que existe un camino libre entre un par de enlaces, el procesador proporciona la identidad del enlace, la identidad de las mallas intermedias y las órdenes adecuadas al marcador. El marcador actúa cerrando los puntos de cruce convenientes. Como el ciclo del marcador es también algo menor de 20 milisegundos, se ha combinado el circuito de adaptación del marcador con el del conector de baja velocidad.

El programa se comunica con el conector de alta velocidad y con el marcador conector combinado de baja velocidad ejecutando las instrucciones directas de entrada y salida del procesador que lee y escribe en el circuito adaptador de dispositivos a través de barras ómnibus periféricas acopladas en corriente alterna.

El programa se comunica directamente con los exploradores de la misma forma en el caso de las centrales

de tamaño moderado. En las centrales más grandes, se utiliza un canal de datos para transmitir informaciones por bloques desde el circuito adaptador de dispositivos hacia la memoria directamente. El canal de datos simula las instrucciones de entrada y salida hacia el adaptador. La transferencia de bloques de datos, que se leen en direcciones consecutivas de memoria, se inicia cada 10 milisegundos.

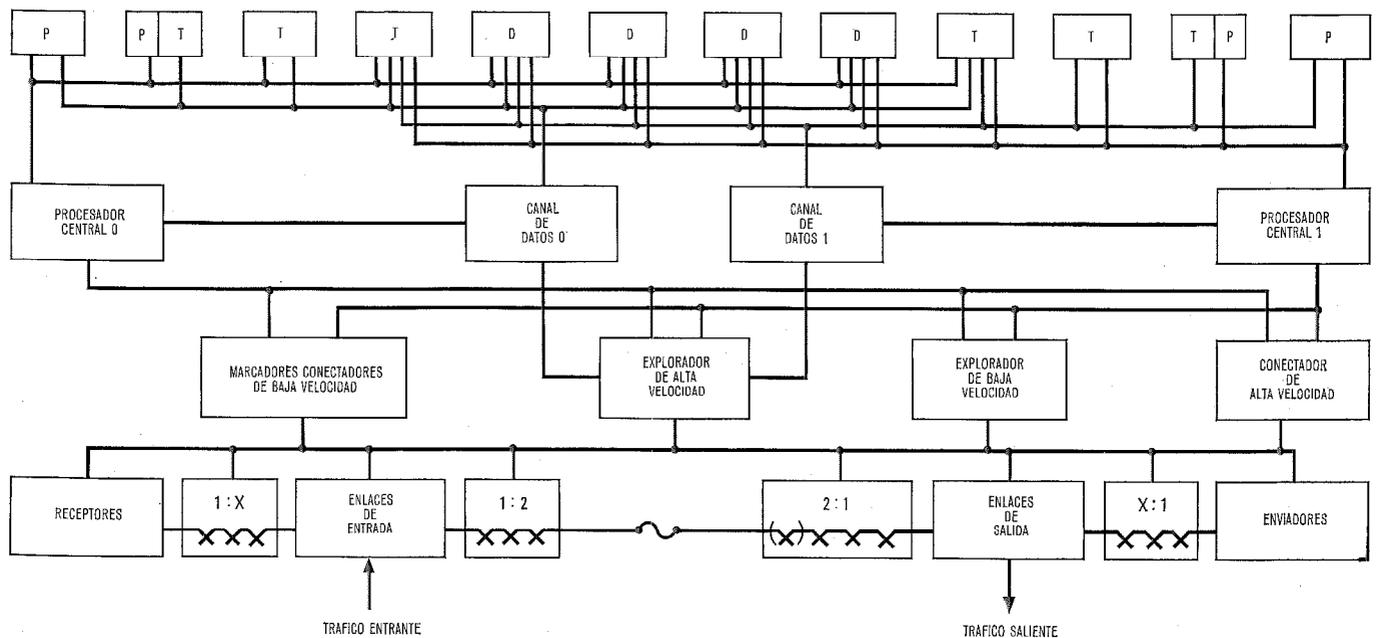
Los adaptadores combinados de los marcadores y conectores de baja velocidad funcionan sincronizados en el sentido de que las órdenes nuevas se envían a los adaptadores cada 20 milisegundos. Al mismo tiempo se puede recoger el resultado de la operación anterior.

Durante los intervalos de 20 milisegundos se recogen las informaciones destinadas a los adaptadores y en ese momento se envían en tandas hacia todas las unidades.

Los accesos a los conectores de alta velocidad de los enlaces, que se usan para la señalización de línea del tipo de impulsos y para enviar hacia adelante y hacia atrás las señales del registrador no se hacen secuencialmente sino que dependen directamente del programa que utiliza las instrucciones de entrada y salida directas.

En la figura se puede ver el sistema que rodea al programa. El programa ve el mundo externo como una serie de fotografías rápidas cada 10 milisegundos. Funcionando de esta forma cuantificada el procesador no puede ver cambios múltiples que se produzcan en el intermedio entre los 10 milisegundos.

Los cambios se detectan en general observando el estado actual de un punto de prueba binario y comparándolo con la condición que presentaba la última vez. Para realizar esto existe un mapa en memoria que recuerda el estado anterior de todos los puntos de prueba. A estas palabras se tiene acceso rápido y se pueden comparar con el estado actual. La detección de este estado necesita 7 microsegundos para el trabajo de los exploradores. Este tiempo de interrogación está incluido normalmente



Sistema de conmutación telefónica interurbana 10-C.

P = Memoria de programa

T = Memoria de traducción

D = Memoria de datos

en el bucle del programa de exploración. Para evitar la pérdida de tiempo se ha añadido al sistema un mapa con el estado actual. Este mapa está dividido en dos secciones, colocadas en bloques de memoria diferentes. Mientras que el procesador trabaja en una mitad del mapa, la otra mitad la carga el explorador a través del canal de datos, trabajando en paralelo con el procesador. Este método se aplica en todas las centrales 10-C interurbanas y de tránsito.

Los cambios de estado que se han recibido de los bucles de exploración se introducen en los programas posteriores de procesamiento, que determinan los dígitos, los traducen, determinan las rutas salientes, establecen las conexiones en la red y arrancan los envióadores.

Los elementos físicos del sistema 10-C interurbano y de tránsito se controlan por medio de una parte especializada de la memoria temporal que recibe el nombre de registros. La función de los registros es la de recordar el estado actual de cada elemento así como las relaciones o interconexiones entre los elementos.

Un registro comprende normalmente un número irregular de elementos de memoria de diferentes longitudes que incluyen "bits", "bytes", medias palabras, palabras y dobles palabras. Los bits se utilizan para almacenar los estados y para detectar el cambio en los elementos de exploración asociado con cada aparato. Las palabras y las medias palabras están asociadas con direcciones almacenadas, dígitos, contadores y temporizaciones. Existen algoritmos de conversión del bit a las direcciones de palabra y de medias palabras y viceversa. Las instrucciones del procesador se han diseñado de forma que se puedan realizar fácilmente estos algoritmos.

Todos los registros están localizados en una memoria común que es accesible a todos los procesadores. Un procesador se encarga de la exploración periódica de un registro particular pero todos los demás tienen acceso a él para ponerle en un estado nuevo. Estos accesos son muy poco frecuentes comparados con los que tienen lugar asociados a la exploración.

Los programas operacionales constan de una parte que trabaja independiente, pero que incluye las exploraciones y que trabaja con los registros de la memoria común. Las exploraciones aplican lógicas idénticas a grandes grupos de registros funcionalmente idénticos.

A cada exploración se le asocia una frecuencia de repetición que puede ser como máximo de una exploración cada 10 milisegundos. El tiempo útil medio del programa principal es de 10 milisegundos. Los programas que tienen una frecuencia de 10 milisegundos se ejecutan en ciclos alternados, etc. Los ciclos básicos se producen por una interrupción de 10 milisegundos que se genera exteriormente. Las funciones telefónicas se llevan a cabo en un programa distinto del de interrupción que se llama de nivel básico.

El programa de la central 10-C interurbana está organizado alrededor de los registros de memoria especializados y asignados a unidades del equipo y alrededor de la recolección de exploraciones controladas por el programa monitor dirigido por las interrupciones exteriores de 10 milisegundos. Se ha realizado un gran esfuerzo para quitar los programas de exploración y realizar las

exploraciones por medio del canal de datos con lo que se consigue un ahorro sustancial de tiempo. El sistema de programación se ha diseñado de forma que se puedan introducir fácilmente nuevas facilidades.

### 11. Procesamiento de las llamadas

No hay relación directa entre las llamadas y los programas especiales. El trabajo de procesamiento de una llamada está dividido entre muchas operaciones de exploración independientes y que se realizan en paralelo.

Estas exploraciones ven los circuitos y no tienen conocimientos de las llamadas, como tales.

Las llamadas se detectan por una exploración periódica de los enlaces de llegada. Una vez que se ha detectado la captura del enlace, se realiza una traducción partiendo de la dirección del enlace para determinar el tipo de señalización. Se busca, se toma y se conecta el receptor adecuado al enlace por medio del programa de conexión de camino.

El programa del receptor recoge y analiza los dígitos que llegan y devuelven las señales adecuadas cuando sean necesarias. Una vez que se han recibido dígitos suficientes, se realiza una nueva traducción para encontrar cual es el haz de salida. Este programa también encuentra un enlace libre en el haz y proporciona también rutas alternativas hacia otros haces por si fueran necesarias.

De nuevo se llama al programa de conexión de la red para realizar la conexión entre el enlace de llegada y el de salida. Se dispara la rutina del enlace de salida y se envía la toma hacia la central distante. Se encuentra un envióador adecuado libre y se conecta al enlace de salida.

Se disparan las rutinas de tratamiento de los envióadores y se envían los dígitos recibidos a la central siguiente. Las exploraciones del envióador detectan las señales de respuesta del receptor de la otra central.

Después de la recepción y el envío de los dígitos, el programa de la red se encarga de sustituir las conexiones de señalización por la conexión de conversación. Como existe una red de señalización separada, ya se había conectado la red de conversación que estaba abierta mediante la actuación de un relé en los enlaces.

La supervisión de la respuesta y la desconexión se realiza en los enlaces mediante exploraciones de supervisión. El programa de la red desconecta el camino cuando se le ha disparado la rutina correspondiente debido a las exploraciones de supervisión.

### 12. Programas

Además de los programas operacionales ya mencionados existen otros programas de utilidad en el sistema 10-C y que son: un cargador, uno de puesta a punto de los programas, los programas de comunicación hombre-máquina y un meta-ensamblador.

El meta-ensamblador permite editar programas que en función de ciertos parámetros de entrada del ensamblador se pueden adaptar a las cantidades de dispositivos y las facilidades ofrecidas. El meta-ensamblador permite definir extensiones al lenguaje de programación para hacer más rápida la adición de posibilidades a los textos de los programas básicos.

El meta-ensamblador facilitará también la preparación de compiladores de lenguajes de alto nivel telefónico, cuando estos estén definidos por acuerdo entre las administraciones.

### 13. Resumen

El aumento del tráfico internacional e interurbano, junto con la introducción de canales comunes de señalización y el control de la red, han creado la necesidad de centrales de gran capacidad controladas por programas almacenados.

La central interurbana 10-C cumple estas características, con el conmutador reed de alta velocidad, con una organización de la red muy extensible, con unos procesadores de la tercera generación de alta velocidad trabajando en multiprocesamiento, con canales de datos y memorias de alta velocidad y sistema de programación muy avanzado.

### Referencias

- [1] H. H. Adelaar y J. D. Masure: Sistema semielectrónico 10-CX de conmutación telefónico con puntos de cruce sellados, *Electrical Communication*, Vol. 42, nº 1, 1967, págs. 35—46.
- [2] H. H. Adelaar: El 10-C, Sistema de conmutación con relés sellados y controlado por programa almacenado (68CP.340-COM), 1968, Conferencia Internacional del IEEE sobre comunicaciones, Filadelfia, Junio 12—14, pág. 38 de la memoria de la conferencia.

**Hans H. Adelaar**, nació en Amsterdam, Holanda, en 1916. Recibió su grado en ingeniería eléctrica de la Technische Hogeschool en Delft, Holanda.

Durante varios años estuvo como examinador de patentes con el gobierno de Holanda. Después se incorporó a Bell Telephone Manufacturing Company en 1945 trabajando en aplicaciones electrónicas para sistemas de conmutación telefónica.

Después de haber contribuido en el diseño del primer sistema semielectrónico en Ski cerca de Oslo, fué nombrado jefe del departamento de conmutación electrónica. En esta posición dirigió el desarrollo de un sistema de conmutación multiplex con división en el tiempo para grandes centrales, del que se hizo una demostración en 1960 y del sistema de conmutación semielectrónico 10-C.

Mr. Adelaar es ahora jefe del grupo de planificación de sistemas y redes y dedica parte de su tiempo como profesor del Twente Institute for Technology en Enschede, Holanda.

**John D. Beierle**, nació en Plainfield, N. J., U. S. A., en 1928. Recibió su grado Ph. D. de la Universidad de Pensilvania donde se especializó en lógica matemática y fué Assistant Instructorship. También fué Assistantship en Los Angeles, California.

Se incorporó a los laboratorios de Bell Telephone en el departamento técnico y contribuyó en el desarrollo del programa para Morris, Illinois Electronic Central Office.

Más tarde trabajó con Automatic Electric Laboratories donde trabajó en planificación y desarrollo de un sistema de conmutación electrónica con memoria de programa.

Se incorporó en 1965 al Departamento Técnico de ITT y desde entonces ha estado asignado al Laboratoire Central de Télécommunications, Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques y Bell Telephone Manufacturing Company. Actualmente es jefe de sistemas de conmutación semielectrónica 10-C.

## Nuevos libros

### Economic Management of Research and Engineering

Peter C. Sandretto, director de ingeniería de International Telephone and Telegraph Corporation, es el autor del libro, que se ha publicado recientemente, que proporciona contestaciones realísticas para los administradores que deben considerar cada detalle de las operaciones de investigación e ingeniería en relación con los términos, beneficio y pérdida. Consta de los siguientes capítulos:

1. El esfuerzo técnico — coste y localización
2. Cuanto gastar para investigación e ingeniería
3. Puede Vd. permitir la investigación
4. Selección de proyectos provechosos
5. Planificación del proyecto. — Génesis e impacto
6. Control de los proyectos de ingeniería
7. Evaluación de la estructura de investigación e ingeniería
8. Acción ejecutiva.

El libro de 15 × 23 cm. contiene 199 páginas incluyendo una bibliografía de 5 páginas y un índice de 9 páginas. Está editado por John Wiley & Sons, 605 Third Avenue, Nueva York 10016, al precio de 9,50 \$ por ejemplar.

# Sistema de datos CENSOR 900

K. MELLBERG

Standard Radio & Telefon AB, Barkarby (Suecia)

## 1. Introducción

Desde la aparición de los computadores, las aplicaciones de los sistemas de proceso de datos han aumentado de forma considerable. Un área de aplicación (los sistemas periféricos que permiten la comunicación en tiempo real entre el hombre y la máquina), ha experimentado en particular una explosión que sobrepasó todas las predicciones de hace unos años. Este aumento surge del potencial ofrecido por la cooperación con el computador en la toma rápida de decisiones. Una tecnología avanzada y una nueva concepción de los sistemas permite extender económicamente las ventajas de esta cooperación a una amplia gama de aplicaciones.

Este campo no es, sin embargo, un terreno inexplorado. La demanda creciente de eficacia exigida por la aviación moderna, ha hecho absolutamente necesario desde más de una década, que los operadores de los sistemas militares de defensa aérea recurran a la ayuda de computadores en línea para la toma de decisiones (véase Fig. 1). En los últimos diez años ha aparecido una amplia variedad de sistemas con esta finalidad. Muchos de ellos responden, no obstante, a un concepto excesivamente especializado para poder ser aplicados de forma general, o resultaron antieconómicos debido a los conceptos involucrados y al empleo de una tecnología no desarrollada, o simplemente por responder a unas especificaciones del cliente respecto a solidez, tolerancia, etc., demasiado severas.

En el comienzo de los años sesenta, las fuerzas aéreas suecas iniciaron el desarrollo de un moderno sistema de datos para la defensa aérea, contratando el diseño y producción de la parte principal de los centros de elaboración y presentación de datos del radar a la Compañía ITT de Suecia, Standard Radio & Telefon AB (SRT), que poseía una experiencia previa en la fabricación de procesadores de datos y dispositivos de presentación de rayos catódicos. El sistema desarrollado en SRT por este contrato militar es de naturaleza digital, incluso la parte de presentación en pantalla de rayos catódicos, comprendiendo un procesador de acceso múltiple y aplicación general denominado CENSOR, especialmente diseñado para cálculo interactivo y en tiempo real.

La primera aplicación civil de esta experiencia militar fué la instalación de un moderno centro de tratamiento y presentación de datos de radar para el control del tráfico aéreo civil en el aeropuerto de Arlanda, cerca de Estocolmo. El centro de control es uno de los más modernos en su clase, habiendo suscitado general interés en todo el mundo.

Los sistemas de control y vigilancia del tráfico aéreo, civil y militar, tratan un problema similar (véase Fig. 2). En el sistema entra una gran cantidad de datos, procedente de los radares y de los canales de comunicación. Los datos deben recogerse y procesarse rápidamente para responder eventualmente con la información de orientación adecuada para guiar al aeroplano.

El operador es parte integral e importante del bucle

de supervisión y decisión del sistema, como muestra la figura 3. El problema surge de que las reacciones han de ser muy rápidas. El operador necesita tener una información permanente "al segundo", de la situación en el aire, y disponer de unos medios para intervenir en el proceso de decisión. Esto significa que debe comunicar "en línea" con los órganos de decisión del sistema. Las herramientas para establecer la comunicación son las pantallas de presentación de rayos catódicos y unos dispositivos de entrada de datos. El operador observa en las pantallas las informaciones del radar combinadas con la información sintetizada generada por el computador, adoptando a partir de ellas una decisión. A continuación, mediante los dispositivos de entrada (llaves del tablero, etc.), introduce los datos y órdenes pertinentes, interviniendo en el proceso del sistema.

En un sistema de este tipo, la parte más importante es la función de comunicación entre las personas que operan y el sistema de proceso de datos. Esta interconexión (los elementos de presentación de datos y los dispositivos de entrada), debe ser controlada por el sistema de proceso de datos de forma eficaz y flexible, admitiendo la combinación de distintos modos de comunicación hombre-máquina, bien opcionalmente o introducidos con facilidad en función de las necesidades.

El diseño de los equipos que constituyen los sistemas militares siguiendo unas normas adecuadas y el desarrollo de soluciones generales para responder a las diversas funciones del sistema, han marcado un nivel de flexibilidad considerable. Estos factores han sido determinantes para permitir la explotación de los módulos del sistema en aplicaciones más generales. La experiencia obtenida del sistema militar, particularmente

FASES DE AUTOMATIZACION DE LOS SISTEMAS DE DEFENSA AEREA

TIEMPO DE RESPUESTA ENTRE DETECCION Y DECISION

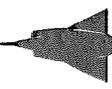
SISTEMAS EN LOS AÑOS	VELOCIDAD MACH	METODO DE CONTROL		RESPUESTA EN SEGUNDOS
		REACCION		
1940	 0,3	HOMBRE A HOMBRE	PEQUEÑA	120 / 300
1950	 1,0	PANTALLA DE RADAR	MODERADA	30 / 60
1960	 1,5	HOMBRE/CALCULADOR	GRANDE	6 / 10
1970	 > 2,5	CONTROL POR PROGRAMA	INTENSA	< 5

Fig. 1 Desarrollo de los sistemas de defensa aérea.

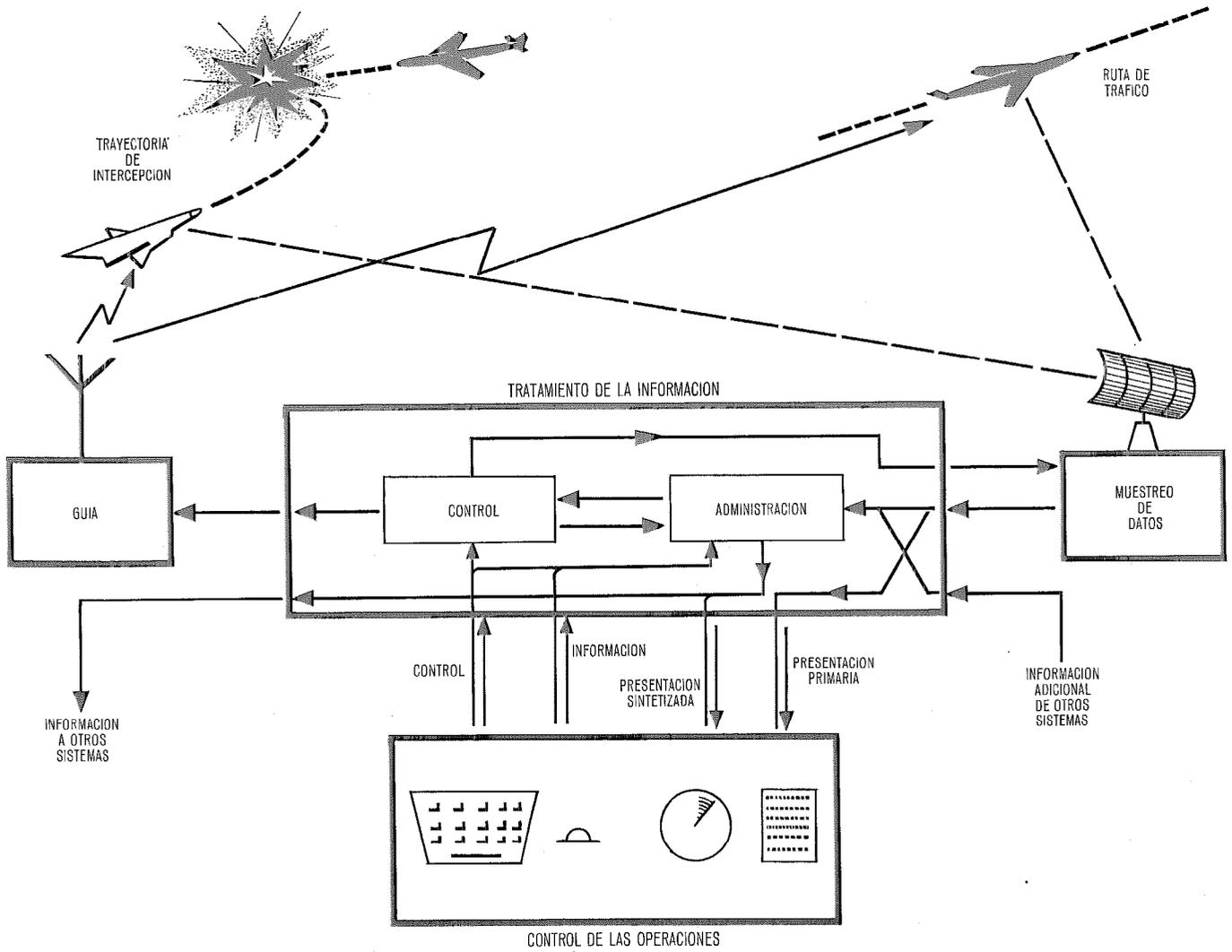


Fig. 2 Centro de control y comando de las operaciones aéreas civil y militar.

de los dispositivos de presentación de datos en pantalla de rayos catódicos controlados por procesador y de los circuitos intermedios entre el hombre y la máquina, ha podido aplicarse a otros campos tales como; búsqueda y tratamiento de información "en línea"; tratamiento de datos relativos a enfermos en hospitales; proceso de mapas del tiempo en centros meteorológicos; diseño con la ayuda de procesadores; y, naturalmente, los sistemas de control de tráfico aéreo mencionados anteriormente, así como otros sistemas de vigilancia semejantes.

De forma natural, el sistema de presentación y proceso de datos desarrollado para los militares hace seis o siete años, ha encontrado continuación en un sistema de la última generación. No obstante, los conceptos de interacción del sistema anterior eran ya sumamente eficaces por lo que se han mantenido en el nuevo sistema, en el que principalmente se ha introducido una tecnología avanzada (circuitos integrados) y una organización más modular. Esto facilita el problema de sustituir o ampliar el sistema anterior con el nuevo. El nuevo sistema se denomina sistema de datos CENSOR 900, describiéndose a continuación las características principales de los calculadores y unidades terminales.

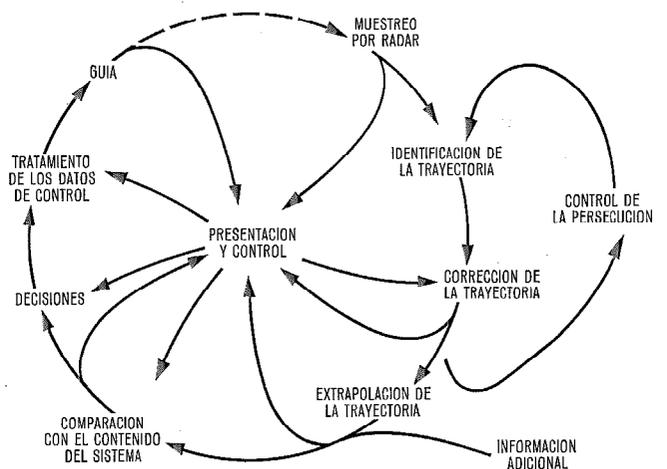


Fig. 3 Esquema del proceso e interacciones en un sistema de control de tráfico aéreo.

## 2. El sistema de datos CENSOR 900

### 2.1 Tratamiento descentralizado de datos

Los sistemas modernos de datos, donde el hombre juega un papel funcional e integrado en la comunicación

en línea con el sistema, tienen que enfrentarse a especificaciones extremadamente variables en cuanto a complejidad y capacidad para modificar el tipo de funcionamiento y la configuración del sistema mismo. Un procedimiento para adaptarse a estas especificaciones es compartir el tiempo de tratamiento y el coste de la máquina entre varios usuarios, utilizando entonces un procesador grande y potente, provisto de facilidades de comunicación y de reparto de carga. Esta solución resulta económica para el usuario ya que normalmente puede modificar en cualquier momento el tipo y condiciones del servicio solicitado del procesador, pagando únicamente por el servicio obtenido. No obstante, se plantean ciertas limitaciones sobre el tipo de aplicación y la configuración del sistema, ya que el calculador central, aun cuando sea muy potente, no puede explotarse simultáneamente en muchos modos en condiciones económicas satisfactorias. Los usuarios estarían además situados en posiciones remotas, lo que implica también una limitación en el flujo de información enviada y recibida por el calculador, impuesta por la capacidad del canal de transmisión.

No obstante, la división del tiempo en el sentido anteriormente citado ofrece una contestación excelente para la necesidad del diálogo hombre-máquina, y se está extendiendo muy rápidamente en áreas, tales como proceso científico y de ingeniería, tratamiento de datos de negocios y reintegración general de datos [1].

La dimensión de un sistema de tiempo compartido tratado por un calculador sencillo, depende mucho de la dimensión final, velocidad del procesador y facilidades de programación múltiple en tiempo real. En todo caso, cuando el número de usuarios simultáneos se hace demasiado grande, cada uno está enfrentado con una demora en la respuesta de la máquina que puede no ser tolerable. El retardo está, principalmente producido por la cola actual de trabajos de usuarios, parcialmente por la dirección múltiple del programa supervisor y en parte por el manejo de la comunicación para atención de los terminales.

Entre los diferentes tipos de calculadores la carga producida por el manejo de la comunicación puede variar considerablemente dependiendo en cada caso de las posibilidades para actuar en tiempo real, pero también a causa de las diferentes formas de aplicación. Existe una gran diferencia entre un sistema en el cual los usuarios emplean, por ejemplo, teletipógrafos para tareas de comunicación, problemas científicos, preguntas, etc., con una velocidad humana lenta, y otro sistema donde se hacen una o más presentaciones de gráficos con un gran contenido de información que tiene que refrescarse varias veces por segundo y cuando la pluma luminosa exige una atención enorme del programa en tiempo real. Este último caso es un ejemplo extremo pero existen muchas aplicaciones donde la recogida y distribución de datos, por sí sola, exige mucha comprobación, compulsación, edición, transformación y actualización, lo que se hace con programas relativamente sencillos y que no exigen economía de grandes archivos centrales y librerías de programa.

En un sistema de tiempo compartido donde el trabajo de control de comunicación, como en los ejemplos ante-

riores (la palabra comunicación se emplea aquí con un sentido muy amplio), es una parte sustancial de la carga de trabajo del sistema, una solución atractiva para una mayor eficacia del sistema es la aproximación al multiprocesador en el que uno o más procesadores de entrada/salida están conectados a un procesador central. Este trabaja en extensos programas centrales de archivos y librería y tiene su tiempo compartido entre los procesadores de entrada/salida que realizan el control de la comunicación y a su vez comparten el tiempo entre varios terminales de usuarios [2].

La aproximación al multiprocesador presenta eficacia, confiabilidad y flexibilidad.

— La eficacia se obtiene porque pueden utilizarse computadores muy apropiados para las distintas tareas. Un gran computador central realiza los tratamientos complicados y el trabajo de archivo económicamente, para el control de comunicación están muy apropiados computadores de menor costo.

— Confiabilidad es una consecuencia del sistema porque en el caso de fallar una parte del mismo la interrupción no es total.

— La flexibilidad se presenta por la posibilidad de dar distintas configuraciones al sistema de acuerdo con las distintas necesidades y su variación. Se pueden utilizar con completa libertad distintos tipos de procesadores de comunicación adaptados a diferentes tipos de terminales, pueden conectarse al computador central, localmente o a distancia, puede dárseles una posibilidad determinada de archivo local limitado que presente más o menos tratamiento local anterior o posterior (procesadores satélites), la cantidad de computadores de comunicación puede crecer con la ampliación del sistema.

El equipo puede iniciarse en algunos casos (por ejemplo, el sistema SRT de datos de pacientes) con uno o pocos sistemas satélites que posteriormente se integran en un banco central de datos.

El sistema de tratamiento de datos de radar para la defensa aérea de Suecia que se ha mencionado anteriormente, está basado principalmente en el procesamiento distribuido. Muchos centros están conectados por medio de líneas de comunicación de datos a subcentros autónomos y ellos mismos pueden ser satélites completos que incluyen otros satélites a su vez para tareas especiales, así como la determinación automática de altura y el tratamiento de datos de radar para su transmisión con banda reducida a los lugares de tratamiento central.

En un centro de defensa aérea o control del tráfico aéreo se hacen dos clases distintas de proceso, uno es la computación complicada y trabajo de archivo para persecución automática, control de caza y tratamiento de plan de vuelo, y el otro es el control de comunicaciones con otros sistemas por medio de líneas de transmisión de datos y con operadores a través de las pantallas de presentación de radar y dispositivos de entrada. Ambos tipos de trabajo imponen una carga muy fuerte en el sistema, habiéndose encontrado eficaz, realizar las funciones de tratamiento en un computador central suplementario donde se realiza el control de la comunicación por uno o más procesadores de entrada que dan una aten-

ción inmediata a las funciones del terminal y envían órdenes de computación sobre la base de tiempo compartido al computador central.

La experiencia con el tipo anterior de sistemas condujo al presente diseño del sistema de datos CENSOR 900 que se inició en 1967.

El sistema de datos CENSOR 900 tiene tres categorías principales de módulos; el procesador CENSOR 932 de tratamiento central, diseñado principalmente para los sistemas de control de tráfico y de defensa aérea, el procesador CENSOR 908 para el control de las comunicaciones, y un sistema terminal con unidades de presentación de datos y elementos manuales de entrada. En aplicaciones generales, el CENSOR 903 puede trabajar con sistemas existentes, lo que supone una ventaja en algunos casos particulares por poder utilizar los programas disponibles.

## 2.2 Descripción del sistema de datos CENSOR 900

### 2.2.1 Generalidades del sistema

El sistema de datos CENSOR 900 (Fig. 4) consta de una familia de módulos, en el que un complejo de cálculo formado por dos tipos de procesadores de datos constituye el núcleo activo, al que rodea un cierto número de unidades terminales en tiempo real. El complejo está asociado a una memoria de acceso múltiple, que comunica directamente en línea con los subsistemas terminales de tiempo real a través de un multiplexor de canales con autoacceso; estos subsistemas pueden ser:

- subsistema de presentación gráfica de datos GRAFOSKOP;
- subsistema de presentación alfanumérica de datos ALFASKOP;
- subsistema de entrada de voz y datos Intercom 411.

La elevada capacidad y la flexibilidad de acceso de la memoria de acceso múltiple permite constituir diversas configuraciones para hacer frente a especificaciones funcionales diferentes (ver sección 2.2.2). Así, la memoria de acceso múltiple puede ampliarse con módulos procesadores en la forma siguiente:

- unidad central CENSOR 908 para el tratamiento de la entrada y salida de datos bajo control de un programa;
- unidad central CENSOR 932, con o sin memoria inter-

na, para el control de la entrada y salida de datos y su tratamiento;

- unidades centrales CENSOR 908 y CENSOR 932, para el control de la entrada y salida de datos y su tratamiento en gran escala.

Las unidades periféricas controladas por programas se conectan a los procesadores CENSOR a través de unos canales selectores (ver sección 2.2.2).

El medio más simple de comunicación entre un sistema CENSOR 900 y otros sistemas de cálculo es un enlace de transmisión de datos. Sin embargo, puede también conectar la memoria de acceso múltiple a otra unidad procesadora para transmitir a alta velocidad mediante un sistema de canales. A este efecto se ha dispuesto un adaptador de canales que permite la comunicación con cualquier procesador moderno a través de unos módulos intermedios especiales para cada tipo. Este tipo de comunicación facilita la conexión de un sistema terminal en tiempo real a un procesador que de otra forma no la admitiría. Asimismo, en este caso el CENSOR 908 puede disponer de unos programas que tratan el problema de la interconexión preparando el flujo de datos hacia y desde el otro procesador, considerándola como una conexión con una unidad periférica normal.

Puesto que el sistema de datos CENSOR está principalmente orientado hacia las aplicaciones de tiempo real, las facilidades de programación previstas tienden a: producir programas objeto eficaces, permitir la redistribución en la memoria de programas, facilitar su corrección y simplificar la programación en línea. La programación se realiza a nivel "ensamble", utilizándose macroinstrucciones en ciertas aplicaciones. Se tienen las siguientes facilidades:

- macro-ensamblador general;
- supervisor y cargador, principalmente para comunicación con unidad de disco;
- ensamblador de presentación para una organización con presentación de datos;
- programas de utilidad para presentación de datos;
- programas de prueba y de corrección, en línea y fuera de línea.

### 2.2.2 El procesador de datos CENSOR 908

El procesador de datos CENSOR 908 ha sido principalmente diseñado para el tratamiento y transferencia de datos a alta velocidad hacia y desde un gran número de unidades terminales de tiempo real y funcionamiento en línea. Por lo tanto, resulta particularmente adecuado como unidad satélite de un complejo de tratamiento centralizado que comprende un CENSOR 932 u otros procesadores, aunque puede funcionar independientemente en muchas aplicaciones de tratamiento de datos.

El CENSOR 908 comprende dos módulos principales (Fig. 5):

- la memoria de acceso múltiple,
- la unidad central de tratamiento CENSOR 908 (UCT 908).

La memoria de acceso múltiple comprende una memoria de núcleos de ferrita para los programas y datos de entrada y salida y un multiplexor de canales con acceso automático; el sistema de canales permite la transferen-

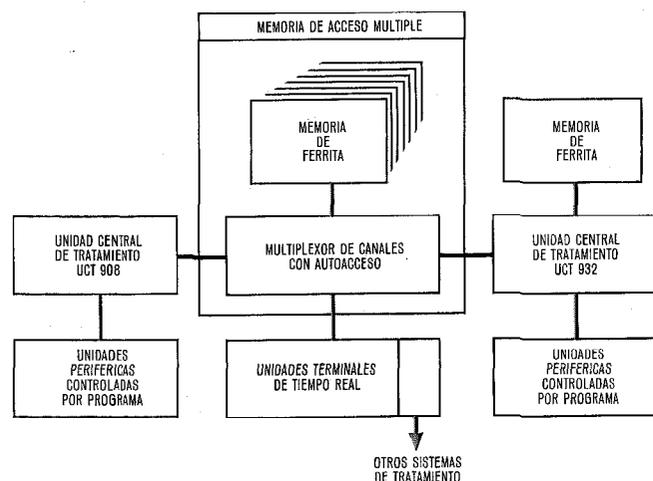


Fig. 4 El sistema de datos CENSOR 900.

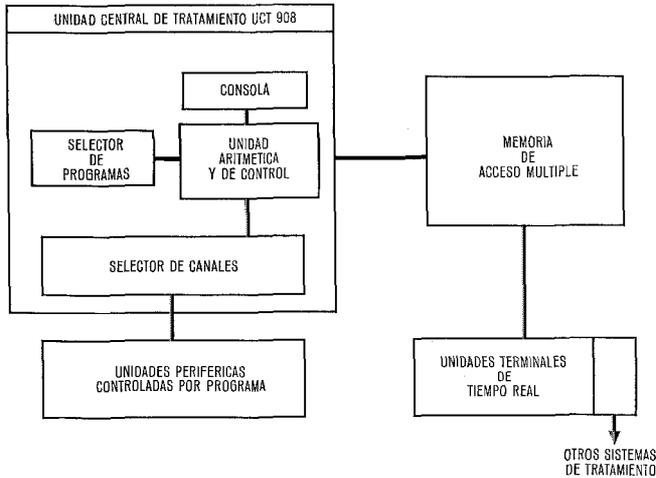


Fig. 5 El sistema procesador de datos CENSOR 900.

cia en paralelo de una palabra desde los dispositivos terminales, según un sistema de prioridades múltiples que admite hasta 256 prioridades distintas. El acceso a la memoria se realiza por el método de "robo de un ciclo", sin intervención del programa, característica que permite alcanzar un rendimiento elevado y una adecuada distribución del tiempo. La memoria de ferrita tiene un ciclo de 1,0 microsegundo y una longitud de palabra de 4 octetos (bytes) "32 bits + 4 bits de paridad", siendo compatible con el CENSOR 932. (Véase más adelante). La capacidad de almacenamiento varía entre 16 y 128 K octetos, por módulos de 16 K octetos.

La memoria de acceso múltiple es accesible también desde el CENSOR 932 como si formara parte de su memoria interna. El CENSOR 932 admite, según esto, hasta 4 memorias de acceso múltiple. Así pues, el CENSOR 932 puede trabajar con los datos del CENSOR 908 sin realizar ninguna operación de transferencia. Asimismo dos CENSOR 908 pueden trabajar con la memoria del otro, en una configuración de tipo "duplex".

La UCT 908 consiste en una unidad de control y aritmética (UCA), provista de un selector de programas y un selector de canales para la conexión de los periféricos controlados por programa y de los dispositivos de memoria de masa. La UCA opera sobre octetos simples en paralelo y tiene una lista de instrucciones adecuada al tratamiento de mensajes de longitud variable. Diversas subrutinas permiten llevar a cabo instrucciones aritméticas más complicadas. La memoria de trabajo de la UCA es la propia memoria de acceso múltiple, con dos modos de direccionado del autoacceso. Los programas trabajan sobre 64 K octetos con direccionado indirecto y relativo y, opcionalmente, sobre memorias mayores con un modo de direccionado especial. El selector de programas trata interrupciones rápidas con 32 niveles de prioridad. El selector de canales permite el acceso a los dispositivos periféricos controlados por programa a través de un canal capaz de transmitir un octeto en paralelo. En un momento dado puede seleccionarse uno entre 256 dispositivos. Un sistema de selección especial controla los dispositivos periféricos, iniciando el programa la transferencia desde un canal del selector, continuando

accediendo a la memoria en forma autónoma a través de un canal del multiplexor, por bloques de octetos a la velocidad de la unidad periférica. Esto permite que la UCT se dedique a otras actividades durante la duración de la transferencia, con una verdadera distribución de operaciones en el tiempo.

### 2.2.3 El procesador de datos CENSOR 932

El procesador de datos CENSOR 932 (Fig. 6) tiene como función principal realizar los cálculos complicados de segunda prioridad como soporte del sistema procesador que controla las comunicaciones, que comprende uno o más sistemas CENSOR 908. Una característica destacable de la unidad central de tratamiento CENSOR 932 es que tiene acceso no sólo a su propia memoria interna de ferritas sino también a la memoria de acceso múltiple. Esto significa que la UCT 932 en algunas aplicaciones, puede trabajar sin memoria propia.

El procesador maneja palabras de 36 bits de longitud (4 octetos). Todas las operaciones se realizan en paralelo sobre una palabra. La memoria de ferrita tiene un ciclo de 1,0 microsegundo siendo extensible en módulos de 4 K palabras hasta 128 K palabras, directamente direccionables. Puede añadirse una memoria de ferrita externa con una capacidad máxima de dos millones de palabras, que se direcciona indirectamente o mediante indexación. El acceso a la memoria de acceso múltiple se realiza como si formara parte de la propia memoria del CENSOR 932.

El CENSOR 932 tiene una amplia lista de más de 80 instrucciones. Se incluye una opción que permite realizar las operaciones aritméticas con coma flotante. Un sistema de interrupción con 64 niveles de prioridad, dispuestos en módulos de 16, y un sistema de protección de la memoria, hacen al CENSOR 932 particularmente bien adecuado a la multiprogramación en tiempo real.

Un selector de canales facilita el control por programa de las unidades periféricas normalizadas, tales como bandas de papel, cintas magnéticas, discos y máquinas impresoras.

Un sistema de datos CENSOR 932 admite la conexión de 4 procesadores de datos CENSOR 908.

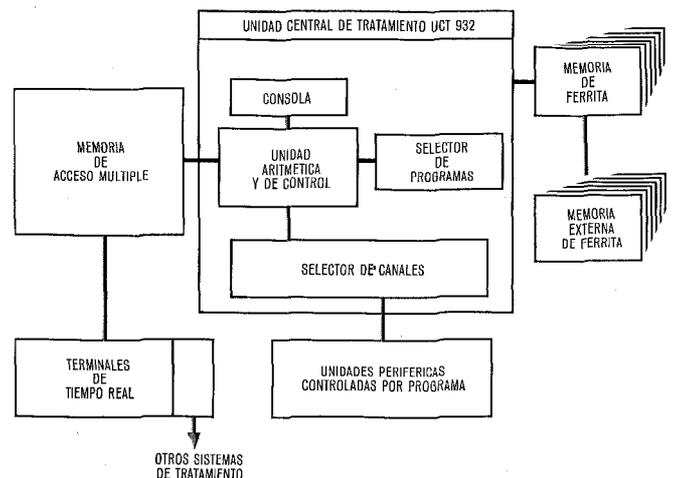


Fig. 6 El sistema procesador de datos CENSOR 932.

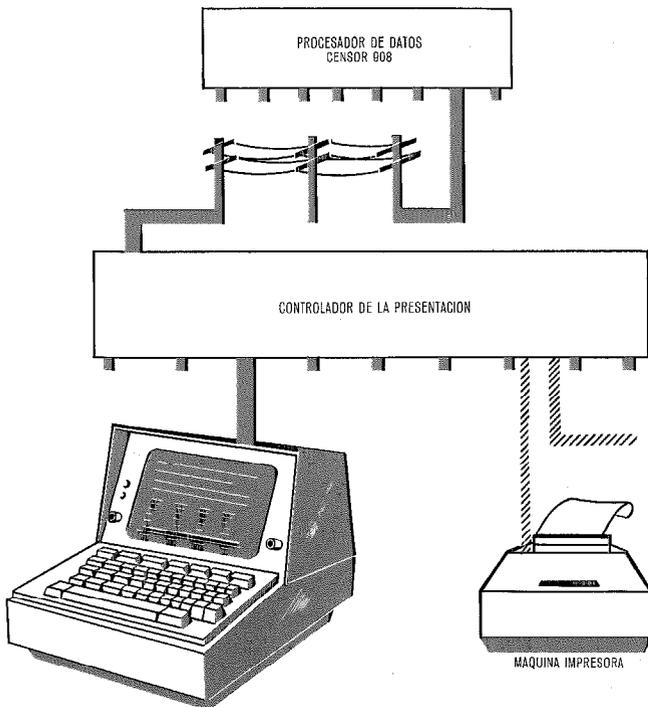


Fig. 7 El sistema ALFASKOP.



Fig. 8 Unidad de presentación ALFASKOP.

### 2.2.4 El subsistema ALFASKOP

El sistema de presentación de datos alfanuméricos ALFASKOP, (Fig. 7 y 8) es un sistema periférico de entrada y salida de datos, básicamente diseñado para comunicación remota con un complejo central de tratamiento de datos en tiempo real. Las unidades fundamentales del sistema son la unidad de presentación de datos ALFASKOP, provista de un panel de llaves, y un controlador.

Los datos alfanuméricos de entrada y salida aparecen en la pantalla de un tubo de rayos catódicos. La superficie eficaz de la pantalla de la unidad ALFASKOP admite 16 líneas de 80 posiciones, de manera que pueden presentarse simultáneamente 1280 caracteres. Una línea suplementaria en la parte inferior, también de 80 posiciones, permite identificar 5 llaves de función o programa del panel. El cometido de estas llaves puede alterarse

desde el procesador, de acuerdo con una serie de órdenes predeterminadas adaptadas al tipo de aplicación.

El controlador de la pantalla, que comprende un registro de datos y una memoria de permanencia de los datos presentados, está normalmente conectado a un procesador a través de una línea telefónica.

El procesador de datos CENSOR 908 admite la conexión de 32 sistemas ALFASKOP, y el controlador de cada subsistema puede organizarse de manera que alimente independientemente hasta 16 unidades ALFASKOP (con 8 líneas cada una), así como cuatro máquinas impresoras copiadoras.

La unidad ALFASKOP puede formar parte también de un circuito cerrado de TV.

### 2.2.5 El subsistema GRAFOSKOP

El subsistema GRAFOSKOP es un sistema gráfico de presentación de datos asociado a la memoria de acceso múltiple del CENSOR 908 por un canal multiplexor de alta velocidad, que envía palabras en paralelo. Los gráficos se almacenan en la memoria de acceso múltiple donde son explorados por un generador de presentación de datos que alimenta hasta 16 unidades GRAFOSKOP (Fig. 9).

El subsistema GRAFOSKOP incluye también unos dispositivos de entrada y de preparación tales como panel de llaves, lápiz luminoso y esfera de rastreo.

El sistema básico GRAFOSKOP está constituido por un CENSOR 908 con memoria de acceso múltiple, conectado a un máximo de cuatro subsistemas GRAFOSKOP. Si el sistema básico dispone de una UCT 908, puede trabajar autónomamente con un sistema de presentación de datos controlado por programa. Se conseguiría el mismo resultado asociando a la memoria de acceso múltiple otro procesador en lugar de la UCT 908.

Si se incorpora un sistema de presentación GRAFOSKOP a un complejo de cálculo de otro tipo, el procesador CENSOR 908 (UCT 908 incluida), utilizado para el control de la presentación, puede compartir la carga del complejo de cálculo e intervenir como elemento intermedio de los programas. Las funciones que pueden asignarse ventajosamente al CENSOR 908 son:

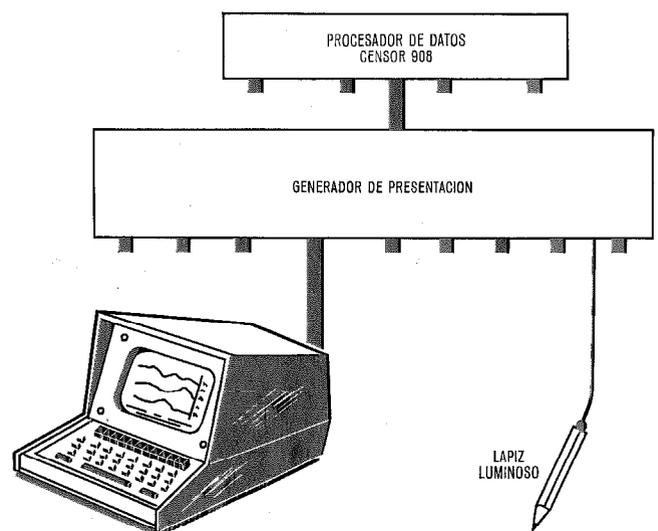


Fig. 9 El sistema GRAFOSKOP.

- interpretación de las órdenes de entrada,
- control del lapiz luminoso,
- generación en la memoria de acceso múltiple de los datos a presentar.

El sistema GRAFOSKOP constituye una herramienta versátil para la presentación de informaciones visuales en tiempo real. Los generadores de presentación producen gráficos tales como:

- dibujos,
- mapas,
- esquemas,
- curvas arbitrarias,
- cualquier tipo de símbolos,

así como caracteres alfanuméricos ordinarios. La figura 10 muestra el modelo de sobremesa de 350 mm. Un modelo de pie de 625 mm. admite la representación de gráficos más complejos.

Los generadores de presentación GRAFOSKOP se controlan mediante un procesador que contiene las instrucciones y datos que constituyen el gráfico programado, almacenado en la memoria de acceso múltiple, donde es explorado permanentemente para mantener actualizados los gráficos representados. El programa que define el gráfico es muy parecido a un programa normal de tratamiento. Una vez introducido éste en la memoria de ferrita, el generador de presentación exhibe la información sin producir más carga adicional a la UCT que la debida a la actualización del gráfico cuando se produce algún cambio.

### 2.2.6 Subsistema de intercomunicación 411 para la voz y entrada de datos

El subsistema de intercomunicación 411 se diseñó en principio para establecer comunicaciones telefónicas interiores. El disco del aparato telefónico permite introducir además datos numéricos en línea en el CENSOR 900 (Figs. 11 y 12). El procesador constituye en este caso un abonado conectado a la central de intercomunicación por una o varias líneas dependiendo del tráfico. El sistema de intercomunicación realiza así una doble función, co-

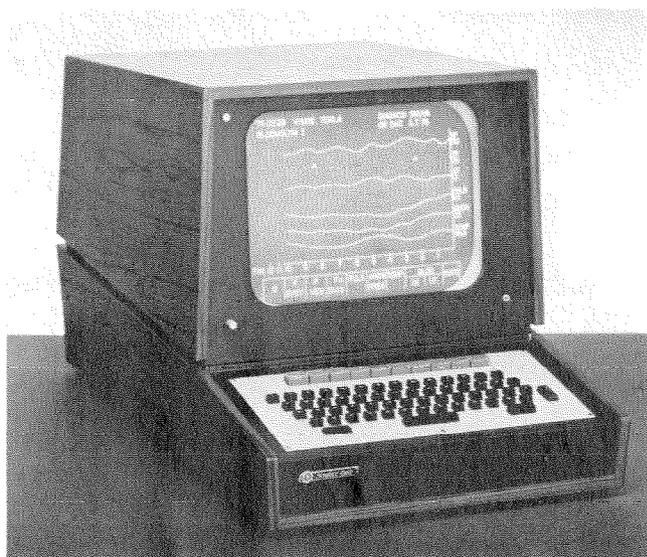


Fig. 10 Modelo de sobremesa GRAFOSKOP de 350 mm.

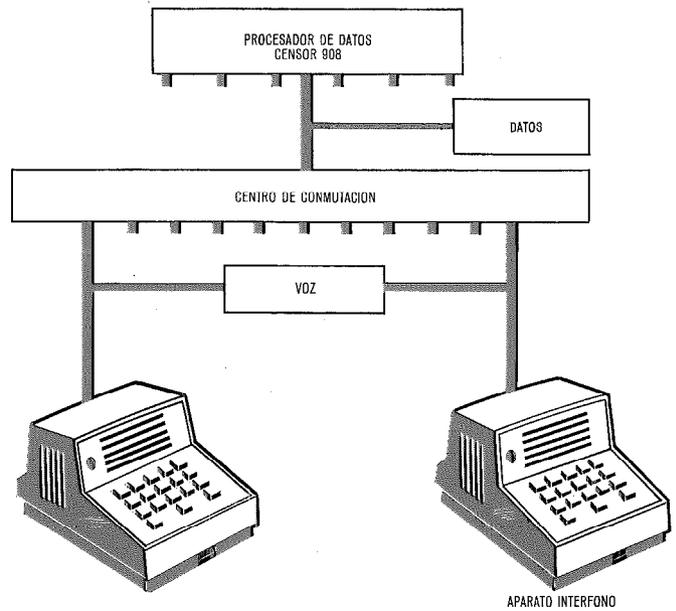


Fig. 11 El sistema de intercomunicación ITT-411.



Fig. 12 Terminal de intercomunicación Intercom.

municación telefónica e introducción de informaciones numéricas. El altavoz del aparato se emplea para reconocer las señales de respuesta del procesador, confirmación de haber recibido las señales, rechazo de informaciones no permitidas, etc.

### 2.2.7 Resumen del concepto del sistema

A continuación se resume el concepto del sistema, partiendo de los detalles dados en las secciones anteriores.

Los datos del sistema controlados en tiempo real se almacenan en una memoria — la memoria de acceso múltiple — que a través de los sistemas de comunicación de datos sirve para varios sistemas de proceso, como, los subsistemas de presentación y clases distintas de UCT, utilizadas separadamente o reunidas, algunas ajenas, así como los dos sistemas de UCT, el 908 y el 932.

Este concepto de sistema no es único actualmente. Algunos sistemas de procesadores múltiples (por ejem-

plo el Honeywell H 632) consta de una memoria común compartida entre dos o más procesadores. Lo que puede considerarse como sobresaliente en el censor 900 es la posibilidad para que los terminales y otros sistemas comuniquen de una manera autónoma con la memoria común sin intervención de la UCT. Si para el proceso es necesaria la acción de la UCT pueden escogerse diferentes unidades centrales de tratamiento; un computador ajeno (ver el ejemplo en la sección 3.3) la UCT 908 y/o la 932.

La unidad 908 es un procesador de octetos (bytes) y realiza las funciones de manejo y supervisión de mensajes para los sistemas terminales, y la 932 ejecuta las funciones computadoras en una vía organizada de palabra (una palabra = 4 octetos). Las dos UCT utilizan la memoria de acceso múltiple para programa y para almacenamiento de datos, pero la 932 puede tener su propia memoria de ferritas para permitir el proceso en paralelo real entre las unidades 908 y 932.

El sistema CENSOR 900 utiliza circuitos integrados para todo, excepto en algún amplificador de línea. Estos circuitos integrados están dispuestos en placas normalizadas de las cuales se montan 19 sobre una caja cableada que es enchufable en un bastidor armario ISEP (práctica de equipos normalizada de ITT). Una función del sistema consta de una o más cajas y pueden obtenerse distintas configuraciones de sistema, de un modo flexible, mediante el cableado adecuado de los bastidores para las distintas agrupaciones de cajas.

### 3. Aplicaciones del sistema de datos CENSOR 900

#### 3.1 El sistema de la unidad de vigilancia intensiva del Hospital Carolina de Estocolmo

Este sistema está descrito en otro artículo de esta misma publicación.

#### 3.2 Aplicaciones meteorológicas

Los sistemas de presentación de datos GRAFOSKOP son los únicos empleados para la producción y edición de mapas del tiempo, suministrándose actualmente a las fuerzas aéreas suecas para sus centros meteorológicos regionales. Cada sistema de presentación utiliza como control un CENSOR 908 completo, actuando como unidad satélite autónoma de un procesador que establece los pronósticos (un Marconi Myriad) en una conexión canal a canal. La información básica que constituye el mapa es enviada por el Myriad al CENSOR 908, donde es elaborada, apareciendo finalmente en el GRAFOSKOP. El mapa representado en la pantalla puede ser corregido y completado por un meteorólogo con la ayuda del panel de llaves y del lapiz luminoso. Una pantalla esclava independiente permite registrar fotográficamente los mapas finales que son así copiados rápidamente sobre un papel de gran formato para distribución ulterior de las predicciones del tiempo. La figura 13 constituye un ejemplo de un mapa del tiempo durante su tratamiento. Las marcas son los informes procedentes de las estaciones meteorológicas que se utilizan para completar los mapas y que realmente consisten en un conjunto de símbolos numéricos y meteorológicos.

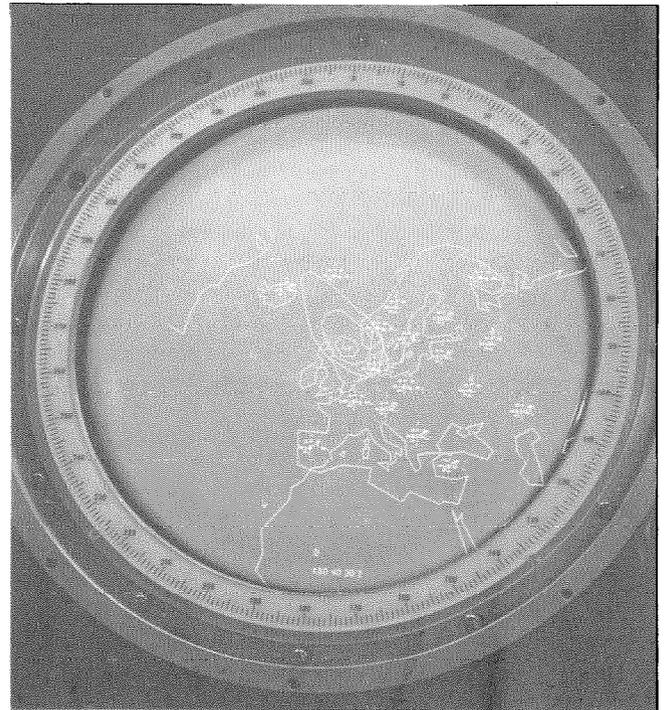


Fig. 13 Mapa del tiempo en una unidad GRAFOSKOP (en la fotografía aparece una pantalla circular GRAFOSKOP-PPI. Normalmente se utiliza una pantalla rectangular de 625 mm).

#### 3.3 Presentación de información de un sistema radar

El centro de prueba del control de tráfico aéreo de Eurocontrol emplazado en Bretigny, hará uso de los sistemas GRAFOSKOP para la presentación de informaciones sintetizadas del radar, completadas con datos operacionales. Los datos de control de tráfico y de radar se tratan en un sistema de procesadores que los manipulan para su presentación y alimentan las memorias de acceso múltiple de un CENSOR 908 mediante unas conexiones canal a canal.

En este caso, la UCT 908 no está incluida en el sistema ya que el tratamiento de los datos a presentar se realiza en el propio sistema de procesadores.

Las fuerzas navales suecas han suscrito contrato por un sistema semejante donde el procesador central es un IBM 800 conectado canal a canal a una memoria de acceso múltiple CENSOR 908.

#### 3.4 Tratamiento de datos en un sistema radar

La capacidad de algunos centros del sistema de defensa aérea sueca se ha visto aumentada por la introducción de un CENSOR 932. Hasta ahora, el control de la presentación de datos complicado y el tratamiento involucrado en una operación de seguimiento automático, se realizaba mediante unos procesadores CENSOR de la generación anterior. En el nuevo sistema, la función de estos procesadores se limita únicamente al control de la presentación y a la elaboración de los datos de entrada y salida mientras que los cálculos complicados se llevan a cabo en un CENSOR 932, con multiprogramación y distribución de funciones en el tiempo, conectado canal a canal al sistema anterior. De esta manera la capacidad

del sistema se aumenta notablemente con solo unas ligeras modificaciones del equipo y de los procedimientos de operación del sistema anterior.

Este método constituye un ejemplo típico de como a un sistema autónomo en funcionamiento puede conectarse una unidad suplementaria para aumentar su capacidad de tratamiento sin modificar los procedimientos interactivos del sistema anterior y manteniendo el funcionamiento en tiempo real de todas las partes del sistema. El sistema anterior permitía además realizar un gran número de pruebas y la modificación de procesos de cálculo complicados, así como de los procesos interactivos lo que constituye una buena base para especificar los requisitos del sistema ampliado.

Para empleo en los centros de control de tráfico aéreo se han encargado otros sistemas semejantes, donde un CENSOR 932 realiza los cálculos complicados y uno o varios CENSOR 908 controlan la presentación y la entrada y salida de datos.

### 3.5 Aplicación de los ordenadores al diseño

Una aplicación inmediata del sistema gráfico de presentación de datos es la realización de esquemas con la ayuda de un ordenador, en diseño de tipo mecánico y eléctrico, Standard Radio & Telefon AB desarrolla algunas actividades en este campo, empleando un sistema GRAFOSKOP que puede conectarse a un sistema procesador de gran capacidad para resolver cálculos geométricos complicados y tratar el problema de archivo de datos.

### 3.6 Sistemas de información para la dirección

Es éste probablemente el campo de aplicaciones más importante, en el que se incluyen en particular los sistemas de información para hospitales. Están en cartera varios sistemas constituídos por un CENSOR 908 que controla subsistemas GRAFOSKOP o ALFASKOP, cubriendo una amplia variedad de aplicaciones. Se citan a continuación algunos ejemplos:

- información sobre el estado de una compañía en forma de texto, informaciones numéricas y curvas, presentadas a través de un sistema GRAFOSKOP. La producción de informes se realiza utilizando un calculador central;
- unidades satélites para la recopilación, almacenamiento y búsqueda de datos en un sistema de control de producción de una fábrica, mediante sistemas CENSOR 908 y ALFASKOP. La integración de las actividades de la fábrica y los informes generales del estado global se realizan en un calculador central. La comunicación entre las unidades satélites y el calculador central se realiza por grupos a través de unos canales de telecomunicación que enlazan las plantas con la oficina central;
- control de una red de telecomunicación para la conexión de una red de transmisión de datos a un calculador

central o a un banco de datos. Las unidades periféricas están normalmente constituídas por unidades de presentación ALFASKOP o teletipos que permiten solicitar y enviar datos. Los procesadores CENSOR 908 actúan como concentradores y supervisores de tráfico, pudiendo emplearse en el mismo lugar que el calculador central o en los puntos de concentración de la red.

## 4. Conclusión

Las mejoras introducidas en la comunicación directa entre el hombre y la máquina atraen continuamente nuevos usuarios hacia los servicios de tratamiento de datos. Esto implica que un servicio de tratamiento tenga cada vez mayor diversidad y plantea nuevas exigencias, resultando de extraordinaria importancia en el planteamiento del desarrollo de nuevos sistemas el hecho de que los usuarios estudian e investigan cuidadosamente todas las soluciones que se les ofrecen antes de aventurarse hacia un complicado sistema centralizado del que sería costoso volver atrás en caso de mala orientación. Un sistema modular con funciones en paralelo distribuidas es más sencillo y más económico tanto en su realización como en lo que respecta a las modificaciones posteriores, es además más seguro y generalmente costoso de explotar, no siendo incluso demasiado gravoso abandonarlo por completo si los primeros pasos prueban que no es la solución más adecuada. Es aconsejable realizar las funciones distribuidas con procesadores satélites de tiempo real provistos de accesos múltiples, lo que permite establecer una comunicación versátil con otros módulos del sistema y, en particular, con los terminales de comunicación hombre-máquina.

### Referencias

- [1] N. Pointel, D. Cohen: Computer Time-Sharing — A review. Electrical Communication, Vol. 42, N° 2, 1967, pág. 193.
- [2] N. Doelling: Computer Resources Sharing — Some Comments and Predictions. Computers and Automation, Oct. 1968.

---

**Kjell Mellberg** nació en Suecia en 1930. En 1956 recibió el grado de Master of Science en electrónica del Royal Institute of Technology de Estocolmo.

En 1956 se incorporó al grupo digital de reciente creación de Standard Radio & Telefon AB, donde trabajó en el desarrollo de equipos de transmisión de datos digitales. Después de un año en el Servicio Militar como especialista en defensa aérea, paso a dirigir el grupo que participaba en el diseño de un equipo automático de defensa aérea en Standard Radio & Telefon. En 1961 fué nombrado jefe de una nueva sección de ingeniería de calculadores, habiendo estado encargado del diseño y desarrollo de sistemas calculadores y dispositivos digitales para automatización, hasta 1968 en que fué nombrado jefe de la línea de productos de equipos y sistemas de datos de SRT.

Mr. Mellberg es miembro de la Asociación sueca de Ingenieros y Arquitectos.

## Distinciones

### Geneen condecorado en España

El 29 de Enero de 1969, Harold S. Geneen, Presidente y Director de la International Telephone and Telegraph Corporation, fué condecorado por el Generalísimo Francisco Franco con la más alta condecoración civil española, "Gran Cruz de Isabel la Católica" como reconocimiento a la sobresaliente contribución de dicha Corporación para el desarrollo de las telecomunicaciones en España en los 45 últimos años.

Como puede verse en la fotografía, la Gran Cruz de Isabel la Católica fué impuesta por el Generalísimo Francisco Franco en presencia de D. Gregorio López Bravo, Ministro de Industria, D. Antonio Barroso y Sánchez-Guerra, Presidente del Consejo de Standard Eléctrica y D. Manuel Márquez, Balín, Consejero-Delegado y Director General de Standard Eléctrica.

Standard Eléctrica es la mayor de las compañías asociadas de International Telephone and Telegraph Corporation en España y la industria de telecomunicaciones más importante de esta nación.



Con el Generalísimo Franco figuran de izquierda a derecha, Sr. Barroso, Sr. Márquez, Mr. H. S. Geneen, Sr. López Bravo.

# Sistema de datos de pacientes

S. O. PETTERSON

Standard Radio & Telefon AB, Barkarby (Suecia)

## 1. Introducción

La experiencia adquirida con el dispositivo de presentación visual controlado por computador de (SRT) Standard Radio & Telefon AB, desarrollado para el control del tráfico aéreo y para la defensa aérea, demostró que era un dispositivo muy útil para muchas aplicaciones. Una de estas aplicaciones — la ayuda a doctores y enfermeras en el control de los pacientes — se ha probado durante 1968 en la clínica del torax del hospital Karolinska de Estocolmo. El progreso técnico en el campo médico proporciona a los médicos medios cada vez mejores para el tratamiento de los enfermos graves. Con este procedimiento se obtiene un aumento de información sobre el paciente. Hoy se consiguen cerca de 500 datos diarios por enfermo en el caso de vigilancia intensiva. Con los métodos tradicionales no puede pensarse en obtener esta información. Algunos de los datos provienen de la cama del paciente, otros del laboratorio químico, del laboratorio psicológico, del laboratorio de rayos X, etc. La obtención de los datos es difícil y lleva tiempo. Para conseguir que la presentación de datos sea eficaz debe proporcionar

el medio de tomar decisiones rápidas de acuerdo con la terapia adecuada y debe dar las bases para juzgar las tendencias en la reacción del paciente. Debe ser posible también distribuir la información por un camino adecuado en la clínica, según donde el tratamiento está siendo llevado a cabo.

La finalidad del proyecto "Karolinska" ha sido evaluar y probar los distintos métodos de obtener la más rápida colección de datos, distribuir la información sobre el paciente a las personas autorizadas presentándola en forma adecuada. Estos métodos podían entonces facilitar las decisiones y reducir el trabajo administrativo de doctores y enfermeras, optimizando los recursos de la clínica.

## 2. Configuración del sistema

El sistema de recogida de datos, procesamiento y visualización principalmente, que son básicamente similares a los del sistema de defensa aérea, se instalaron en la clínica del torax en Agosto de 1967. El sistema estaba constituido por un procesador de datos CENSOR con una memoria de ferrita de 8000 palabras, 6 termina-

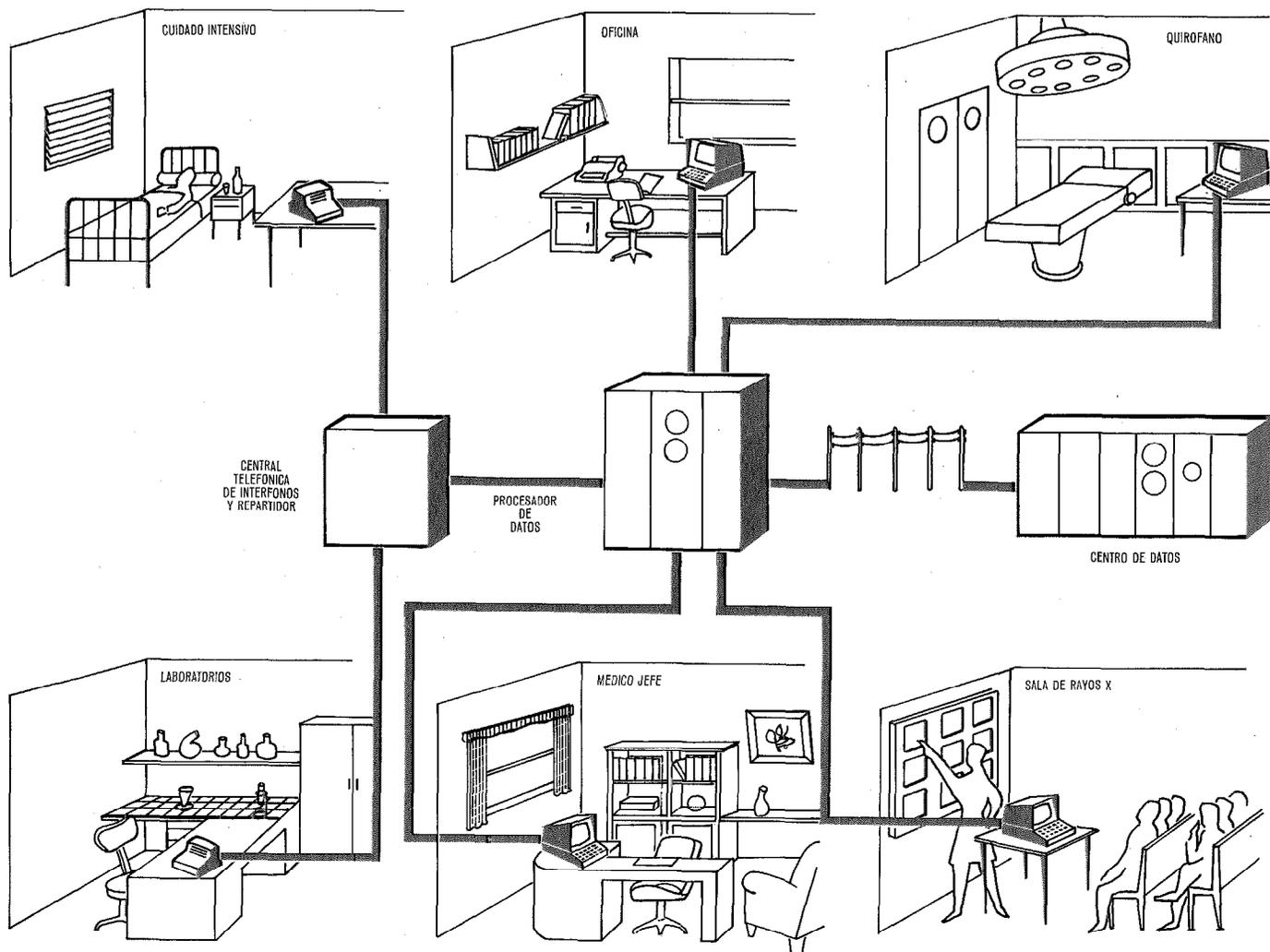


Fig. 1a Los terminales de datos se instalan en diferentes departamentos de la clínica, donde se recogen los datos de los pacientes o se necesita su presentación. Los terminales se conectan al procesador CENSOR 908.

les de visualización GRAFOSKOP y un sistema intercomunicador ITT-411 de 20 líneas. Los terminales GRAFOSKOP se instalaron en los despachos de los doctores, en los quirófanos, en el servicio central de enfermeras y en el departamento de rayos X, que eran los lugares donde se tenían que tomar decisiones sobre los enfermos.

Los dispositivos de intercomunicación (interfonos) se instalaron en las salas de vigilancia intensiva y en los laboratorios, que eran los lugares donde se generaban los datos. El sistema estaba conectado en línea directa con el centro de datos del hospital, un IBM 360/40 (Figuras 1a y 1b).

**3. Entrada de datos**

Desde el panel del GRAFOSKOP, en el que existe un teclado de máquina de escribir convencional, se pueden introducir todas las informaciones alfa-numéricas, ya sean textos, ya sean códigos (Fig. 2). El intercomunicador ITT-411 (interfono) permite — aparte de su función como equipo intercomunicador — la entrada de información numérica codificada (Fig. 3). No se han suministrado conexiones directas desde los pacientes a través de transductores especiales, pero esto desde el punto de vista técnico no implica ningún problema.

**4. Presentación**

Para controlar la presentación en el GRAFOSKOP existen 10 teclas de función debajo de la pantalla. Las funciones de cada tecla están programadas y cambian su significado dependiendo de la figura. El significado de cada tecla se indica en la fila inferior de la pantalla. Todas las informaciones introducidas en el sistema desde el GRAFOSKOP se presentan también graficamente.

**5. Control de los límites de los valores**

Todos los datos numéricos que se introducen en el sistema se comprueban por medio de un programa. Esto significa que no se aceptarán datos que no sean realis-

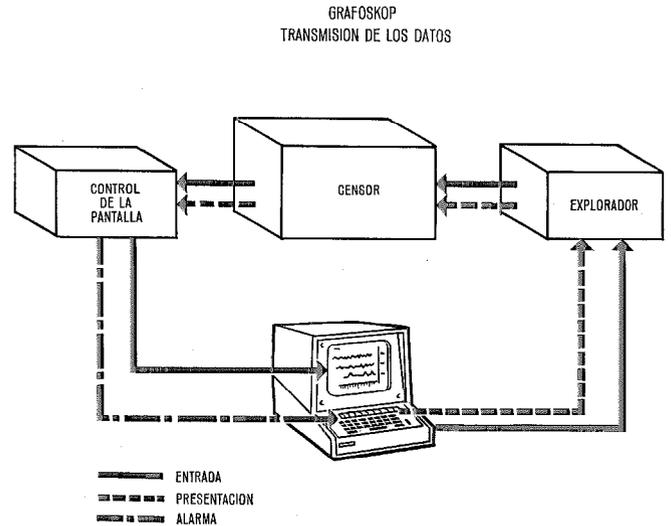


Fig. 2 Desde el teclado del GRAFOSKOP, que tiene el aspecto de una máquina de escribir convencional, se pueden introducir en el sistema toda clase de datos alfanuméricos. La presentación está controlada por 10 teclas de programa en la parte superior del teclado. Una lámpara intermitente dá la alarma.

tas, como por ejemplo una temperatura del cuerpo de 45 °C. Se pueden prescribir límites críticos individuales para diferentes variables. Un valor fuera de los límites deberá ser confirmado por el operador y se dará una alarma a la sala central de enfermeras y al doctor encargado del caso (Fig. 4).

**6. Funcionamiento**

En el sistema que se describe se dispuso el equipo y sus características para observar simultáneamente siete pacientes. Se podían presentar 28 variables diferentes en forma de curvas divididas en 5 grupos. Uno de los grupos era por ejemplo datos circulatorios, comprendiendo tres diferentes presiones sanguíneas, la frecuencia del pulso y la temperatura (Fig. 5). Para cada paciente se utilizaba un texto de unos 700 caracteres para las notas diarias, tratamiento, etc.

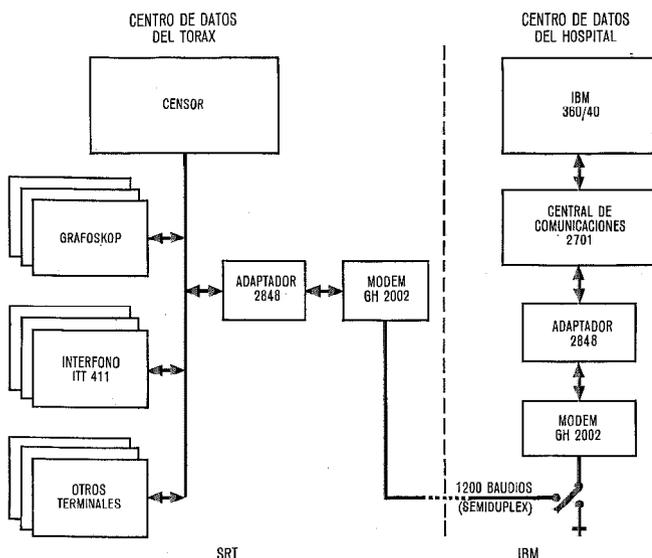


Fig. 1b El sistema está conectado en línea al centro de cálculo del hospital constituido por un computador IBM 360/40.

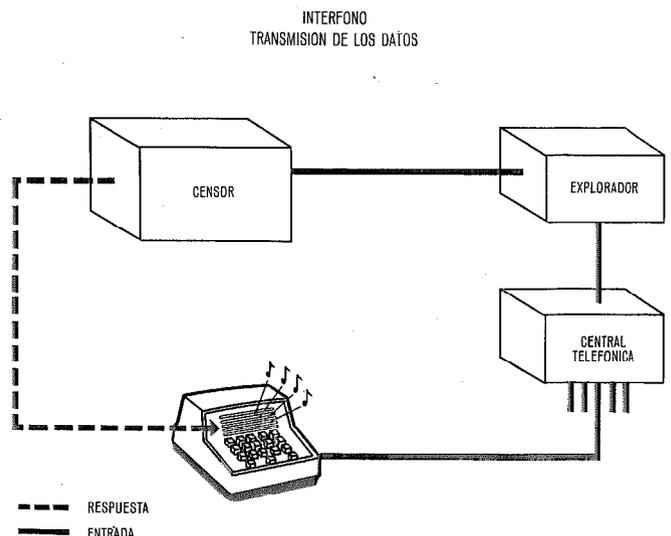


Fig. 3 El aparato del Interfono permite además de su función como intercomunicador introducir información numérica codificada.

a) Operación del GRAFOSKOP

En el estado de "comienzo" o de "disponibilidad" el GRAFOSKOP presenta una imagen con la fecha (año, mes y día) y el tiempo (hora, minutos y segundos). Con las teclas de función se escoge uno de los pacientes de la lista y aparecen los datos del mismo en la pantalla. Cada paciente se identifica por su nombre y su número de identificación nacional. La elección de un paciente se realiza moviendo un cursor de símbolo hacia arriba o abajo por medio de las teclas de función. Después de la selección al actuar otra de las teclas de función se inicia la visualización de los grupos de variables más frecuentes del paciente seleccionado y las gráficas más comunes en relación con el tiempo (generalmente 12 horas). Las variables se presentan en forma de curvas durante el tiempo de selección pero además se presentan los dos últimos valores en forma numérica a la derecha de cada curva. La figura elegida se puede modificar en las formas siguientes:

- la escala de tiempos se puede cambiar de un minuto a un año;
- se puede realizar la inspección por medio de una línea vertical móvil de cualquier parte de la curva (la resolución es un minuto). Los valores variables introducidos en el sistema inmediatamente antes de la posición que ocupa la línea vertical se presentan a la derecha de la curva junto con el último valor introducido.

Si se escogen otras curvas seguirá valiendo la misma escala de tiempos sin renovar la entrada. Las teclas de función permiten escoger las siguientes informaciones (ver fila inferior de la figura 5):

- Datos: información alfanumérica de un determinado paciente; se puede añadir información adicional;
- K1: el juego de curvas de variables más frecuentes;
- K2 } diferentes juegos de curvas las cuales están
- K3 } relacionadas de alguna forma.
- K4 }
- K5 }
- MAX: muestra, en forma numérica, los valores máximos y mínimos de las variables elegidas y también el lugar de la curva donde se encuentran por medio de unas flechas;
- INS (inserción): la pantalla muestra la variable (nombre de la curva); el valor (valor medido).

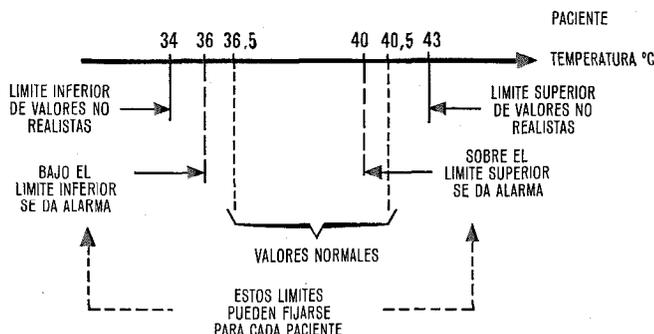


Fig. 4 Se pueden prescribir límites críticos individuales para diferentes variables. Un valor fuera de estos límites tiene que ser confirmado y proporciona una alarma.

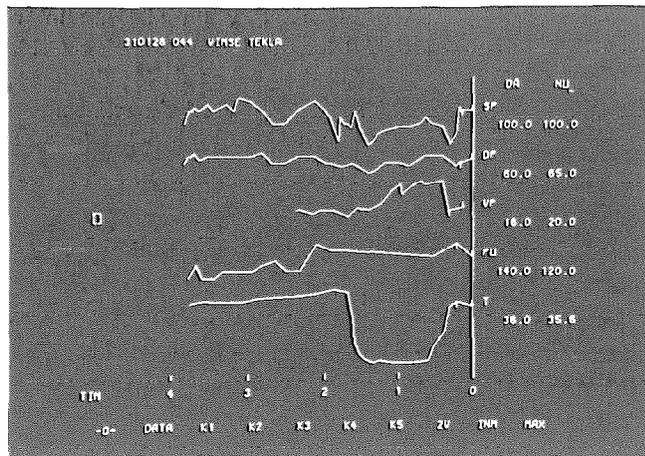


Fig. 5 Presentación típica sobre la pantalla de los datos circulatorios. Presión sanguínea sistólica-diastólica y venosa, frecuencia del pulso y temperatura durante las últimas cuatro horas. Los dos últimos datos introducidos en el sistema se indican a la derecha de cada curva y unos pequeños signos sobre la curva nos indican cuando fueron introducidos en el sistema. La escala de tiempos se puede cambiar desde un minuto hasta un año. Es posible recibir e inspeccionar los valores numéricos de la curva en cualquier punto de la misma. La fila inferior indica el significado de las teclas de función.

Durante la inserción (introducción de datos) en la pantalla se presentan los datos para comprobarlos. Después de la comprobación de la información de entrada, los datos se introducirán en el sistema actuando sobre la tecla de ejecución.

Un error en la manipulación de la entrada proporciona la alarma en la pantalla "ERROR DE ENTRADA" y actúa sobre la tecla "ANULACION". Al pulsar esta tecla se vuelve a la posición donde se cometió el error. Si se aprieta erróneamente alguna tecla no se destruye la información de entrada.

Los siguientes ejemplos nos indican como se pueden cambiar la escala de tiempos y las posiciones de la línea de inspección:

Ejemplo 1:

T	48	H	+	Ejecutar
escala	valor	unidad		
de tiempos		(hora)		

En lugar de H (hora), se puede escoger W ("week" por semana) o M (minuto).

Ejemplo 2:

Retrasar la posición de la línea de inspección 30 minutos.  
Introducir: I 30M + Ejecutar.

En lugar de M (minutos) se puede introducir H ó W.

Se puede hacer la programación desde un GRAFOSKOP si se aprieta un código de teclas conocido por las personas autorizadas. Se puede observar cualquier posición de memoria en el procesador de visualización incluso durante el tiempo de funcionamiento.

b) Entrada de datos desde el interfono

El procesador de visualización se puede obtener por medio del número de abonado 29. Este número de abonado está duplicado para permitir dos conexiones simultáneas hacia el procesador para la entrada numérica desde el teclado de intercomunicación.

Después de establecer la conexión el procesador lee la dirección del aparato intercomunicador llamante. Cada paciente tiene un número de identificación y después de la introducción de este número se debe apretar la tecla de ejecutar. Se devuelve la información para conocer si el código es válido o no. Si no, es necesaria la reintroducción del código correcto. Si la introducción es válida se pueden introducir dos cifras que identifican la variable que se desea. Si la variable establecida es válida se pueden introducir N cifras por medio de las teclas y después de esto se aprieta la tecla de ejecutar.

En este caso se puede obtener una información de comprobación de tres formas diferentes:

a) El valor que se introdujo estaba fuera de los límites máximo y mínimo establecidos. Se debe repetir la entrada.

b) El valor es crítico y se almacena provisionalmente. Se debe introducir de nuevo para confirmarlo antes de que se acepte.

c) El valor es razonable y se acepta.

Sucesivamente se pueden ir introduciendo nuevas variables. En el teclado existe una tecla que anula el número de identificación del paciente actual y se puede escoger un nuevo paciente (Fig. 6).

Se pueden introducir valores generales o individuales de alarma para las diferentes variables. Los valores de alarma general son valores razonables que permiten grandes errores de entrada. Los valores de alarma individual los determina un doctor para cada variable y paciente. Se pueden dar alarmas, por ejemplo, si los análisis del laboratorio no están en un tiempo determinado o si hay cambios muy rápidos de una determinada variable.

### 7. Experiencia

En el período previo, se estudió el sistema desde el punto de vista médico con la finalidad de obtener la información de las salas donde se producían los datos y el mejor camino para presentación de la información.

Por tratarse de un campo totalmente nuevo, el sistema que se instaló en 1967 ha ido teniendo un continuo desarrollo. Se han dispuesto otros terminales y nuevos parámetros y se ha aumentado la flexibilidad del sistema.

Durante el período de pruebas se siguieron con este procedimiento cerca de unos 400 pacientes con operaciones de corazón abierto y cuidados intensivos. Los pacientes elegidos fueron aquellos que necesitaban cuidados muy urgentes, por ejemplo inmediatamente después de las operaciones de corazón abierto, cuando se usan el corazón y el pulmón artificial, cuando se utiliza la mascarilla respiratoria durante los períodos post-operatorios. Cuatro o cinco de estos casos se siguieron cada semana empezando en el quirófano de forma que se registraban todos los datos de la anestesia y de la operación, se seguía también a estos pacientes durante los períodos post-operatorios y de cuidados intensivos. Cuando el número de pacientes excedía la capacidad del sistema, los pacientes con menor número de modificación de datos eran retirados de la lista, en general, eran los pacientes que estaban a punto de salir del período

ENTRADA DEL INTERFONO

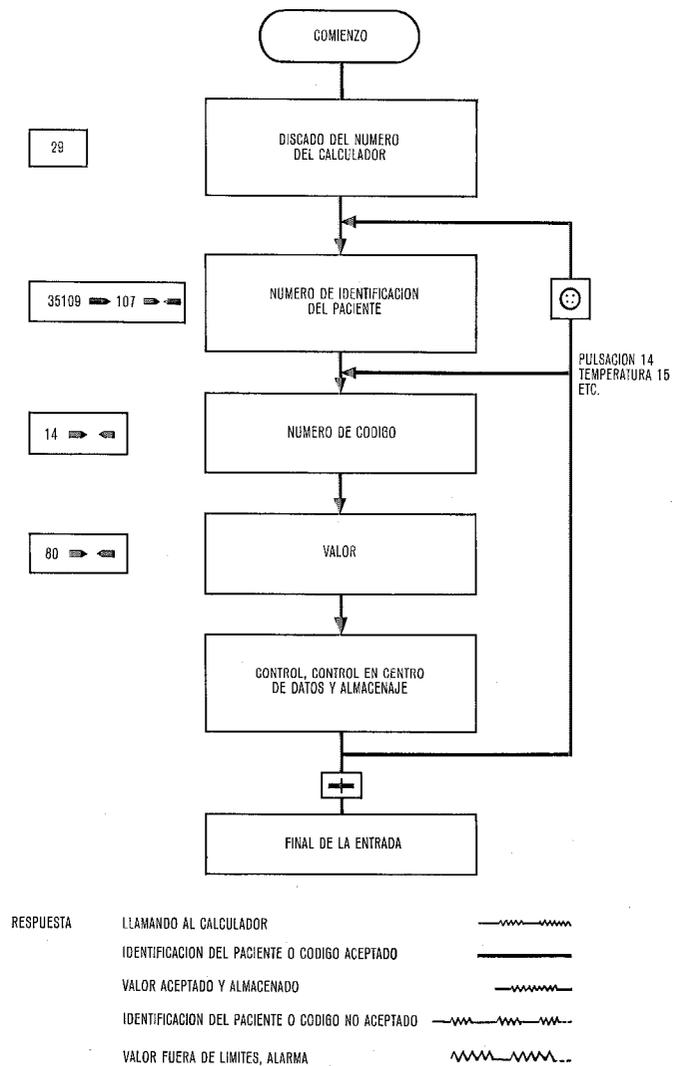


Fig. 6 Los datos introducidos desde el aparato del interfono son controlados por el calculador y unas combinaciones de tonos nos informa de si los datos han sido aceptados o no.

de cuidados intensivos. En el período de cuidados intensivos la mayoría de los datos eran suministrados por las enfermeras y los ayudantes técnicos de guardia utilizando el teclado del interfono. La entrada del sistema de intercomunicación constituía un total de un 80 á 85 % de la cantidad total de datos (figura 7).

El personal consideró fácil el aprendizaje del uso de los terminales intercomunicadores. Una sesión de entrenamiento de unos 15 minutos fué suficiente para la mayoría de los ayudantes técnicos. Para el aprendizaje del GRAFOSKOP fué necesario períodos algo más largos. La experiencia demostró que estos terminales eran más fáciles de manejar que las notas escritas a mano tradicionales. El uso del sistema de datos del paciente de SRT ha proporcionado una presentación muy clara de los datos de las diferentes variables y ha permitido un registro de datos mucho más rápido que en el sistema convencional. La presentación gráfica ha proporcionado una enorme ayuda para evaluar los datos tomados y ha colocado los datos en el orden cronológico adecuado. La

evaluación durante el período de prueba con procesamiento en tiempo real, la presentación de los datos del paciente generados durante la anestesia, la operación y los cuidados intensivos han demostrado que este sistema desde un punto de vista médico, reúne unas características mejores que las de cualquier otro sistema conocido.

### 8. Ampliación del sistema

Al final del verano de 1968 el hospital Karolinska firmó un nuevo contrato con SRT. Este contrato lleva implícito la extensión del equipo a una configuración más completa (Fig. 8). El núcleo del sistema está constituido de ferritas de 32 kilobytes y rodeado de los subsistemas de tiempo real siguientes:

- un subsistema de visualización gráfica que incluye un generador de presentación que alimenta simultáneamente 8 aparatos GRAFOSKOP de teclado; las unidades de presentación, se dividen la memoria del ordenador, colocando en ella cada imagen en una región particular, permitiendo el funcionamiento independiente de cada unidad.
- un subsistema de interfono ITT-411 para comunicación hablada y entrada de datos, incluyendo un conmutador automático de 40 líneas y 39 aparatos.

Asimismo los periféricos siguientes controlados por programa:



Fig. 7 Desde su despacho el médico supervisa a todos los pacientes en observación estudiando sus datos médicos en el GRAFOSKOP.

- una memoria de discos con capacidad de 2 megabytes que sirve de memoria externa;
- un perforador de cinta que opera a 150 bytes/segundo y un lector de cinta que funciona a 500 bytes/segundo, como complementos del perforador y lector relativamente lentos de la máquina de escribir del pupitre del ordenador;
- dos máquinas de escribir, de salida solamente y velocidad de 10 caracteres segundo;

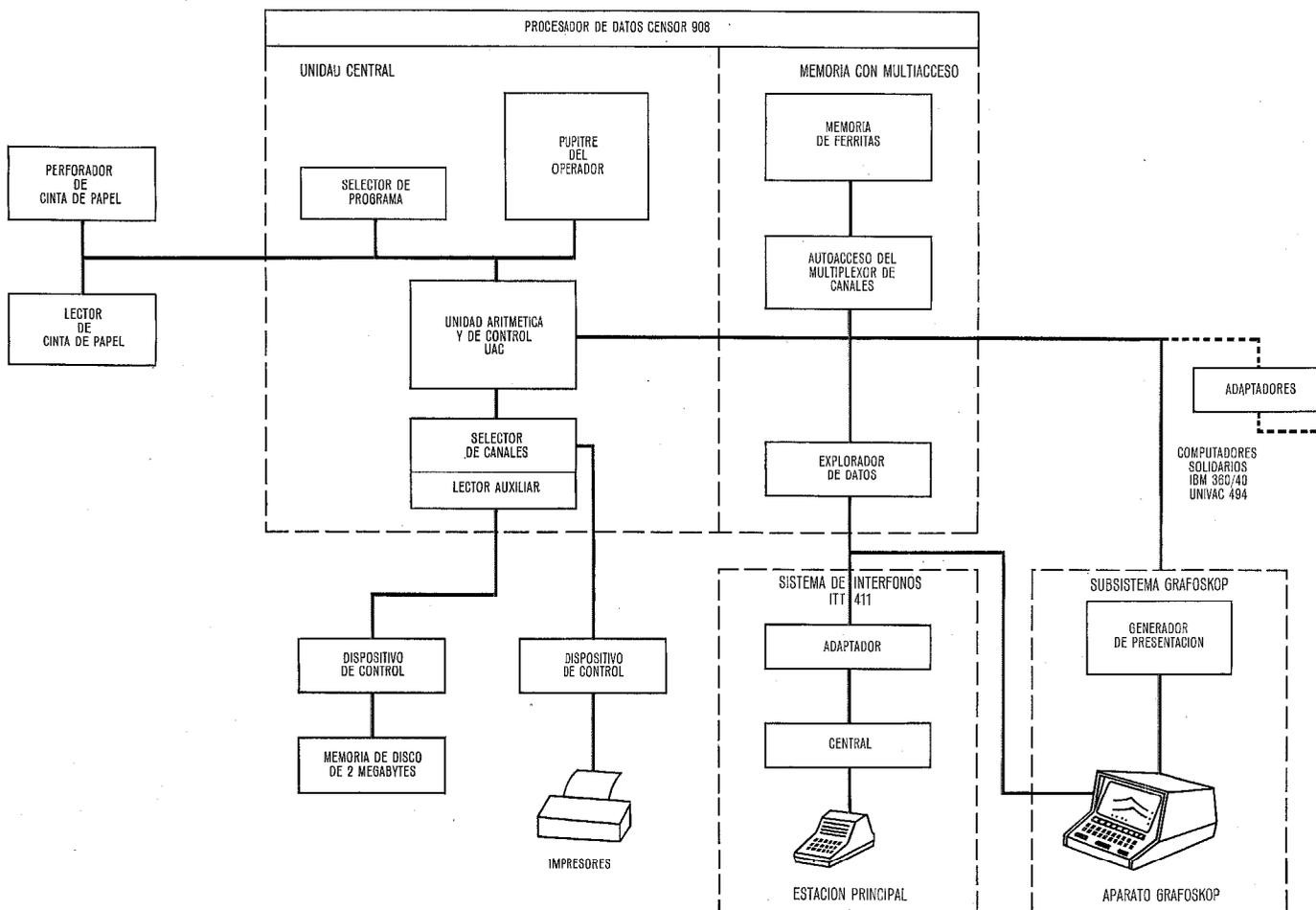


Fig. 8 Organización general del sistema.

— dos adaptadores para ordenadores externos, por ejemplo, bancos centrales de datos.

El sistema está conectado en línea directa al básico central de datos del hospital, un ordenador IBM 360/40 y al ordenador central de la provincia, un UNIVAC 494.

En otro artículo de este número se da la descripción técnica del CENSOR 908 (pág. 120).

## 9. Facilidades de funcionamiento en el nuevo sistema

### a) *Historial del enfermo*

Para el historial del enfermo existen diez diferentes formularios para la inscripción, los juicios preanestesia, notas sobre la operación, etc. Se pueden presentar 127 variables diferentes en grupos de curvas o tablas. Existen disponibles 1200 caracteres para las notas diarias, tratamiento, etc.

### b) *Funciones de servicio*

Se incluye un sistema de reserva, sencillo, para las vigilancias pre-operatorias, las operaciones, los cuidados intensivos y los análisis de laboratorio.

### c) *Comunicaciones externas*

Se han establecido comunicaciones con dos diferentes centros destinados al almacenamiento de datos durante largo tiempo y para el análisis estadístico de los datos de los pacientes.

### d) *Registro impreso*

Todas las informaciones de la operación y los cuidados intensivos se imprimen y se unen al historial del paciente cuando este deja el período de cuidados intensivos. Para asegurar el servicio en el caso de que el sistema tenga averías, se imprimen diariamente los datos vitales.

## 10. Resultados

Con el sistema ampliado se hace posible vigilar más de cerca el estado de los pacientes desde su aplicación y durante el cuidado intensivo, así como optimizar los recursos de las funciones de servicio en los períodos pre-operatorio y de vigilancia intensiva. Es posible reducir el tiempo para tomar y presentar los datos de los pacientes, vigilándolos más estrechamente, de lo que resulta un tratamiento mejor.

El sistema maneja y almacena toda la información sobre los pacientes actuales. Se puede trabajar autónomamente pero también se puede conectar el sistema a un centro de tratamiento de datos por medio de un modem. También se puede conectar otro calculador satélite al sistema que por ejemplo analice los datos químicos.

## Reconocimiento

El sistema de datos de pacientes no se podría haber realizado con éxito sin el inspirado trabajo en equipo de los ingenieros del sistema en Standard Radio & Telefon AB y el personal médico de la clínica del torax del hospital Karolinska. El autor desea expresar su agradecimiento al Profesor O. Norlander, Profesor V. C. Bjoerk, Dr. William-Olsson y Dr. I. Nordén por su extraordinaria contribución.

**Sven Olov Petterson** nació en Leksand, Suecia, en 1928; recibió el grado de Master en ingeniería eléctrica en el Instituto Real de Tecnología de Estocolmo.

Mr. Petterson trabajó para Elema y Schoenander, la compañía más importante de Suecia en ingeniería médica, antes de entrar en Standard Radio & Telefon AB en 1962. Desde 1966 es el responsable del desarrollo del sistema de datos de pacientes.

Mr. Petterson es miembro de la sociedad sueca de Anestesiología.

# Aspectos económicos de la utilización de sistemas de portadoras para abonados

B. B. JACOBSEN

Standard Telecommunication Laboratories Ltd., Londres

## 1. Introducción

Los sistemas de portadoras se utilizaron por primera vez en líneas aéreas hace unos cuarenta años como sistemas de un canal y de tres canales. Desde entonces, se han convertido en el principal método de transmisión para circuitos de media y larga distancia.

Los sistemas de portadoras para abonados tienen más relación con los primitivos circuitos de línea aérea que con los sistemas de alta capacidad que se emplean en los cables coaxiales, pero todos los sistemas de portadoras pretenden conseguir una transmisión más económica utilizando más eficazmente los medios de transmisión.

Durante algún tiempo se han conectado abonados sobre largas líneas rurales por medio de portadoras, pero sólo en los últimos años se ha obtenido equipo de portadoras a un precio susceptible de una utilización substancial en áreas locales, donde las distancias son generalmente inferiores a unos pocos kilómetros.

El equipo de portadoras para abonados permite dar servicio a dos abonados telefónicos con un par de un cable y con accesibilidad y secreto totales. La figura 1 muestra el equipo preciso en el domicilio del abonado (SUB-1A de STC, Limited, Basildon, Essex); el equipo de la central es de un tamaño semejante. Este equipo ha sido diseñado para conseguir 1+1 conexiones por par, pero ninguna razón técnica se opone a tener 3 ó 4 por par.

Si se admite que el equipo de portadoras de abonado es satisfactorio desde el punto de vista técnico, ¿cuales son las limitaciones económicas?

Hay algunos casos especiales en que el equipo de portadoras está muy indicado para utilizarse, casi con independencia del coste, porque las alternativas son impracticables o excepcionalmente caras (por ejemplo, una gran demanda inesperada para dar servicio con urgencia, instalaciones temporales para acontecimientos).

Normalmente, sin embargo, la situación es muy diferente. El equipo de portadoras de abonados tiene que competir con los métodos convencionales de conexión de abonados, por ejemplo la instalación de un cable nuevo. Cuando un cable en servicio se acerca a la saturación, el sistema de portadoras ofrece una alternativa para permitir el crecimiento.

Es evidente que la conexión de abonados por portadora se verá más favorecida económicamente si la alternativa es un cable largo.

## 2. Contenido del artículo

Este artículo pretende establecer una base para decidir cuando debe preferirse el método de portadoras para abonados a la alternativa de un nuevo cable.

Se considera primero el aspecto económico de la instalación de un cable nuevo cuando el existente está pró-

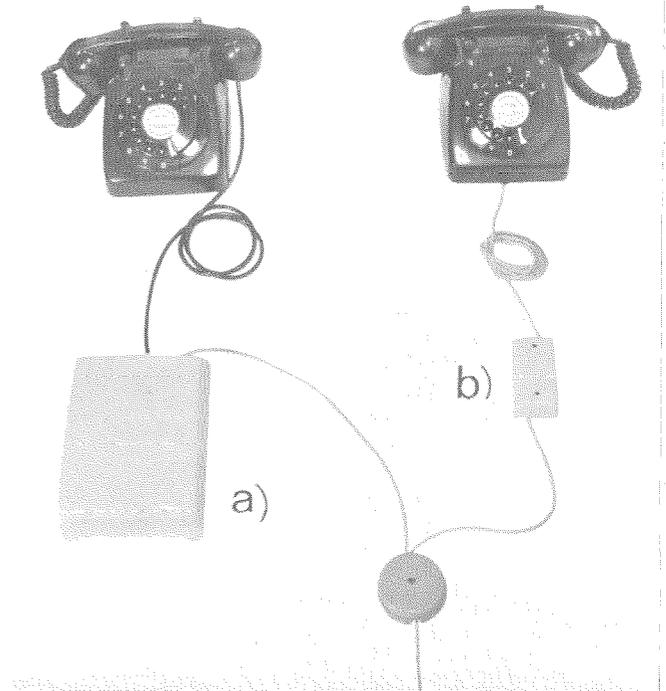


Fig. 1 Disposición terminal para abonado normal y de portadoras.  
a) equipo terminal de abonado,  
b) filtro separador.

ximo a la saturación. Basándose en las previsiones de desarrollo del servicio, se determinará la capacidad más económica del cable en función de la estructura de coste del cable y del crecimiento previsto.

Se introduce un nuevo concepto: el "pago anual por circuito en servicio activo" (PA). La mejor capacidad del cable es la que da el más bajo (PA).

Se considera después la alternativa del equipo de portadoras en el caso de utilización a largo plazo. Se han tomado iguales valores de (PA) para el caso límite porque hay ventajas económicas especiales que hacen atractiva la solución de las portadoras.

La distancia mínima que permite un empleo económico del equipo de portadoras aumenta con el crecimiento anual estimado; estas distancias resultan ser más bien grandes.

Se estudia después otra aplicación del equipo de portadoras, instalaciones temporales, que permite la utilización económica de portadoras en distancias mucho más cortas. Las instalaciones a corto plazo de equipos de portadoras dan una indicación útil de su flexibilidad para satisfacer la demanda de conexiones; demorando la instalación de un cable nuevo, el equipo de portadoras permite escoger mejor la capacidad del cable, cuando éste vaya a ser instalado.

3. Suministro normal de un cable

Antes de considerar el aspecto económico del servicio de portadoras para abonados, conviene revisar las ventajas económicas de la instalación de un cable.

La red de un área local crece a un ritmo anual de conexiones telefónicas que en muchos países varía entre un 4% y un 9%. Este crecimiento no está uniformemente distribuido en la red, pues hay zonas que están casi estancadas (aunque pueden no permanecer así) y otras que crecen a un ritmo mayor del medio. En general, se instala un cable nuevo cuando los existentes se aproximan al 80—90% de la saturación. La parte que está a punto de saturarse será normalmente, sólo un tramo de una ruta entre dos puntos de distribución. Otros tramos pueden estar más lejos de la saturación. Debe estimarse el crecimiento de la demanda en la parte afectada y se elegirá la capacidad del cable a suministrar para que sea el más económico en función del coste de suministro del cable para diversas capacidades y del ritmo al que entrarán en servicio activo los nuevos circuitos. El problema de la elección está tratado en la literatura [1], pero se aborda de forma algo diferente en lo que sigue.

El nuevo procedimiento da resultados muy semejantes a los del método convencional, pero es preciso hacer menos suposiciones y las respuestas son más sencillas y seguras.

La base que se propone para tomar una decisión sobre la capacidad del cable es la determinación de la capacidad que da el más bajo "pago anual por circuito en servicio activo" ( $PA$ ). El pago por circuito activo es sólo un concepto, pero se determina la escala de pagos con la condición de que el valor actual de los pagos a efectuar año por año de acuerdo con las necesidades previstas debe ser igual al valor actual de los costes anuales convencionales ( $CAA$ ).

El capital disponible para fines diversos en una red está limitado con frecuencia, lo que puede tenerse en cuenta en estos cálculos tomando una cifra realista o incluso muy alta para el beneficio sobre la inversión; esto dará conveniente énfasis a la economía de capital en el desarrollo del proceso de optimización. En el Apéndice 1 se indica el método en detalle y la figura 2 es una presentación adecuada del resultado. En el Apéndice 3 se definen los símbolos utilizados. El factor  $F$  de la figura 2 puede evaluarse para cualquier caso particular de estructura de costes del cable que se considere. Se supone que el coste de los cables por unidad de longitud es de la forma  $A + NB$ , es decir, una parte constante  $A$  y otra proporcional a  $N$ , que es el número de pares.  $A$  y  $B$  cubren un margen de valores de  $N$  fuera del cual son aplicables valores diferentes de  $A$  y  $B$ . El coste será, generalmente, el "valor actual de los costes anuales", pero en algunos casos será apropiado el "coste instalado".

El factor  $F$  es inversamente proporcional a  $b$ , el crecimiento estimado de conexiones por año, pero es proporcional a  $x$  (el logaritmo neperiano del factor del beneficio sobre la inversión). Para un valor dado de  $F$  y un valor especificado de  $V$  ("vida" del cable), las curvas dan  $\frac{(PA)}{xB}$ , de donde se deduce  $(PA)$ .

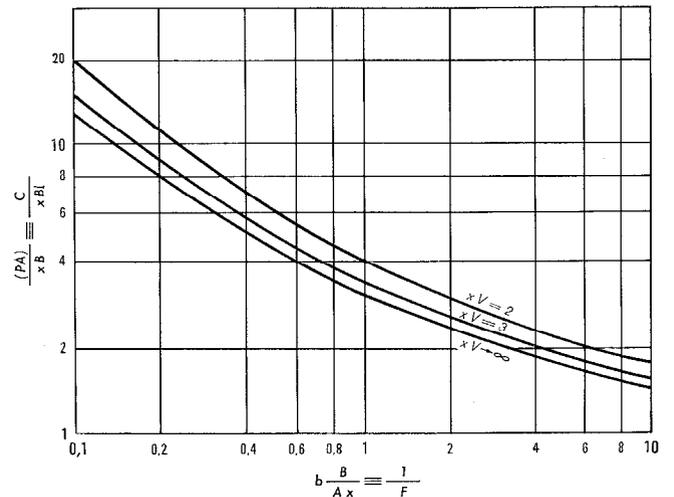


Fig. 2 Pago anual normalizado por circuito en servicio activo: variación con el ritmo de crecimiento  $b$  en circuitos por año (óptima capacidad del cable).

Los valores indicados de  $(PA)$  son por unidad de longitud y son los mínimos que se obtienen cuando se ha utilizado la capacidad del cable óptima. Esta capacidad  $N$  se saturará en  $T$  años. Ver detalles en el Apéndice 1.

$T$  y  $N$  se obtienen de la figura 3, hallando  $xT$  en función de  $\frac{bB}{Ax}$ . El mejor  $N$  es entonces  $N = bT$ .

Es evidente que valores bajos de  $b$  dan valores relativamente altos de  $(PA)$  y grandes de  $T$ . El mismo efecto tienen valores altos del beneficio exigido sobre el capital. Valores elevados de  $(PA)$  para el cable favorecen la aplicación de portadoras, es decir, que compensará para distancias relativamente más cortas.

La curva de capacidad óptima del cable es bastante plana y es posible elegir la capacidad disponible más próxima sin apartarse demasiado de las condiciones de  $(PA)$  mínimo. Como el crecimiento previsto es el factor menos seguro que interviene en los cálculos puede merecer la pena hacer dos estimaciones, una del máximo y otra del mínimo crecimiento previsto y escoger la capacidad de cable disponible que mejor se adapte a ambas estimaciones.

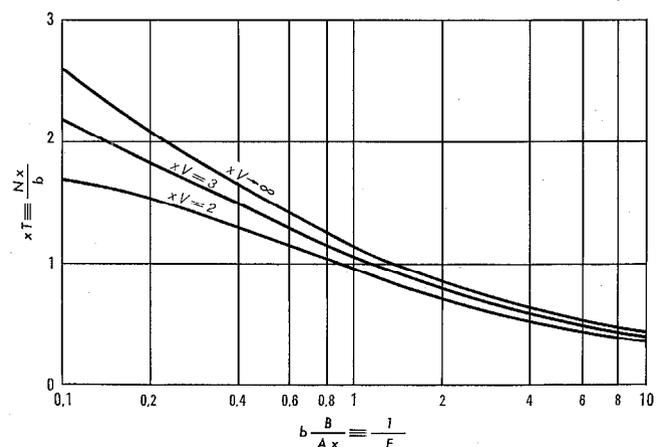


Fig. 3 Tiempo normalizado de saturación para los cables y su capacidad óptima  $N$  en función del crecimiento anual ( $b$ ).

Se ha supuesto una variación lineal del crecimiento, aunque de hecho éste tiende a ser exponencial. La variación lineal debiera ser una media aplicable en rigor al período  $T$  (que en realidad sólo se conoce después del cálculo). Sin embargo, en casi todos los casos puede tomarse  $b$  como la décima parte del crecimiento estimado para 10 años del número de conexiones necesarias.

**4. Estudio económico de la utilización de portadoras para abonados a largo plazo**

La sección anterior permite calcular el pago anual mínimo por circuito activo y unidad de distancia cuando se emplea un cable de óptima capacidad, pero sin utilizar equipo de portadoras.

Debe evaluarse ahora la alternativa de portadora. Si se conoce el coste anual por el uso de un equipo de portadoras para abonados, es sencillo calcular la longitud del cable para el cual los pagos anuales serán iguales (o si se quiere, la longitud que da, por ejemplo, un ahorro del 10 % utilizando la solución de las portadoras). Hay una ligera complicación en esta comparación, ya que la instalación del cable (sin portadoras) se haría normalmente cuando el tramo del cable existente estuviera a un 80 % o un 90 % de saturación, mientras que la instalación del equipo de portadoras puede diferirse hasta alcanzar un grado de saturación más elevado. Se considera que este efecto puede muy bien permitir un margen suficiente para justificar el empleo de portadoras cuando los dos valores de  $(PA)$  son iguales.

Hay otro factor que favorece el equipo de portadoras, y es que el crecimiento previsto puede no cumplirse y entonces serias desviaciones de la previsión harán que el cable elegido no sea el óptimo y, por tanto, tenga un valor real de  $(PA)$  más alto del esperado. En el caso de las portadoras, sin embargo, los costes corresponderán aproximadamente a las necesidades reales, sin depender de los errores en la previsión del crecimiento.

Para ritmos de crecimiento muy lentos y longitudes muy cortas, el volumen total de la operación será pequeño. Por tanto, habrá poco interés en ahorrar una pequeña parte del coste. Sin embargo, existe la posibilidad de que la previsión esté equivocada y de que el cable existente no llegue a saturarse por muy poco. Optando por las portadoras y demorando la instalación de un cable nuevo, se gana tiempo. En este caso quizás no se necesite realmente nunca el equipo de portadoras, pero el simple hecho de disponer del mismo puede impedir la instalación de un cable que después se descubriría que es innecesario.

Al calcular el coste anual del equipo de portadoras es deseable tener en cuenta el coste de la instalación de los dos terminales y el mantenimiento. Estos dos conceptos pueden ser muy pequeños; el coste de instalación porque ésta es normalmente un trabajo pequeño adicional realizado cuando se instala el aparato telefónico del nuevo abonado, de forma que no hay que cargar tiempos de desplazamiento. El mantenimiento es un coste medio y puede suponerse que muy pocas instalaciones precisarán atención durante su período de vida, pero esto implicaría tiempos de desplazamiento y equipo de repuesto.

Al final de su vida útil el equipo puede reemplazarse o retirarse y esto también daría lugar a un gasto (diferido). La "vida" del equipo puede estimarse en 15 años, con valor de recuperación nulo. Sobre esta base puede hallarse el coste anual por métodos convencionales. Sea este coste  $C$  unidades por año.

Si la longitud del cable que necesita ayuda es  $l$ , calcúlese  $\frac{C}{lBx}$  y hágase igual a  $\frac{(PA)}{Bx}$  en la figura 2; esta es la condición límite. El resultado se muestra en la figura 4 para tres casos, 1, 2 y 3. El coste supuesto del equipo no es el más bajo que pudiera esperarse.

El caso nº 1 corresponde a un cable pequeño y a un beneficio muy alto sobre las inversiones.

$$\frac{C}{Bx} = 8 \text{ (km)} \text{ y } \frac{B}{Ax} = 0,18 \text{ (año).}$$

En el caso nº 2 el cable tiene más de 800 pares de pequeño calibre y el resto es como en el caso nº 1.

$$\frac{C}{Bx} = 23 \text{ y } \frac{B}{Ax} = 0,014.$$

El caso nº 3 es igual que el nº 1, pero el beneficio es la mitad. Esto afecta también a  $C$ .

$$\frac{C}{Bx} = 12 \text{ y } \frac{B}{Ax} = 0,36.$$

Los tres casos son poco propicios a la introducción de portadoras; solo rutas de crecimiento muy lento pueden justificar el empleo de portadoras sobre longitudes de circuitos que abundan en la red.

El efecto del beneficio sobre la inversión se ve claramente comparando las curvas 1 y 3. El empleo de portadoras es más favorable cuando se precisa un beneficio muy alto.

Las hipótesis hechas para el cable y las portadoras, aunque pueden ser realistas no deben suponerse aplicables en general. Los valores de  $A$  y  $B$  ( $CAA$  del cable) varían con el uso local de los cables y con el calibre del

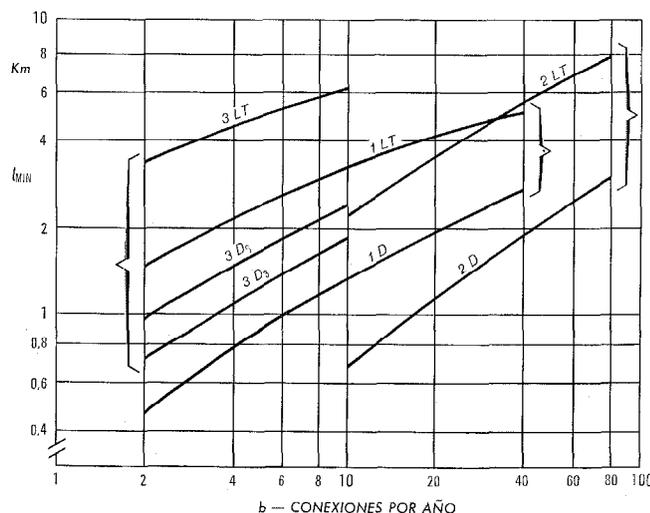


Fig. 4 Ejemplos de aplicaciones de portadoras. La solución de portadoras es más barata cuando la longitud  $l$  sobrepasa la que da la curva. Las curvas superiores corresponden a la aplicación a largo plazo de portadoras; el juego inferior corresponde a una fase de portadoras de tres años. La curva intermedia es para una fase de portadoras de seis años. Los valores de  $C$  empleados se han ajustado a las más cortas fases de portadoras.

conductor utilizado. El coste anual  $C$  de un equipo de portadoras de abonado dependerá mucho del coste del equipo y éste a su vez dependerá del margen de aplicación del equipo. Si hay una gran demanda de equipos de portadoras, probablemente bajará el coste de los mismos.

Debe recordarse que las longitudes no son, en general, las de las conexiones sino sólo las de aquella porción de la ruta del cable que está a punto de saturarse y que necesita, por tanto, descongestionarse. Puede haber otros tramos de cable que forman parte de algunas de las conexiones consideradas y que necesitarán ayuda algo más tarde. Esto puede justificar un aumento de la longitud  $l$  utilizada en los cálculos.

Aunque  $l$  puede ser pequeña, se pretende lógicamente colocar el equipo de portadoras en la central y en el domicilio del abonado servido por el sistema de portadoras, o en sus proximidades. Entonces obtiene "ayuda" toda la longitud de cada conexión y se aumenta la ocupación de otros tramos del cable sin poner pares en servicio.

Esto es un argumento adicional en favor de la economía del empleo de portadoras. Sin embargo, hay que tener algún cuidado en la explotación para asegurarse de que el empleo de portadoras en pares de "otros" tramos se registra y se asigna a estos tramos de forma que se tenga presente que el número de conexiones en servicio es mayor que el número de pares utilizados. Si eventualmente se suprime el servicio de portadoras, aplicado para descongestionar un cierto tramo, a causa de la instalación de un nuevo cable para el mismo, habría repentinamente un aumento del número de pares necesarios en otros tramos; sin embargo, si se produjese así una excesiva saturación en éstos, podría conservarse el equipo de portadoras, quedando "justificado" en adelante por otro tramo. Naturalmente, es deseable no molestar al abonado (e incurrir en gastos) retirando el equipo de portadoras.

Aparece claro que la economía de la aplicación "a largo plazo" de equipos de portadoras para abonados no aprovecha todas las ventajas del sistema de portadoras. A menos que el equipo de portadoras sea mucho más barato de lo que puede preverse, su aplicación se limitaría a las conexiones que son más largas que la longitud media de la red de abonados y a tramos de crecimiento lento.

##### 5. Utilización de portadoras a corto plazo

Se pretende ahora estudiar el caso de una utilización diferente del equipo de portadoras, la "aplicación a corto plazo", con objeto de demorar la instalación de un cable nuevo.

El procedimiento consiste en permitir la ocupación del tramo del cable por encima de las necesidades máximas actuales y atender con el equipo de portadoras las necesidades de crecimiento más allá del punto de saturación del cable, pero empleando las portadoras sólo durante un tiempo limitado, la fase de portadoras, al final del cual se instalaría un nuevo cable.

El problema es ahora determinar durante cuanto tiempo debe mantenerse la fase de portadoras. En los primeros años de utilización del sistema de portadoras habrá casi siempre un beneficio económico, incluso para tra-

mos muy cortos, pero el beneficio absoluto puede ser muy pequeño. En ciertos casos hay un momento después del cual el mantenimiento en servicio del sistema de portadoras, en lugar de su sustitución por un nuevo cable, puede provocar el aumento de los costes. Este estudio se basa en la igualdad de los valores de  $(PA)$  para las alternativas "nuevo cable" y "portadoras según necesidad y después un nuevo cable", y la condición límite será calculada para diversas duraciones de la fase de portadoras. Desde luego hubiera podido trabajarse sobre la base de "demora óptima", es decir la que da la máxima ventaja económica directa, pero parece justificado basarse en el punto límite, para lo que existen varias razones. La principal es que la simple disponibilidad del equipo de portadoras hará posible el permitir que los cables existentes trabajen hasta con una ocupación del 100 % en vez del 80 % o el 90 % normalmente especificado por las administraciones. Esta suposición se justifica porque el equipo de portadoras podría retirarse de un "fondo de equipos", de forma que el suministro de una conexión adicional con portadoras podría hacerse con un mínimo de demora. Esta no sería necesariamente más larga que con el método de trabajo convencional, sin portadoras (disponiendo de pares). Al disponer de equipo de portadoras no es preciso tomar acción especial alguna, mientras la ocupación del cable aumenta desde el límite normal hasta cerca del 100 %. Esto significa un ahorro importante que no se incluye en los cálculos.

Hay otra ventaja invisible utilizando la demora más larga que se obtiene con el punto límite, consistente en que cuando el nuevo cable deba eventualmente instalarse, la determinación de su capacidad dependerá sólo parcialmente de las previsiones. Hay que transformar las conexiones que hasta entonces se han provisto con equipo de portadoras, en "físicas", para liberar dicho equipo. Hay una ventaja decidida en no tener que depender tanto de las previsiones, y mediante el empleo de equipo de portadoras "según las necesidades" tomado de un "fondo de equipos de portadoras", se reduce considerablemente la importancia de prever cuidadosamente los tramos individuales de cables. En lugar de esto será necesario, naturalmente, prever las necesidades de portadoras pero esto será más bien una previsión general para una zona, en vez de para tramos determinados de cables; a este respecto, es muy significativo que el equipo de portadoras podría suministrarse más rápidamente de lo que podría tardarse en hacer el pedido y la instalación de un nuevo cable.

Parece, por consiguiente, que una fase de portadoras corta, ofrece cierto número de ventajas muy reales y que por esta razón puede no ser necesario basarse en la obtención de ventajas económicas directas con la demora del cable en el caso límite y que, por tanto, debe emplearse la condición límite para determinar cuando puede utilizarse equipo de portadoras. En muchos casos habrá una demora más corta de lo necesario y entonces habrá una pequeña ventaja económica directa además de las ventajas antes mencionadas, que son más difícilmente evaluadas en dinero, pero que son sin embargo muy reales.

6. Estudio económico de la aplicación a corto plazo de portadoras

Los cálculos detallados (ver el Apéndice 2) están basados en la igualdad del (PA) por circuito activo cuando se utiliza un cable nuevo de capacidad óptima o un sistema de portadoras de acuerdo con las necesidades, según las previsiones de crecimiento. La fase de portadoras se termina después de  $t$  años con instalación (diferida) de un nuevo cable que en el estudio teórico se escoge de capacidad óptima para satisfacer las condiciones que se esperan por las previsiones. (En la práctica, cuando llega la fase del nuevo cable, se tendrá en cuenta naturalmente la demanda real y una nueva previsión actualizada).

La figura 5 muestra el resultado de los cálculos, dando la longitud  $l$  del cable normalizada, para la condición límite para cierto número de valores de  $t$ , o sea la duración de la fase de portadoras.

El gráfico emplea los mismos parámetros de la figura 2, y las curvas de utilización de portadoras a largo plazo están tomadas de la figura 2, pero se ha cambiado la escala de ordenadas haciendo equivalente  $\frac{(PA)}{xB}$ , pago normalizado del cable, al cargo anual normalizado de las portadoras para una longitud de  $l$  km (condición límite).

Las curvas, que son correctas en sí mismas, sugieren que deben utilizarse demoras muy cortas, pero esto no es cierto porque  $C$  no es realmente constante. Por ejemplo, si se utilizan portadoras durante 3 años el coste anual  $C$  debe ser más elevado que en la aplicación a largo plazo porque los costes de instalación y de desmontaje se reparten solamente sobre 3 años; en este caso  $C$  puede aumentar en un 50—60 % y la longitud  $l$  del caso límite se hará, por tanto mayor.

En vista de esto, es conveniente para emplear las curvas suponer una demora especificada de  $t$  años, hallar

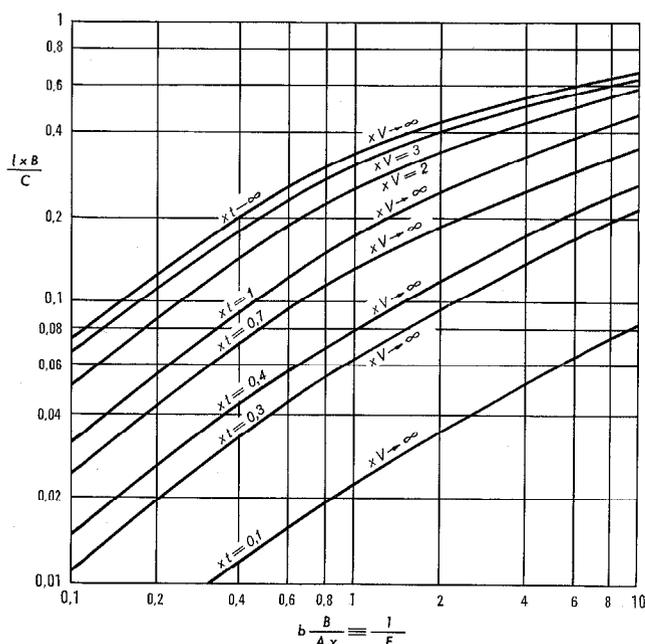


Fig. 5 Longitud límite para diversas duraciones  $t$  de la fase de portadoras.  
Nota: El gasto anual del equipo  $C$  variará en la práctica con  $t$ .

luego  $\frac{C}{lxB}$  en la figura y calcular de ahí la longitud límite utilizando un valor corregido de  $C$ , el del cargo anual para el sistema de portadoras cuando está instalado sólo  $t$  años.

Las demoras muy cortas darán entonces una menor reducción de la longitud económica.

Este procedimiento no es totalmente exacto, ya que el período de servicio del equipo de portadoras será, como media, algo menor de los  $t$  años; se puede hacer fácilmente una corrección más ajustada.

No obstante, se ve claramente en la figura 5 que el empleo a corto plazo de portadoras permite que puedan usarse ventajosamente para distancias sensiblemente inferiores a las resultantes para aplicación a largo plazo.

Para mostrar el efecto con más claridad se han considerado los tres ejemplos de utilización a largo plazo que se indican en la figura 4 para una fase de portadoras de tres años, empleando la figura 5. El resultado se muestra en la figura 4. Hay una reducción substancial en la longitud límite normalizada, lo que permitirá un mayor empleo del sistema de portadoras en la red, puesto que pueden aliviarse tramos más cortos y/o son aceptables mayores velocidades de crecimiento.

La figura 4 muestra, además, el muy notable efecto que el beneficio especificado sobre la inversión tiene sobre la longitud económica. Cuanto más alto sea el beneficio exigido mejores serán las perspectivas para las portadoras. Esto podría provocar una mayor demanda de equipo, lo que a su vez ocasionaría una reducción en el precio del mismo y esto sería otro estímulo para la utilización de portadoras. El coste de instalar y desmontar el equipo de portadoras tendrá una moderada influencia.

7. Conclusión

El equipo de portadoras para abonados para empleo a largo plazo está justificado solamente cuando el cable que se ahorra con ello fuese más bien largo y de pequeña capacidad.

Sin embargo, si se utiliza el equipo de portadoras como solución intermedia (instalación a corto plazo) para diferir el suministro de un nuevo cable, mejora mucho la probabilidad de emplear portadoras y está justificado aplicarlas a tramos de rutas más cortos y/o con mayores ritmos de crecimiento. El grado de utilización que puede justificarse depende del coste instalado de un nuevo cable en cada localidad en particular, pero también depende mucho del beneficio sobre la inversión que se precise.

El coste por canal añadido, incluyendo instalación, mantenimiento y supresión, es un factor muy importante que tiende a favorecer sistemas de portadoras de un solo canal frente a los sistemas multicanales.

El concepto de "pago anual por circuito en servicio activo" (PA) resulta muy útil para comparar los medios alternativos de satisfacer las necesidades del crecimiento.

**Apéndice 1**

**Determinación de la capacidad óptima del cable**

Cuando se precisa un nuevo cable, se conoce normalmente la velocidad de crecimiento y el problema es, determinar la mejor capacidad del cable.

Se propone basar esta elección en el "pago anual por circuito en servicio activo", que se denominará (PA).

En un determinado momento del futuro, el "valor" de disponer de un cable, depende del número de circuitos en servicio entonces. Si el cable se instala en  $t = 0$  y se espera necesitar  $b$  nuevas conexiones por año, el número de circuitos en servicio activo en el momento  $t$  es  $bt$  y el pago anual sería (PA)  $bt$ :

Si las necesidades de crecimiento están cubiertas hasta el momento  $T$ , el valor actual del pago anual es:

$$(PAA) = (PA) \frac{b}{x^2} (1 - e^{-xT} - xTe^{-xV}) \quad (1)$$

donde  $x = \log_e (1 + r)$ , siendo  $r$  el interés, y  $V$  la "vida" del cable, cuya capacidad es  $N = bT$ .

Consideremos ahora el cable. Su coste, el coste instalado o el (CAA) por unidad de longitud según corresponda, puede expresarse normalmente en la forma  $A + NB$ , donde  $A$  y  $B$  son constantes para el margen de  $N$  que se considere, utilizándose diferentes juegos de  $A$  y  $B$  para diferentes márgenes de valores de  $N$ .

Una curva  $A + NB$  sirve normalmente con bastante exactitud para una amplia gama de valores de  $N$ .

Ahora puede evaluarse (PA) si igualamos la fórmula (1) a  $(A + NB)$ . Después de algunas operaciones se tiene:

$$(PA) = xB \frac{\frac{xA}{bB} + xT}{1 - e^{-xT} - xTe^{-xV}} \quad (2)$$

Esta fórmula es aplicable generalmente.

Hallemos ahora el mínimo valor de (PA) al variar  $T$ . La condición de (PA) mínimo es:

$$\frac{Ax}{Bb} = \frac{e^{xT} - xT - 1}{1 - e^{-x(V-T)}} = F \quad (3)$$

Sustituyendo en (2) se obtiene:

$$\min \frac{(PA)}{xB} = \frac{e^{xT}}{1 - e^{-x(V-T)}} \quad (4)$$

En esta fórmula el valor de  $T$  se obtiene de la ecuación (3).

La figura 2 da el mínimo de  $\frac{(PA)}{xB}$  para diversos valores de  $F = \frac{Ax}{Bb}$  y  $V$ , mientras que la figura 3 da  $\frac{Nx}{b}$ , la capacidad "normalizada" del cable, y también  $xT$ , el tiempo de saturación normalizado del cable.

Fijando la relación capacidad/coste y el crecimiento anual, puede determinarse la capacidad óptima con las figuras 2 y 3.

Estas fórmulas son aplicables a otros problemas cuando deben tomarse por adelantado medidas con respecto al crecimiento previsto. (Se han obtenido fórmulas semejantes para el caso de prever crecimiento exponencial).

Estas fórmulas son aplicables a otros problemas cuando deben tomarse por adelantado medidas con respecto al crecimiento previsto. (Se han obtenido fórmulas semejantes para el caso de prever crecimiento exponencial).

**Alternativa de portadoras (instalación a largo plazo)**

El coste anual  $C$  para un equipo de portadoras debe incluir instalación, mantenimiento y supresión. Pueden

compararse ahora las dos alternativas de cable y portadoras igualando los dos precios.

$$l(PA) = C \text{ ó } \frac{(PA)}{Bx} = \frac{C}{Bxl} \quad (5)$$

La figura 2 da  $\frac{(PA)}{Bx}$  y la longitud límite  $l$  se determina

facilmente. Para valores menores de  $l$  la solución de las portadoras es más cara. La figura 4 da tres ejemplos para diferentes hipótesis. (Las curvas marcadas  $LT$  corresponden a aplicación a largo plazo).

**Apéndice 2**

**Utilización de portadoras a corto plazo**

Esta aplicación de las portadoras para abonados es semejante al expuesto anteriormente, pero el crecimiento de las necesidades de circuitos depende del equipo de portadoras durante un tiempo limitado  $0$  a  $t$ , y entonces se instala un cable nuevo y se reintegra el equipo de portadoras a un "fondo de equipos" donde queda en disposición de ser utilizado en otras rutas de cables.

El coste anual del equipo de portadoras es  $C$ , pero el valor real que debe tomarse será diferente del empleado en el Apéndice 1, ya que los costes de instalación y supresión se distribuyen sobre un período más corto; hay también otros efectos que influyen.

El (CAA) de la fase de portadoras es:

$$(CAA) = Cb \int_0^t t e^{-xt} dt = \frac{Cb}{x^2} e^{-xt}(e^{xt} - xt - 1) \quad (6)$$

(fase de portadoras).

La fase del cable desde los años  $t$  á  $T$  tiene un

$$(CAA) = e^{-xt} \frac{bB}{x} \left( \frac{xA}{bB} + xT \right) \quad (7)$$

(fase del cable).

para la unidad de longitud.

El valor actual de los dos costes anuales (referidos a la unidad de longitud) es:

$$(CAA) = \frac{bB}{x} e^{-xt} \left[ F + xT + \frac{C}{lxB} (e^{xt} - xt - 1) \right] \quad (8)$$

(total).

Es preciso ahora determinar el valor actual de los pagos anuales de servicio (PA). Viene dado por la fórmula (1) del Apéndice 1. De (1) y (8):

$$\frac{(PA)}{xB} = e^{-xt} \frac{F + xT + \frac{C}{lxB} (e^{xt} - xt - 1)}{1 - e^{-xT} - xTe^{-x(V+t)}} \quad (9)$$

Esta es una expresión general. Debe determinarse ahora el valor óptimo con  $xt$  y llevando a (9) la condición de (PA) óptimo; se tiene:

$$\min \frac{(PA)}{xB} = \frac{e^{-xt} e^{xT_2}}{1 - e^{-x(V-T_2+t)}} \quad (10)$$

Este es el mínimo de (PA) para el caso mixto y  $T_2$  corresponde a este caso. El valor correspondiente de (PA) para el caso de sólo cable está dado por (4) en el Apéndice 1. Igualando los valores de (PA) de estos dos métodos de previsión del crecimiento, (4) y (10), se encuentra que:

$$t = T_2 - T_1 \quad (11)$$

Este resultado es importante.  $T_1$  es el valor óptimo en el caso de cable solamente y  $T_2$  en el caso mixto.  $T$  indica el momento en que se llega a la saturación.  $T_2$  viene determinada por la condición de (PA) óptimo, que después de substituir el valor  $T_2 = T_1 + t$ , y suponiendo para simplificar que  $V \rightarrow \infty$  da:

$$e^{x(T_1+t)} - x(T_1+t) - 1 = \frac{xA}{bB} + \frac{C}{lxB} (e^{xt} - xt - 1) \quad (12)$$

mientras que la ecuación (3) (con  $T = T_1$ ) y  $V \rightarrow \infty$  da la condición de (PA) óptimo para el caso del cable solo. Restando estas dos ecuaciones, se obtiene la relación siguiente:

$$e^{xT_1}(e^{xt} - 1) - xt = \frac{C}{lxB} (e^{xt} - xt - 1) \quad (13)$$

de la que se deduce:

$$\frac{C}{lxB} = e^{xT_1} \left[ 1 + \frac{xt}{e^{xt} - xt - 1} (1 - e^{-xT_1}) \right] \quad (14)$$

donde  $xT_1$  se obtiene de (3) y  $t$  es la duración de la fase de portadoras. Si  $t \rightarrow \infty$  se tiene la aplicación a largo plazo, como en (5) en el Apéndice 1.

La figura 5 muestra el resultado de combinar las ecuaciones (14) y (3). Dado  $F = \frac{xA}{bB}$ , las curvas dan  $\frac{lxB}{C}$  para diversos valores de  $xt$ .

Sin embargo, si se especifica la longitud  $l$ , pueden obtenerse de la figura 5 los valores de  $C$  correspondientes a la condición límite para una gama de valores de  $t$ . Los valores de  $C$  aplicables al equipo real variarán también con  $t$ . Si  $l$  no es demasiado pequeña, puede encontrarse un  $t$  para el cual los dos valores de  $C$  son iguales; este  $t$  es la demora más larga para el caso límite, para los valores fijados de  $F$  y  $l$ .

Largas demoras conducen a la instalación de menos, pero mayores, cables y tienen otras ventajas.

### Apéndice 3

#### Lista de símbolos

(PA) "Pago anual por circuito en servicio activo". Concepto útil para comparar diferentes capacidades (por ejemplo de cables) provistos para afrontar el crecimiento.

- $r$  Tipo de interés o beneficio sobre la inversión.
- $x$   $\text{Log}_e(1+r)$ .
- $N$  Número de pares o conexiones.
- $b$  Crecimiento previsto expresado en conexiones por año (por ejemplo la media de 10 años).
- $A, B$  Coste instalado del cable (o valor actual de  $CA$ ) incluyendo cargos que corresponda. Estos costes pueden expresarse normalmente como  $A + NB$ .
- $V$  La vida (económica) del cable o del equipo.
- $C$  Coste anual de utilización del equipo de portadoras, incluyendo costes de instalación, mantenimiento y supresión y, en caso necesario, costes por equipos de repuesto y fuera de servicio.
- $l$  Longitud del tramo o de los tramos de cable que necesitan ayuda de un cable nuevo o de un sistema de portadoras. El circuito de portadoras en la realidad puede ser más largo.
- $t$  Tiempo en general, en particular la duración de la fase de portadoras.
- $T$  Momento en que se espera que el cable nuevo se sature.

#### Referencia

[1] T. J. Morgan: Telecommunication Economics, Mac Donald, Londres 1953, pag. 179.

**B. B. Jacobsen** obtuvo el "B. Sc Degree" en ingeniería en 1929. Se unió a ITT el mismo año pasando a la división de transmisión de Standard Telephones and Cables en 1931. Hasta 1961 estuvo trabajando en la planificación de todo tipo de sistemas de portadoras sobre cables y radioenlaces y en la medida de sus características. En 1961 se unió al grupo de planificación de Standard Telecommunication Laboratories.

En el plano internacional y dentro del Comité Consultivo Internacional (CCI) ha trabajado en normalización, especialmente en lo que concierne a sistemas por cable y por radio y sus características, así como también en sistemas de guíaondas en el cuadro del Instituto británico de normalización (BSI) y de la Comisión electrotécnica internacional (IEC). Actualmente es Presidente del grupo del IEE encargado de la teoría de circuitos y miembro del Comité Consultivo de la Administración General del British Post Office para las interferencias de radio.

B. B. Jacobsen es miembro "Fellow" del Institution of Electrical Engineers.

# El programa ITT de síntesis de filtros en ordenador

K. WALTER

K. J. COMES

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

## 1. Introducción

Los sistemas de transmisión de corrientes portadoras necesitan gran cantidad de filtros. Estos filtros son redes eléctricas especiales cuyo objeto principal en un conjunto de frecuencias es transmitir determinadas bandas de frecuencias y bloquear en cierto grado las restantes frecuencias.

En general se pueden calcular estas redes aplicando la teoría de pérdidas de inserción. Igualmente se pueden considerar las pérdidas inevitables de los componentes del circuito [11].

Sin embargo, las soluciones de estos problemas necesitan cálculos laboriosos de gran cantidad de cifras. Por ello los ordenadores están indicados idealmente para realizar esta tarea.

Desde 1960 ha existido en SEL un programa para síntesis de filtros. Este programa calcula los elementos de un determinado circuito suponiendo conocidas las características de atenuación y la posición aproximada de los puntos "polos" y "ceros" de la función  $\varphi$ . Se podrían aproximar funciones  $\varphi$  hasta de grado 16. Durante el transcurso del tiempo han surgido nuevas condiciones, por ejemplo aumentar el grado de la función  $\varphi$ ; simplificación de la entrada, y extensión a puntos "cero-complejos" de la función  $\varphi$ .

En 1967 se desarrollaron las especificaciones para un nuevo programa de síntesis de filtros en la organización ITTE-CADEM de SEL en colaboración con las compañías STC, STL y BTM de ITT. Este programa es considerablemente más amplio que el antiguo en muchos aspectos. El programa se ha realizado con la colaboración de los grupos de programación de cada compañía.

La primera versión de este programa se ha utilizado con éxito desde Julio de 1968.

## 2. La teoría de pérdidas de inserción

El programa calcula los elementos del circuito de acuerdo con la teoría de pérdidas de inserción [2], [4]. Por esta razón se explicará brevemente esta teoría.

Las características de atenuación del filtro se dan en forma de un diagrama de tolerancias (Fig. 1).

El primer paso es obtener una función característica  $\varphi(p)$ , ( $p = i \frac{f}{f_0}$ ,  $f_0$  es la frecuencia de referencia) que

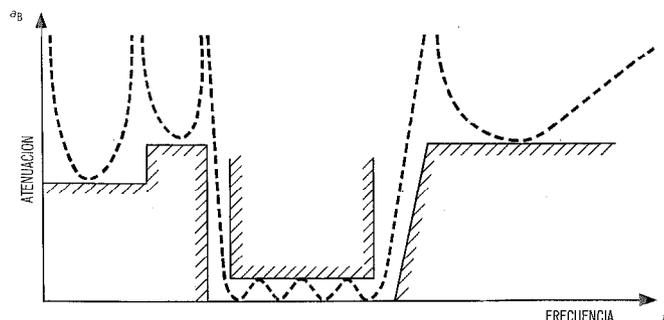


Fig. 1 Diagrama de tolerancias.

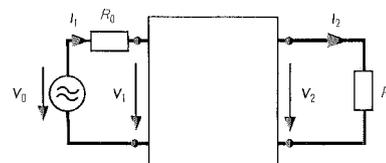


Fig. 2 Representación del cuadrípulo.

cumpla la característica de atenuación dada. La función ha de tener la forma siguiente:

$$\varphi(p) = K p^{\delta_0} \frac{\prod_{v=1}^N (p^2 + a_v p + b_v)^{\delta_v}}{\prod_{\mu=1}^M (p^2 + c_{\mu})^{\delta_{\mu}}} \quad (1)$$

La relación entre la atenuación y la función  $\varphi$  es la siguiente:

$$a_B = \frac{1}{2} \ln(1 + |\varphi|^2). \quad (2)$$

La función  $\varphi$  (1) se obtiene por un procedimiento iterativo en el cual se desplazan los ceros y polos para que satisfagan la característica de atenuación (2). La función de transferencia  $F(p)$  (en la que se dan puntos cero solamente en el semiplano izquierdo) se puede hallar a partir de la función  $\varphi$  mediante la relación,

$$F(p) \times F(-p) = 1 + \varphi(p) \times \varphi(-p). \quad (3)$$

Combinando los términos de orden par e impar de la función  $F$  y de la función  $\varphi$  se obtiene la matriz  $\mathbf{A}$  del circuito que se desea obtener.

Las ecuaciones del cuadrípulo (Fig. 2)

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_1 &= \mathbf{A}_{11} \mathbf{V}_2 + \mathbf{A}_{12} \mathbf{I}_2 \\ \mathbf{I}_1 &= \mathbf{A}_{21} \mathbf{V}_2 + \mathbf{A}_{22} \mathbf{I}_2 \end{aligned} \quad (4)$$

muestran el significado de los elementos  $\mathbf{A}_{ik}$  de la matriz. La impedancia de entrada para funcionamiento con la salida en circuito abierto, por ejemplo, se deduce de la forma siguiente:

$$\mathbf{Z}_{1L} = \left( \frac{\mathbf{V}_1}{\mathbf{I}_1} \right)_{\mathbf{I}_2 = 0} = \frac{\mathbf{A}_{11}}{\mathbf{A}_{21}}. \quad (5)$$

Los elementos del circuito se calculan por "reducción" a partir de los dos elementos de la matriz que representan la impedancia del cuadrípulo. La "reducción parcial" desde la impedancia del cuadrípulo obliga a que los polos de la función transferencia sean realizados por el propio circuito. De esta forma el circuito de reactancia obtenido con este método tiene las pérdidas transductoras que se desean.

## 3. Operación del programa

El programa de síntesis de filtros calcula los valores de los elementos de los circuitos de reactancia en cascada. La figura 3 representa uno de estos circuitos.

Es un "programa automático" ya que calcula los elementos del circuito a partir de los datos de entrada sin

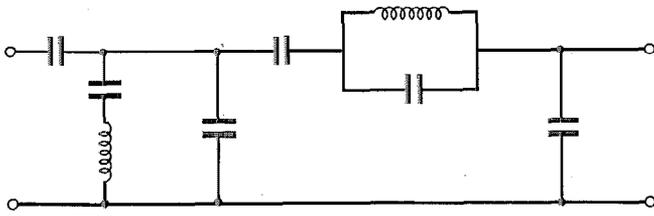


Fig. 3 Circuito de reactancia en cascada.

otras manipulaciones ni entrada de valores intermedios. El cálculo se realiza en cuatro etapas sucesivas, cada una de ellas lógicamente completa, a las que se han denominado fases (Fig. 4).

El usuario del programa puede suministrar datos de entrada para cada una de las fases (excepto la tercera). Los elementos del circuito se calculan con estos datos. Cuando se desea, el ordenador procesa solamente hasta el final de una de las sucesivas fases. El usuario puede determinar así, por ejemplo, la función de transferencia (función  $F$ ) de una función  $\varphi$  que se haya obtenido previamente. A continuación se explican con más detalle los cálculos realizados en las distintas fases.

3.1 Aproximación de la función  $\varphi$

La base de cálculo de la función  $\varphi$  es la característica de atenuación dada como función lineal, tal como se representa en la figura 1. La función  $\varphi$  que se desea obtener tiene que satisfacer la condición de que exista la misma certeza,

$$S = \frac{\varphi}{\varphi \text{ nominal}} = \frac{\text{valor de la función } \varphi}{\text{valor } \varphi \text{ de la característica de atenuación}} \quad (6)$$

en los "puntos críticos" dentro de las "regiones" distintas. Los conceptos de "puntos críticos" y "regiones" se definen a continuación (véase también la Fig. 5).

La certeza  $S$  tiene un mínimo relativo en los "puntos críticos". Entre cualquiera de dos polos o ceros consecutivos existe un "punto crítico", así como en la unión de las bandas de supresión y de paso.

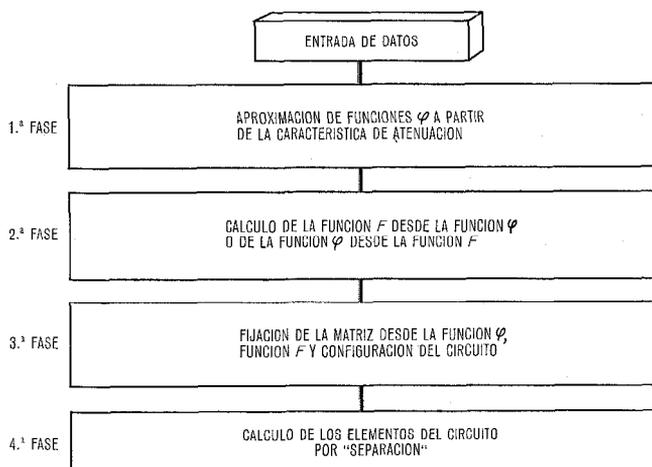


Fig. 4 Operación del programa.

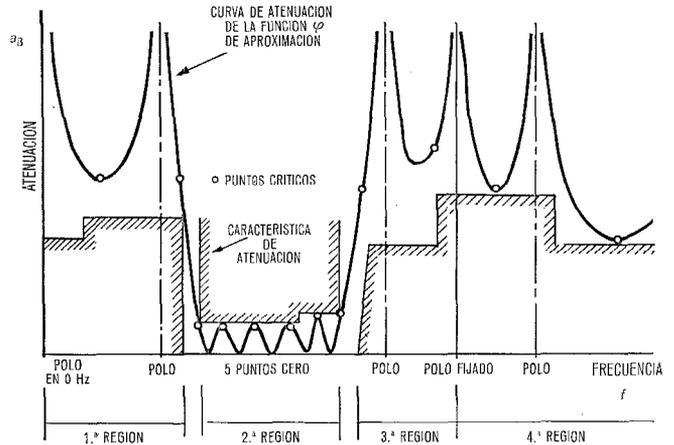


Fig. 5 Característica de atenuación con la aproximación de la función  $\varphi$ .

Una "región" es el margen de frecuencia de una banda de paso o una banda de supresión de un filtro. En los casos en que se den polos o ceros que no deban ser cambiados por el programa durante el proceso de aproximación de  $\varphi$  (polos o ceros fijados), éstos representan límites de regiones adicionales.

La función  $\varphi$  que se desea obtener tiene que cumplir la característica de atenuación en todas las regiones de la banda de paso ( $S \leq 1$ ). En una de estas regiones ha de satisfacerse exactamente la característica ( $S = 1$ ). Depende del número dado de ceros y polos el que se cumpla o no la característica de atenuación en las regiones de banda de supresión ( $S > 1$ ).

Esta función  $\varphi$  se obtiene por un proceso iterativo a partir de una función inicial  $\varphi$  de la forma

$$\varphi = K \times (i\Omega)^{\delta_0} \times \prod_{\nu=1}^N (-\Omega^2 + a_{\nu})^{\delta_{\nu}}, \quad \Omega = \frac{f}{f_0} \quad (7)$$

Contiene únicamente los polos y ceros que no se han fijado. La función inicial  $\varphi$  se forma con los datos del número de polos y ceros en la banda suprimida o banda de paso, o de los datos de frecuencia estimada de los polos y ceros. Después de cada iteración se obtiene una nueva función  $\varphi$  que tiene la forma

$$\tilde{\varphi} = \tilde{K} \times (i\Omega)^{\delta_0} \times \prod_{\nu=1}^N (-\Omega^2 + \tilde{a}_{\nu})^{\delta_{\nu}} \quad (8)$$

Haciendo

$$\frac{\tilde{K}}{K} = \Delta K, \quad \tilde{a}_{\nu} = a_{\nu} + \Delta a_{\nu} \quad (9)$$

Entonces después de dividir (8) por (7) y aplicar la fórmula

$$(1-x)^N \approx 1-Nx$$

se obtiene

$$\frac{\tilde{\varphi}}{\varphi} = \Delta K - \sum_{\nu=1}^N \frac{\delta_{\nu} \times \Delta K \times \Delta a_{\nu}}{\Omega^2 - a_{\nu}} \quad (10)$$

Teniendo en cuenta que para cada punto crítico de la región  $m$ -ésima se verifica que  $\varphi = \varphi \text{ nominal} \times S_m$  sien-

do constante  $S_m$  en cada región ( $S_m > 1$  en la banda suprimida y  $S_m \leq 1$  en la banda de paso) y haciendo

$$\Delta\varphi = \frac{\varphi \text{ nominal}}{\varphi} \tag{11}$$

$$A_v = \frac{\delta_v}{\Omega^2 - \alpha_v}$$

$$X_v = \Delta\alpha_v \times \Delta K$$

se obtiene la condición general de un punto crítico

$$S_m \times \Delta\varphi = \Delta K - \sum_{v=1}^N A_v \times X_v \tag{12}$$

Dando en (12) los valores de cada punto crítico se obtiene un sistema de ecuaciones que se puede resolver únicamente para  $\Delta K$ ,  $S_m$  y  $\Delta\alpha_v$ .

Cuando los valores aproximados de  $\Delta K$  y  $\Delta\alpha_v$  han llegado a ser suficientemente pequeños se termina el proceso de iteración.

Si el programa no se ha detenido después de la primera fase, se determina la mejor entre varias funciones  $\varphi$  calculadas. Esta será aquella que satisface mejor la característica de atenuación con el menor grado.

### 3.2 Cálculo de la función transferencia

En la segunda fase se determina la función transferencia  $F(p)$  de la función  $\varphi$  encontrada en la fase anterior. Las funciones  $F$  y  $\varphi$  están relacionadas por la ecuación (3). Para obtener  $F(p)$  se determinarán los ceros de  $F(p) \times F(-p)$ . A medida que el filtro sea de mayor grado será más difícil determinar los puntos ceros, principalmente por estar más próximos. Por esta razón se hacen los cálculos de esta fase con 30 cifras decimales. El procedimiento empleado es una combinación del método de Newton y otro que se describe en [6].

El usuario puede poner en la segunda fase la función  $\varphi$  así como la función  $F$ . El programa siempre calculará la función que falte. Cuando se entra la función  $F$  se realiza siempre una "compensación de pérdidas". En este procedimiento se sustituye  $p$  por  $p - \varepsilon$  ( $\varepsilon$  = factor de pérdidas a la entrada) y se fija la constante de la nueva función  $F$  de tal modo que  $|F(i\omega)| \geq 1$  para  $\omega > 0$ . Puede darse la compensación de pérdidas cuando la función  $F$  se haya deducido de la función  $\varphi$ .

### 3.3 Fijación de la matriz

En la tercera fase, que no es una entrada en el programa, se determinan los coeficientes  $A_{iK}$  de la matriz en forma de polinomios en  $p$  (véase la sección 2) a partir de las funciones  $\varphi$  y  $F$ . Separando los términos pares ( $G, g$ ) e impares ( $U, u$ ) de las funciones  $F$  y  $\varphi$  se obtiene la matriz haciendo

$$F = \frac{G + U}{f}, \varphi = \frac{g + u}{f} \tag{13}$$

Se distinguen dos casos:

1)  $f$  = función par

$$A_{iK} = \frac{1}{f} \begin{bmatrix} G \pm g & U \pm u \\ U \mp u & G \mp g \end{bmatrix}$$

2)  $f$  = función impar

$$A_{iK} = \frac{1}{f} \begin{bmatrix} U \pm u & G \pm g \\ G \mp g & U \mp u \end{bmatrix} \tag{14}$$

Se determina la validez de los signos superiores ó inferiores comparando las impedancias de entrada del circuito y de la matriz a las frecuencias 0 e  $\infty$ .

### 3.4 Cálculo de los elementos del circuito

En la cuarta fase se determina una función de separación, que depende del circuito, en función de dos elementos de la matriz. Los elementos del circuito se deducen de esta función. La configuración requerida del circuito para ello, se desarrolla por el programa como estructura tipo en el caso de filtros paso alto o paso bajo, o puede estar contenida en los datos de entrada. Si el filtro termina con un elemento en serie en los extremos, el programa arranca a partir de las impedancias en cortocircuito.

Partiendo de la entrada

$$Z_{1K} = \frac{A_{12}}{A_{22}}$$

Partiendo de la salida

$$Z_{2K} = \frac{A_{12}}{A_{11}} \tag{15}$$

Si los extremos del circuito tienen una rama en derivación el programa arranca a partir de las impedancias en circuito abierto.

Partiendo de la entrada

$$Z_{1L} = \frac{A_{11}}{A_{21}}$$

Partiendo de la salida

$$Z_{2L} = \frac{A_{22}}{A_{21}} \tag{16}$$

No se aplica en ciertos filtros la regla anterior cuando la función  $\varphi$  tiene un factor  $(p - a)$  ó  $(p^2 - \alpha)$  en el numerador.

La relación de transformación  $r$ , con ayuda de la cual se puede calcular la resistencia de adaptación  $R_2 = r^2 \times R_o$  ( $R_o$  = resistencia nominal) se puede obtener por comparación.

Los valores  $L_v$  y  $C_v$  de los elementos del circuito obtenidos a partir de la entrada (de  $Z_1$ ) se comparan con los obtenidos  $L_h$  y  $C_h$  a partir de la salida (de  $Z_2$ ). Entonces son válidas las relaciones

$$r^2 = L_v/L_h \text{ ó } r^2 = C_h/C_v \text{ (Fig. 6).}$$

En el caso de que el circuito no permita el arranque partiendo de la salida, se calcula  $r$  comparando la nueva matriz (obtenida de los elementos del circuito a partir de la entrada) con la matriz original, de donde

$$r = A_{11}/B_{11}$$

También se puede poner la función de separación en la cuarta fase en forma de polinomio en el numerador y denominador. En este caso se determinan los elementos del circuito a partir de la función de separación, de acuerdo con los circuitos tipos que se han puesto también a la entrada. Los resultados de esta cuarta fase son los valores de los elementos del circuito y de la impedancia de terminación.

En el proceso de arranque de los elementos del circuito, las frecuencias de polos se obtienen en el orden

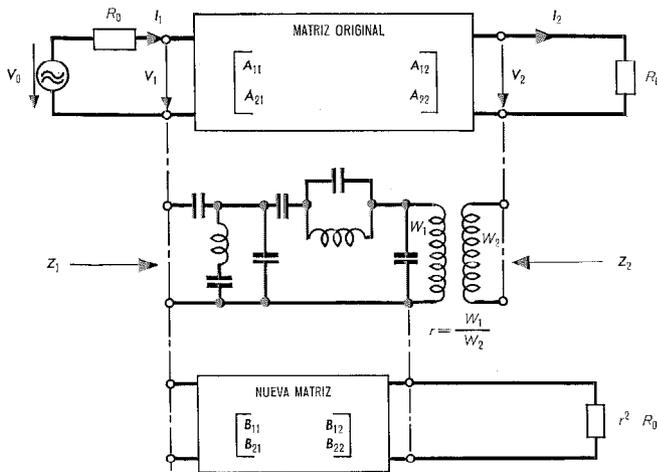


Fig. 6 Representación de la red en cuádrupolo.

en que se dan en el "campo secuencial de polos" de la entrada. Para cada circuito se pueden dar varias secuencias. En este caso se calculan los elementos del circuito para cada una. También se pueden calcular varios circuitos uno a continuación de otro, determinando cada vez una nueva matriz. Existe también la posibilidad de poner cada cero de la función  $\varphi$ , que tiene parte real, (por ejemplo, factor  $(p - a)$ ), en el semiplano izquierdo o derecho del plano de frecuencias complejas. Se obtiene una nueva función  $\varphi$  para cada configuración de ceros con la que se repiten los cálculos para todos los circuitos y secuencias de polos.

### 3.5 Datos de salida

En cada fase de la operación del ordenador se obtienen los datos de salida de operación en un impresor. Estos datos se pueden combinar en dos grupos:

#### a) Datos de características del filtro

Se imprimen todos los datos de entrada y los resultados de salida de cada fase.

Estos son los siguientes:

- 1ª fase: todas las funciones  $\varphi$  aproximadas,
- 2ª fase: representación del producto de la mejor función  $\varphi$  y de la función  $F$ ,
- 3ª fase: representación en serie exponencial de la función  $\varphi$ , de la función  $F$ , y de la matriz calculada de ellas,
- 4ª fase: circuito y valores de los elementos del circuito.

#### b) Análisis de filtros

Además del tratamiento de los datos característicos del filtro, también se pueden calcular los valores de la función por medio de programas de análisis. Tienen que darse las siguientes instrucciones:

- a) el margen de frecuencia (extremos superior e inferior y el ancho de banda),
- b) la función que se desea analizar,
- c) que el usuario desee obtener los valores impresos en forma de curva.

Se pueden hacer los cálculos siguientes:

- a partir de la función  $\varphi$  - atenuación
- a partir de la función  $F$ 
  - atenuación
  - fase
  - tiempo de retardo
- a partir de la matriz
  - coeficiente de reflexión
  - impedancia de entrada

### 3.6 Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones de la figura 7 da una breve representación de las distintas etapas del programa e indica los datos de salida.

### 4. Datos de entrada

Se han desarrollado impresos de datos de entrada que sirvan para la introducción de éstos en las distintas fases, facilitando así la operación del programa. El diseño de estos impresos debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) los datos deberán contener toda la información necesaria,
- b) el número de datos deberá ser pequeño,
- c) el procedimiento de incorporar los datos en los impresos deberá ser rápido y sencillo.

Estas condiciones deberán cumplirse agrupando los datos por partes relacionadas, que aparezcan como bloques designados por letras en el impreso de entrada de datos (ver el impreso de entrada de datos del ejemplo). El usuario deberá llenar únicamente aquellos bloques que correspondan a sus datos. Además empleando como lenguaje de la parte del programa que lee los datos el PL/1 se pueden tener los datos como partidas, una a continuación de otra en el flujo de datos independientemente de las columnas de la tarjeta. Por ello no es necesario dar ninguna explicación sobre la forma de suministrar los datos justificados correctos y las explicaciones necesarias sobre el impreso de datos de entrada se pueden reducir al significado de los datos. Se facilita así considerablemente la entrada de datos.

### 5. Organización del programa

El programa se desarrolló en dos etapas sucesivas (Fig. 8). En la primera, escrita en PL/1, los datos de entrada se leen y almacenan en forma de bloques en memorias de datos sobre discos magnéticos. Como las distintas combinaciones de los bloques de entrada forman entradas significativas, se fija también y se almacena en el disco un conjunto de variables de lógica. Cada variable de este conjunto especifica si se realiza o no una parte particular del programa. La generación de estas variables en el programa evita que sea necesario añadir datos adicionales de entrada.

Los cálculos reales se efectúan en la segunda etapa del programa. Aquí con la base de las variables de lógica, un programa principal o de ordenación decide que cálculo se hará entre los posibles, y controla la realización de las distintas etapas de cálculo. Cada etapa lógica de cálculo está formada por un grupo de subprogramas (S. P.), uno de los cuales sirve como "subprograma de

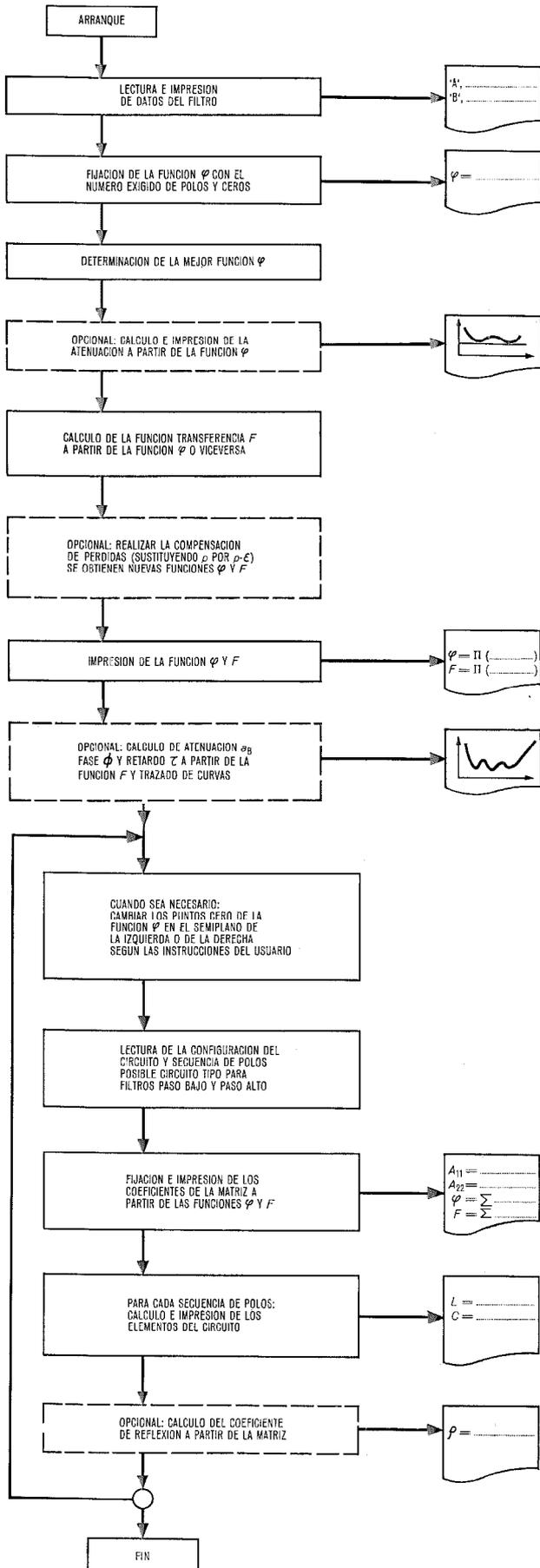


Fig. 7 Diagrama de operaciones.

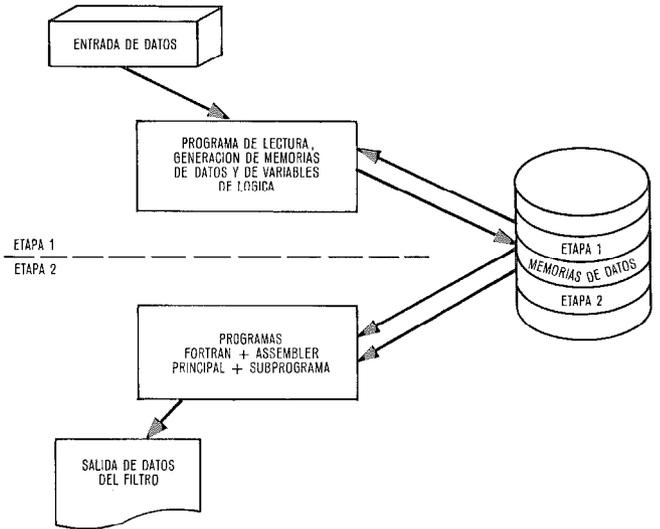


Fig. 8 Secuencia del programa.

ordenación". Los datos más importantes de entrada e intermedios del subprograma se leen desde el disco y se escriben en él. Los datos de salida se imprimen en la máquina.

Los mismos programas se almacenan también en el disco de modo que el sistema de operación solo necesita unas pocas tarjetas de control para calcular el filtro, aparte de las tarjetas de datos.

La segunda etapa del programa es más bien larga (aproximadamente 330 kilobytes). Por ello fué necesario desarrollar una estructura en capas superpuestas que mantenga en la memoria del núcleo en un momento dado solamente aquellas partes del programa que se necesitan para el cálculo corriente. Estas partes pueden ser escalonadas con otras partes del programa a medida que se vayan necesitando. Esto permite trabajar en un computador con núcleo de memoria de 128 K bytes. En la figura 9 se representa la estructura en capas escalonadas. Cada línea vertical representa una parte del programa cuya necesidad de núcleos es proporcional a la longitud de la línea.

El programa se escribe en PL/1, Fortran IV, NIVEL E y el código Assembler Language y se ha probado en

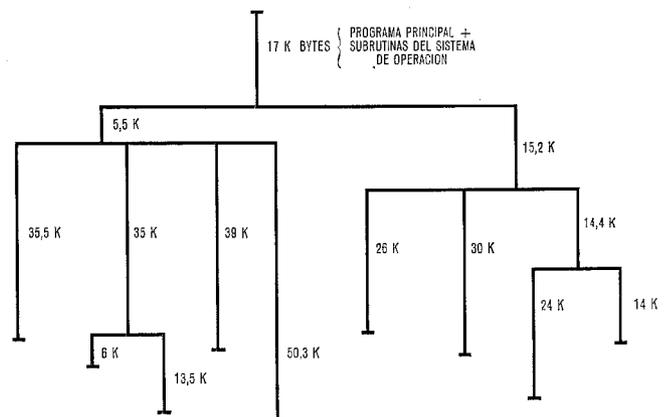


Fig. 9 Estructura de capas.

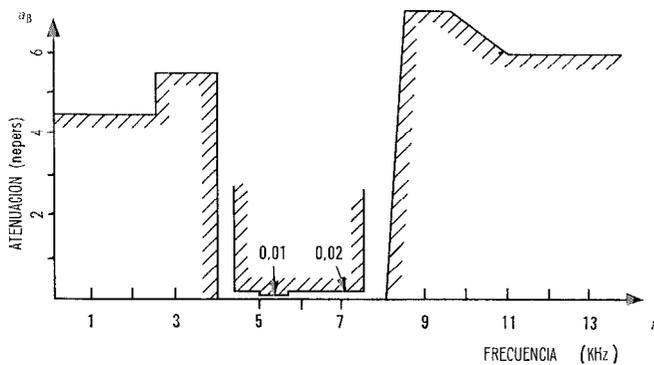


Fig. 10 Característica de atenuación.

una IBM 360/40 con núcleo de memoria de 128 K bytes trabajando en OS. Se ha desarrollado otra versión del programa con una estructura de capas escalonadas considerablemente mayor: 64 K bytes en ordenadores de núcleo de memoria que trabaja en DOS.

6. Ejemplo

Se ha elegido como ejemplo un filtro paso banda con una característica de atenuación como se indica en la figura 10.

Se obtendrán dos aproximaciones, la primera con:

- 2 polos a 0 Hz,
- 2 polos en la banda inferior de supresión,
- 6 puntos en la banda de paso,
- 2 polos en la banda superior de supresión,

(bloque D del impreso de datos de entrada); la segunda aproximación ha de contener un polo fijado en 9 KHz. En esta segunda aproximación los valores se dan en el BLOQUE E del impreso de entrada de datos.

Se deberá tener en cuenta analizar las pérdidas de la función  $F$  con  $d = 0,0015$ . Deberá hacerse una compensación de pérdidas con  $\epsilon = 0,001$ . Se darán dos circuitos ya que se desconoce cual de las funciones  $\varphi$ , la primera o la segunda, es la mejor. Los datos necesarios completos se ponen en el impreso de datos de entrada que representa la figura 11.

Sólo se indican algunas de las impresiones debido a la falta de espacio; la página segunda del impreso de entrada que caracteriza los circuitos se ha omitido.

Se han sacado las siguientes impresiones:

- a) los datos de entrada,
- b) las dos aproximaciones  $\varphi$  con los puntos críticos,
- c) parte de las curvas de atenuación calculadas a partir de la función  $\varphi$ ,
- d) puntos cero de las funciones  $\varphi$  y  $F$  antes y después de la compensación de pérdidas,
- e) parte de la atenuación, curvas fase y tiempo de retardo calculadas a partir de la función  $F$ ,

f) función  $\varphi$  y  $F$  representadas en la suma, así como polinomios de los elementos de la matriz.

Las figuras 12 á 16 indican los datos impresos más importantes del filtro durante el cálculo.

7. Conclusión

La planificación y programación de tal proyecto requiere un considerable trabajo, así como también estrecha cooperación entre el ingeniero de redes y el programador. Los autores desean agradecer especialmente las contribuciones hechas por los ingenieros de redes de STC, STL, BTM y particularmente a los de SEL con los que mantuvieron más estrecho contacto durante el desarrollo del proyecto. El nuevo programa mejorado se basa también, en una gran extensión, en las experiencias realizadas con el programa de síntesis de filtros de SEL durante un periodo de diez años.

Referencias

- [1] A. Ahacic: Über die Reaktanztransformation von Tiefpaß-Kettenschaltungen. A. E. U. 12 (1956), págs. 203—208.
- [2] W. Bader: Kopplungsfreie Kettenschaltungen. TET 31 (1942), págs. 177—189.
- [3] W. Bader: Polynomvierpole mit gegebenen Verlusten und vorgeschriebener Frequenzabhängigkeit. A. f. E. 36 (1942), págs. 97—114.
- [4] W. Bader: Kettenschaltungen mit vorgeschriebener Kettenmatrix. TET 32 (1943), N° 6, págs. 119—125; N° 7, págs. 144—147.
- [5] W. Cauer: Theorie der linearen Wechselstromschaltungen. Vol. 1, Akademie-Verlag Berlin 1954.
- [6] G. R. Garside, P. Jarrat, C. Mack: A new method for solving polynomial equations. The Computer Journal 11 (Mayo 68) 1, págs. 87—90.
- [7] W. Haas: Die Verwendung von Quarzen in Netzwerken, die nach der Betriebsparametertheorie berechnet werden. Frequenz 16 (1962), N° 5, págs. 161—167.
- [8] H. Härtl: Die Anwendung des elektronischen Digitalrechners in der Netzwerktheorie. NTZ 13 (1960), págs. 313—316.
- [9] H. Härtl: Kanonische Abzweigfilter mit vorgeschriebenen Betriebseigenschaften unter Berücksichtigung der Verluste in den Schaltelementen. Diss. TH Stuttgart 1953.
- [10] A. Mayer: Berechnung von WT-Filtern mit vorgeschriebenem Dämpfungsverhalten. Frequenz 21 (1967), N° 7, págs. 205—208.
- [11] Nai-Ta Ming: Verwirklichung von linearen Vierpolschaltungen vorgeschriebener Frequenzabhängigkeit unter Berücksichtigung übereinstimmender Verluste aller Spulen und Kondensatoren. A. f. E. 39 (1949), N° 7, págs. 452—471.
- [12] E. Saal, E. Ulbrich: On the Design of Filters by Synthesis. IRE Trans. CT 5 (1958), págs. 284—327.
- [13] J. Schwant, A. Mayer: Über den Entwurf von Reaktanzfiltern spezieller Struktur. NTZ 18 (1965), N° 8, págs. 470—474.
- [14] R. Unbehauen: Zur Ermittlung kanonischer Reaktanzvierpole mit vorgeschriebener Kettenmatrix. Arch. elektr. Übertr. 12 (1958), págs. 545—556.

**Klaus Walter**, nació en 1940 en Ludwigshafen; hizo los estudios de ingeniería en la Universidad Técnica de Karlsruhe, obtuvo el grado de Ingeniero-Diplomado en ingeniería de comunicaciones. En 1966 entró a formar parte del departamento de programación técnica y científica en Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, como analista de sistemas y programador. Ha desarrollado programas EDV para los laboratorios de desarrollo de sistemas de transmisión de SEL.

**Karl J. Comes**, nació en Boppard en 1925; obtuvo el grado de matemáticas y física en la Universidad de Mainz en 1953. Entró a formar parte como ingeniero de desarrollo trabajando en filtros eléctricos en Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, en 1955. Desde 1957 se ha ocupado de la programación y planificación de sistemas en la sección de desarrollo. Es jefe del departamento de programación técnica y científica.





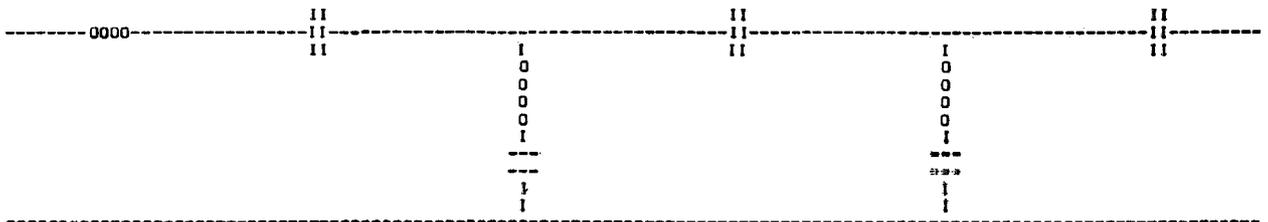




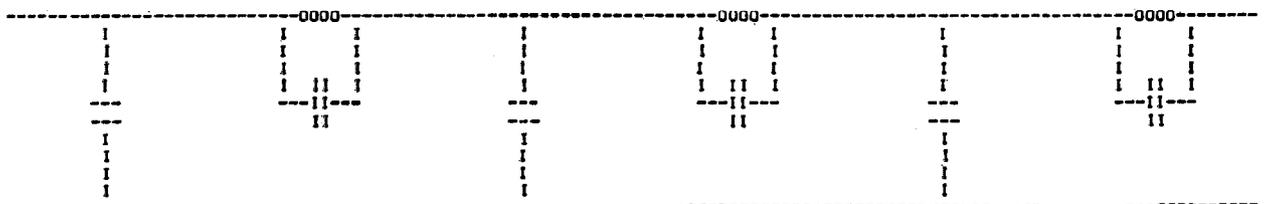
STRUCTURE AND UNNORMALIZED VALUES OF THE NETWORK ELEMENTS (DEFINITIVE ELEMENT VALUES)

UNNORMALIZED WITH: F0 = 0.3540921910D 04 HZ R0 = 0.0000000000D 03 OHM  
 UE - VALUE UE = 0.7181109611D-01 R2 = 0.3094100113D 01 OHM

NO	1	2	3	4	5	6
KEY NO	1	2	6	2	6	2
L / HENRY	0.9442444295D-01	0.0	0.5187106356D-01	0.0	0.2446396793D-01	0.0
C / FARAD	0.0	0.9655060662D-08	0.3634336480D-07	0.5369074139D-07	0.6559868882D-07	0.1362258691D-06
L2 HENRY	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RES. FREQ	0.0	0.0	0.3663498370D 04	0.0	0.3972913439D 04	0.0



NO	7	8	9	10	11	12
KEY NO	5	3	3	3	3	3
L / HENRY	0.0	0.9331981673D-03	0.0	0.3488716113D-03	0.0	0.9677041780D-04
C / FARAD	0.2706506391D-06	0.3307942662D-06	0.8286733344D-06	0.8963747478D-06	0.3742873085D-03	0.4488133339D-03
L2 HENRY	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RES. FREQ	0.0	0.8353785739D 04	0.0	0.9000000000D 04	0.0	0.1026082387D 05



NO	13	14
KEY NO	5	4
L / HENRY	0.0	0.3323308448D-04
C / FARAD	0.1217680630D-04	0.0
L2 HENRY	0.0	0.0
RES. FREQ	0.0	0.0



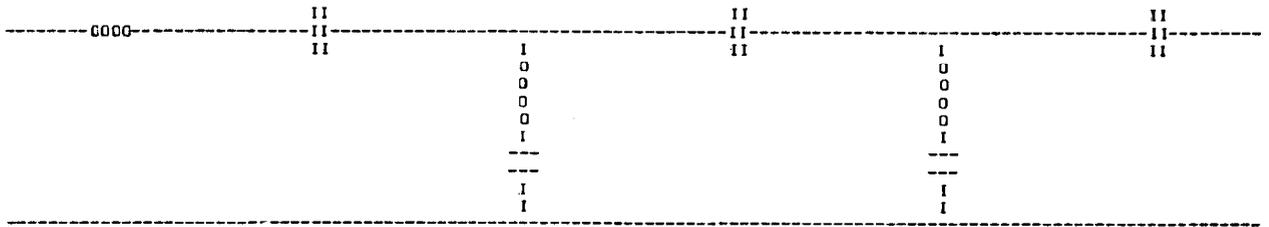
Fig. 15 Elementos de red con la primera secuencia de polos.

Síntesis de filtros con ordenador

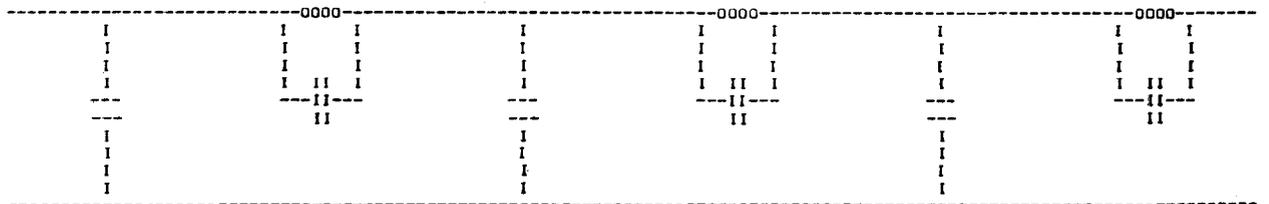
STRUCTURE AND UNNORMALIZED VALUES OF THE NETWORK ELEMENTS (DEFINITIVE ELEMENT VALUES)

UNNORMALIZED WITH F0 = 0.56409219100 04 HZ R0 = 0.60000000000 03 OHM  
 UE - VALUE UE = 0.71811130170-01 R2 = 0.30941047740 01 OHM

NO	1	2	3	4	5	6
KEY NO	1	2	6	2	6	2
L / HENRY	0.9442444295D-01	0.0	0.9722173237D-01	0.0	0.2005243797D-01	0.0
C / FARAD	0.0	0.1029963861D-07	0.1650664086D-07	0.4331717900D-07	0.9401713660D-07	0.1068098043D-06
L2 HENRY	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RES. FREQ	0.0	0.0	0.3972913439D 04	0.0	0.3665498370D 04	0.0



NO	7	8	9	10	11	12
KEY NO	5	3	5	3	5	3
L / HENRY	0.0	0.1161801764D-02	0.0	0.1756505110D-03	0.0	0.6139002751D-04
C / FARAD	0.3847453897D-06	0.2070825941D-06	0.1372667480D-05	0.2066446574D-05	0.4015308302D-05	0.5093982122D-05
L2 HENRY	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RES. FREQ	0.0	0.1026082587D 05	0.0	0.8353785739D 04	0.0	0.9000000000D 04



NO	13	14
KEY NO	5	4
L / HENRY	0.0	0.5825317219D-04
C / FARAD	0.1124608664D-04	0.0
L2 HENRY	0.0	0.0
RES. FREQ	0.0	0.0

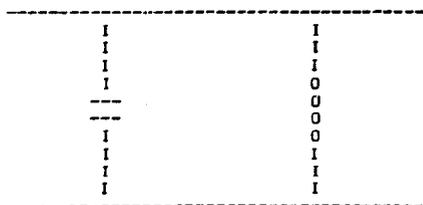


Fig. 16 Elementos de red con la segunda secuencia de polos.

# Modem polifásico multiplex por división de frecuencia

D. R. BARBER  
M. J. GINGELL  
Standard Telecommunication Laboratories Ltd, Londres

## 1. Introducción

El gran volumen de tráfico telefónico que está siendo cursado actualmente por los circuitos portadores de banda ancha con multiplex por división de frecuencia (FDM), ha servido de estímulo para obtener equipos de traslación más baratos. Si el coste de un sistema multiplex está relacionado con las funciones de un circuito individual, la parte más importante es principalmente debida a los moduladores y filtros para pasar de audio a traslación de grupo (60 á 108 kHz) y viceversa.

El objeto del actual desarrollo era llegar a un sistema que tuviera menor sensibilidad a las variaciones de los componentes que los equipos existentes, y por consiguiente, que al poderse poner en forma de circuitos integrados alcanzara la ventaja de una reducción rápida del coste de estos componentes.

El modulador polifásico puede beneficiarse de los componentes integrados a pesar de la limitación en precisión y estabilidad de los mismos, debido a que la discriminación necesaria se realiza a baja frecuencia y los productos no deseados de modulación de primer orden, caen dentro de la banda de frecuencias del canal, o en una frecuencia fuera de la banda de grupo.

## 2. Análisis

### 2.1 Operación básica

Como una introducción a la teoría, es útil considerar la operación del sistema de modulación en forma vectorial. El sistema básico está mostrado en la figura 1. La señal a trasladar entra a través de una red de limitación de banda, considerando únicamente un camino, a un primer modulador  $M_1$ . La frecuencia portadora se selecciona de tal forma que caiga en el centro de las frecuencias de la banda de entrada. En la salida de  $M_1$  están las bandas laterales superior e inferior como se muestra en la figura 2b. Debido a que la frecuencia portadora está en el centro de la banda de entrada, la banda lateral inferior se extiende hasta la frecuencia cero y está "doblada" sobre sí misma (ver Fig. 2). La salida del modulador  $M_1$  se aplica al filtro paso-bajo  $F_1$ , el cual transmite únicamente la "banda lateral diferencia doblada" (Fig. 2c). Esta señal es tratada en un segundo modu-

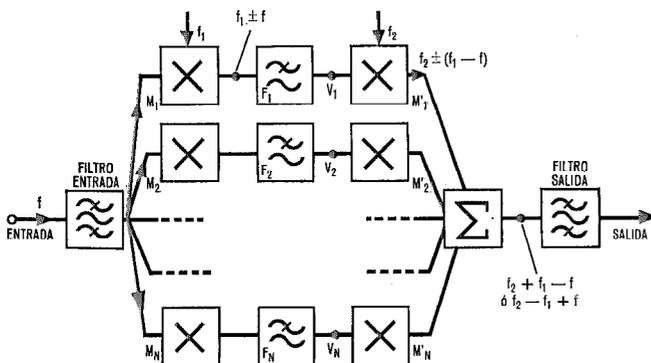


Fig. 1 Sistema básico de modulación.

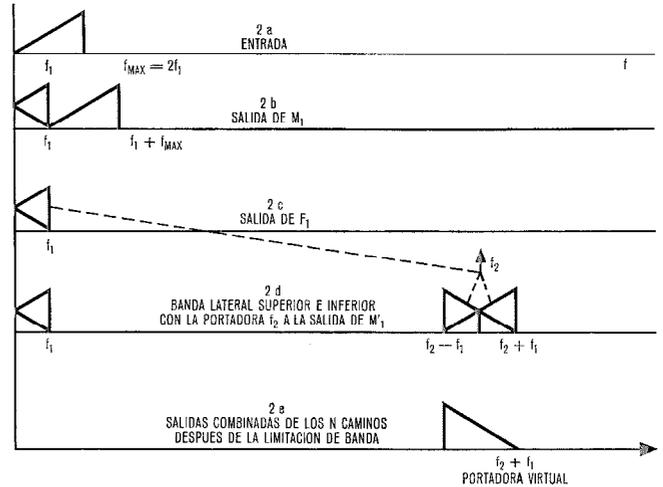


Fig. 2 Espectro en distintos puntos del sistema.

lador  $M_1$  cuya frecuencia portadora queda en el centro de la banda de salida deseada. Las bandas laterales superior e inferior así producidas, representan copias superpuestas, derecha e invertida de la banda original de entrada trasladadas a una nueva posición en el espectro de frecuencias (Fig. 2d).

Los  $N$  caminos son idénticos, se realizan las mismas operaciones en todos ellos, excepto con respecto a la fase. Las  $N$  entradas de los moduladores  $M_1$  á  $M_N$  están alimentados con portadoras en  $N$  fases respectivamente. La portadora de  $M_2$  está retardada con respecto a  $M_1$  un ángulo de fase de  $2\pi/N$ , la  $M_3$  con respecto a  $M_2$  la misma cantidad y así sucesivamente hasta  $M_N$ , que estará retrasada con respecto a  $M_1$  la cantidad  $(N-1)2\pi/N$ . Como resultado de esto, las bandas laterales generadas por los moduladores están en las  $N$  fases como se ve en la figura 3. Para las bandas laterales dobladas que pasan por los filtros paso-bajo, la rotación de los vectores puede ser en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario, dependiendo de si la señal de entrada está por encima o por debajo de la frecuencia portadora de los moduladores de entrada  $M_1$  á  $M_N$ .

Los moduladores de salida están también alimentados con portadoras en  $N$  fases, las bandas laterales así pro-

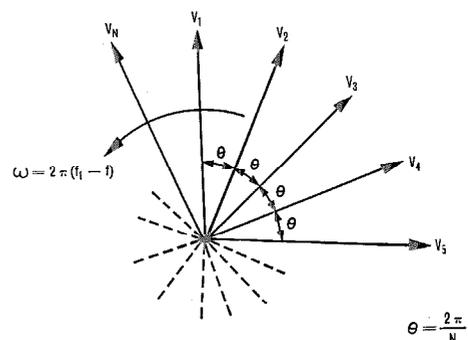


Fig. 3 Diagrama vectorial de las señales en las salidas de los  $N$  filtros  $F_1$  á  $F_N$ .

ducidas están desviadas en fase un múltiplo de  $2\pi/N$ , que depende del circuito considerado. El resultado de la suma de las salidas de los  $N$  caminos es trasladar una copia directa e invertida de la señal original, dejando únicamente la salida deseada. La señal pasa finalmente a través de un filtro de banda ancha para quitar a las salidas los armónicos de la banda lateral deseada.

2.2 Análisis matemático

Notación

- $f(t)$  una función del tiempo,
- $F(p)$  transformada de Laplace de la función  $f(t)$ ,
- $p$  la variable compleja  $j\omega$ ,
- $\omega_1 = 2\pi f_1$  frecuencia angular de la portadora en el modulador de entrada,
- $\omega_2 = 2\pi f_2$  frecuencia angular de la portadora en el modulador de salida,
- $N$  número de caminos,
- $R_L$  coeficiente de Fourier del término  $L$ -ésimo de la función de conmutación del modulador de entrada,
- $Q_K$  igual para el modulador de salida,
- $H(p)$  función de transferencia del filtro paso-bajo,
- $f_c$  frecuencia de corte del filtro paso-bajo =  $1/2$  del ancho de banda del sistema.

Análisis

Consideremos el camino  $n$ -ésimo (Fig. 4).

Se aplican las siguientes relaciones:

$$\left. \begin{aligned} V_2(t) &= V_1(t) \cdot r(t) & (1) \\ V_3(t) &= h(t) \cdot V_2(t) & (2) \\ V_4(t) &= V_3(t) \cdot q(t) & (3) \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{donde } f(t) \text{ significa} \\ \text{una función del} \\ \text{tiempo} \end{array}$$

La modulación o las funciones de conmutación están definidas por las series de Fourier.

$$r(t) = \sum_{L=-\infty}^{L=+\infty} R_L e^{jLt} \tag{4}$$

donde

$$R_L = \frac{1}{T_1} \int_{-T_1/2}^{+T_1/2} r(t) e^{-j\omega_1 L t} dt$$

y

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = \frac{2\pi}{T_1}$$

También

$$q(t) = \sum_{K=-\infty}^{K=+\infty} Q_K e^{j\omega_2 K t}$$

donde

$$Q_K = \frac{1}{T_2} \int_{-T_2/2}^{+T_2/2} q(t) e^{-jLt} dt$$

y

$$\omega_2 = 2\pi f_2 = \frac{2\pi}{T_2}$$

de las ecuaciones (1 y 4),

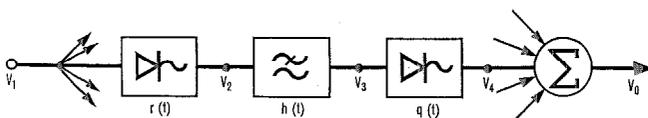


Fig. 4 Esquema simplificado de un camino.

$$V_2(t) = V_1(t) \sum_{L=-\infty}^{L=+\infty} R_L e^{j\omega_1 L t}$$

tomando la transformada de Laplace

$$V_2(p) = \sum_{L=-\infty}^{L=+\infty} R_L V_1(p - Lp_1)$$

donde  $p_1 = j\omega_1$

obtenemos

$$V_3(p) = \sum_{L=-\infty}^{L=+\infty} R_L H(p - Lp_1) V_1(p - Lp_1)$$

y

$$V_4(p) = \sum_{L=-\infty}^{L=+\infty} \sum_{K=-\infty}^{K=+\infty} R_L Q_K H(p - Lp_1) V_1(p - Lp_1 - Kp_2).$$

Finalmente

$$\begin{aligned} V_0(p) &= \sum_{n=1}^{n=N} V_4(p) \\ &= \sum_{n=1}^{n=N} \sum_{L=-\infty}^{L=+\infty} \sum_{K=-\infty}^{K=+\infty} R_{L_n} Q_{K_n} H(p - Lp_1) \times \\ &\quad \times V_1(p - Lp_1 - Kp_2). \end{aligned} \tag{5}$$

Consideremos el caso en el que la función de conmutación en el camino  $n$  esté retrasada con respecto a la del  $n-1$  un tiempo  $T/xN$  siendo idénticas las restantes características.

Entonces

$$R_{L_n} = R_{L_{n-1}} e^{-j(2\pi L/xn)} = R_{L_1} e^{-j2\pi L(n-1)/xN}$$

y de igual forma

$$Q_{K_n} = Q_{K_1} e^{-j2\pi K(n-1)/xN}.$$

Como  $L, K, n$  y  $N$  son enteros y suponiendo que  $x$  es un número entero, tenemos

$$\sum_{n=1}^{n=N} R_{L_n} Q_{K_n} = R_{L_1} Q_{K_1} \sum_{n=1}^{n=N} e^{-j2\pi \left(\frac{K+L}{xN}\right) (n-1)}$$

Hagamos  $K + L = mxN$  ahora puesto que

$$1 + a + a^2 + \dots + a^{N-1} = \frac{1-a^N}{1-a}$$

$$\sum_{n=1}^{n=N} R_{L_n} Q_{K_n} = R_{L_1} Q_{K_1} \frac{\text{sen}(\pi mN)}{\text{sen}(\pi m)} \tag{6}$$

(sin tener en cuenta el ángulo de fase absoluto).

Hay dos casos de particular interés:

Caso 1

$x = 1$  por lo tanto  $K + L = mN$

si  $m$  es entero

$$\sum_{n=1}^{n=N} R_{L_n} Q_{K_n} = NR_{L_1} Q_{K_1}$$

si  $m$  no es entero

$$\sum_{n=1}^{n=N} R_{L_n} Q_{K_n} = 0.$$

Nótese que si  $m$  no es entero debe tomar un valor que sea la relación de dos enteros.

Caso 2

$x = 2$ .

Este es un caso particular en el que las funciones de conmutación  $r(t)$  y  $q(t)$  son funciones simétricas, de tal forma que contienen únicamente armónicos impares. Entonces necesitamos considerar únicamente el caso de  $K$  y  $L$  ambos impares.

Entonces  $K + L =$  entero y par, por lo tanto

$$\frac{1}{2} (K+L) = \frac{1}{2} mxN = mN = \text{entero.}$$

Entonces la suma (6) será cero a menos que  $m$  sea también un entero cuando

$$\sum_{n=1}^{n=N} R_{Ln} Q_{Kn} = NR_{L1} Q_{K1}.$$

Como un ejemplo consideremos la función mostrada en la figura 5.

Aquí

$$R_{L1} = \frac{2}{\pi L} \operatorname{sen} \left( \frac{\pi L}{2N} \right) \operatorname{sen} \left( \frac{\pi L}{2} \right).$$

y si tenemos también

$$Q_{K1} = \frac{2}{\pi K} \operatorname{sen} \left( \frac{\pi K}{2N} \right) \operatorname{sen} \left( \frac{\pi K}{2} \right).$$

La salida del sistema será entonces

$$V_0 = \frac{4N}{\pi^2} \sum_{\substack{K=-\infty \\ L=-\infty \\ K=+\infty \\ L=+\infty}} \left[ \frac{1}{LK} \operatorname{sen} \left( \frac{\pi L}{2N} \right) \operatorname{sen} \left( \frac{\pi K}{2N} \right) \times \right. \\ \left. \times \operatorname{sen} \left( \frac{\pi L}{2} \right) \operatorname{sen} \left( \frac{\pi K}{2} \right) H(p-Lp_1) V_1(p-Lp_1-Kp_2) \right] \quad (7)$$

con  $K + L = 2mN$  donde  $m$  es entero.

Ahora los filtros paso-bajo estarán normalmente diseñados para dejar pasar las señales  $f_1 - f$  y no dejar pasar  $f_1 + f$ . Estas señales corresponden a los productos  $L = +1$  y  $L = -1$ . De hecho, únicamente las señales que corresponden a  $L = +1$  serán transmitidas por el sistema, puesto que previamente habría un filtro de paso bajo de limitación de banda.

Debido a esto tenemos:

$$K = 2mN - 1$$

donde  $m$  puede tomar cualquier valor entero entre  $-\infty$  y  $+\infty$ .

Considerando primero  $m = 0$  esto da  $K = -1$  correspondiendo a una salida de  $f_2 - f_1 + f$  que es la única banda lateral que se necesita. Aparte de esto, habrá un gran número de otras señales de salida que corresponden a todos los otros valores posibles de  $m$ . La señal más cercana en frecuencia a la salida requerida es la que corresponde a  $m = +1$  lo cual da  $K = 2N - 1$  y la frecuencia  $(2N - 1)f_2 + f_1 - f$ . Un filtro de paso-bajo limitador de banda será necesario a la salida, cortando todas las señales que están por encima de  $(2N - 1)f_2 + f_1 - f_{\text{máx}}$ , donde  $f_{\text{máx}}$  es la máxima frecuencia de la señal de entrada.

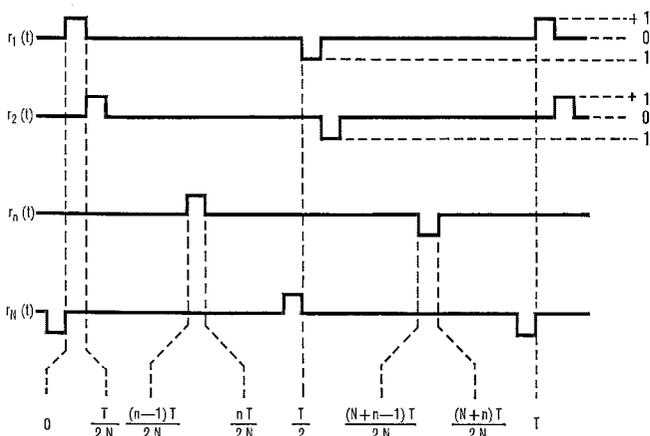


Fig. 5 Función multiplicadora simétrica para  $N$  caminos  $x = 2$ .

trada. Esta es normalmente menor que  $2f_1$ . Por lo tanto la señal de salida es:

$$V_{sal} = \frac{4N}{\pi^2} \operatorname{sen}^2 \left( \frac{\pi}{2N} \right) H(p-p_1) V_1(p-p_1-p_2). \quad (8)$$

El límite inferior para el número de caminos está determinado por aquel cuya frecuencia esté más cerca de  $(2N - 1)f_2 + f_1 - f_{\text{máx}}$ , y que deba ser filtrada a la salida. Si  $N = 1$  ésta cae directamente en la banda de salida requerida y no se puede quitar, el mínimo es entonces dos caminos.

### 2.3 Realización del circuito

Un método de realización de funciones de conmutación simétricas se muestra en la figura 6.

$A_1$  es un amplificador de separación de fases y  $A_2$  es un amplificador diferenciador. Cada uno de ellos o ambos se podrían reemplazar por transformadores con tomas centrales.

$S_1$  conecta alternativamente la escobilla de  $S_2$  a  $+V_1$  y  $-V_1$  permaneciendo en cada contacto durante un período de tiempo  $T_1/2$  siendo  $T_1 = 1/f_1$ . Mientras  $S_1$  permanece sobre un contacto,  $S_2$  da exactamente una revolución completa y entonces  $S_1$  cambia justamente cuando  $S_2$  deja el contacto  $N$  y vuelve al primero. Los conmutadores saltan de contacto en contacto instantáneamente. Los conmutadores  $S_3$  y  $S_4$  operan exactamente de la misma manera que  $S_2$  y  $S_1$  respectivamente, excepto en la velocidad de rotación.

### 2.4 Modulación polifásica suplementaria

El objeto de esto es separar el primer producto no deseado de la salida de cada uno de los multiplicadores de entrada. Este producto es el que corresponde a  $L = -1$  y está a la frecuencia de  $f + f_1$ . Es la banda lateral superior, producida por la modulación de la señal de entrada con la componente fundamental  $f_1$  de la función multiplicadora de entrada.

Esto se puede realizar con modulación en cuadratura únicamente o con modulación polifásica. Es razonable conseguir por lo menos de 30 a 40 dB de supresión, de esta forma el filtro paso-bajo será bastante más sencillo.

La figura 7 muestra la realización de un circuito por este proceso de modulación. Está preparado para modulación no equilibrada, pues el circuito para modulación equilibrada sería demasiado complejo para mostrarlo en el caso general.

### 2.5 Análisis general

El voltaje de entrada en el primer filtro paso-bajo está dado por

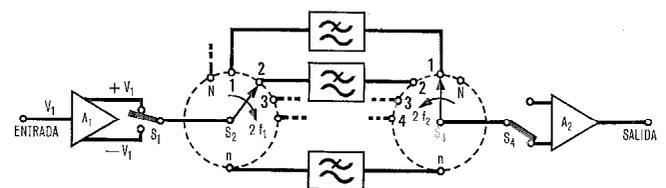


Fig. 6 Esquema de principio del circuito de conmutación.

$$V_2 = \left[ \sum_L R_{L1} V_1(p-Lp_0) \right] \left[ \sum_{n=1}^{n=N} e^{-j2\pi \left( \frac{L-1}{Nx} \right) (n-1)} \right] = N \sum_L R_{L1} V_1(p-Lp_0)$$

si  $L-1 = m_1 N$  para sistemas no equilibrados  
o si  $L-1 = 2m_1 N$  para sistemas equilibrados  
siendo  $m_1$  un número entero.

Por el contrario  $V_2 = 0$  ( $m_1 \neq$  entero).

Por lo tanto el voltaje de salida del sistema total es:

$$V_0 = N^2 \sum_{\substack{K=-\infty \\ L=-\infty \\ K=+\infty \\ L=+\infty}} [R_{L1} Q_{K1} H(p-Lp_1) V_1(p-Lp_1-Kp_2)] \quad (9)$$

con  $L-1 = m_1 N$  } para sistemas no equilibrados,  
 $K+L = mN$  }  
 $L-1 = 2m_1 N$  } para sistemas equilibrados.  
 $K+L = 2mN$  }

De este modo  $N$  excederá de 2 para sistemas no equilibrados y de 1 para sistemas equilibrados, por lo tanto  $L$  nunca puede tomar el valor  $-1$ .

Aunque con el sistema descrito se obtendrá suficiente supresión del término  $f + f_1$ , únicamente habrá una supresión limitada de las señales de entrada, las cuales se extienden más allá del margen de  $0 - 2f_1$ .

Cuando la frecuencia de entrada es mayor que  $2f_1$  la señal diferencia  $f - f_1$  excederá de  $f_1$ . Esta señal diferencia que es la señal que normalmente deseamos pasar, no sufre atenuación en la modulación polifásica, solamente sufre una pequeña atenuación en los filtros paso-bajo de los  $N$  caminos. Es necesario entonces insertar un filtro limitando la banda de entrada, ( $F_{L1}$  en la Fig. 7) de tal forma, que la suma de las pérdidas del filtro que limita la banda y la de los filtros idénticos en los  $N$  circuitos cumpla las exigencias del sistema.

### 2.6 Efecto del desequilibrio en la red simétrica

Si el sistema es alterado en su simetría, por ejemplo, por desigualdades en los filtros paso-bajo, entonces, ciertos productos indeseados que debían estar suprimidos, estarán presentes en la salida del sistema. Los efectos de tales perturbaciones se pueden analizar usando la teoría de componentes simétricos [9].

Cualquier sistema asimétrico de  $N$  fases se puede representar por la superposición de  $N$  sistemas de vectores simétricos en  $N$  fases. Como ejemplo, en la figura 8

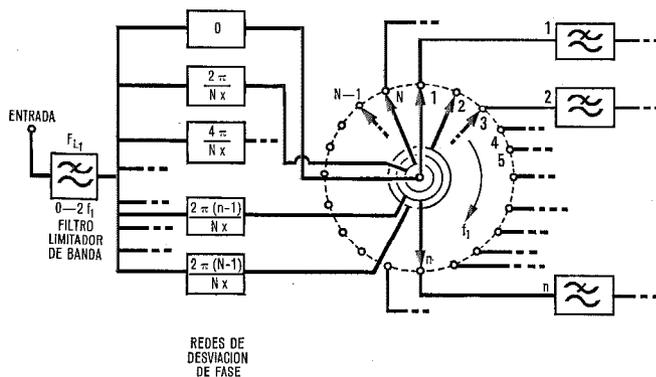


Fig. 7 Modulación polifásica suplementaria.

se muestra la resolución de un sistema asimétrico de vectores en 4 fases como la suma de cuatro vectores simétricos en 4 fases.

Se tiene

$$\begin{aligned} a'_1 &= a_0 - ja_1 - a_2 + ja_3 \\ a'_2 &= a_0 - a_1 + a_2 - a_3 \\ a'_3 &= a_0 + ja_1 - a_2 - ja_3 \\ a'_4 &= a_0 + a_1 + a_2 + a_3 \end{aligned}$$

de donde se deduce

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{1}{4} [ a'_1 + a'_2 + a'_3 + a'_4 ] \\ a_1 &= \frac{1}{4} [ ja'_1 - a'_2 - ja'_3 + a'_4 ] \\ a_2 &= \frac{1}{4} [ -a'_1 + a'_2 - a'_3 + a'_4 ] \\ a_3 &= \frac{1}{4} [ -ja'_1 - a'_2 + ja'_3 + a'_4 ] \end{aligned}$$

En la cual  $a'_1, a'_2, a'_3, a'_4$  representan los vectores asimétricos,  $a_0, a_1, a_2$  y  $a_3$  representan uno de los cuatro vectores en cada uno de los cuatro sistemas simétricos.

Si hay un 1% de error en cada circuito entonces

$$a'_1 = 1 \quad a'_2 = j \quad a'_3 = -1 \quad a'_4 = -j \cdot 0,99$$

y por lo tanto

$$\begin{aligned} a_0 &= j \cdot 0,0025 & a_1 &= j \cdot 0,0025 \\ a_2 &= j \cdot 0,0025 & a_3 &= -j \cdot 0,9975 \end{aligned}$$

$a_3$  es el vector que se desea en las 4 fases de la secuencia y  $a_1$  es el no deseado en la secuencia inversa y que origina una banda lateral invertida superpuesta no deseada. La discriminación es por consiguiente

$$20 \log_{10} \left| \frac{a_3}{a_1} \right| = 52,02 \text{ dB}$$

en este ejemplo.

Las cifras en las puntas de los vectores se refieren a los circuitos en que actúan los vectores (Fig. 8).

En una medida real, solamente pueden detectarse la proyección de un vector rotatorio sobre una línea fija y el ángulo de fase relativo de dos vectores.

### 3. Realización práctica de la traslación de canales

#### 3.1 Objetivos del sistema y consideraciones del diseño

El objetivo es trasladar doce canales de audio a la banda de 60—108 kHz, que es el grupo básico B del CCITT y diseñar el sistema a fin de que sea compatible con los equipos de canales ya existentes. Los detalles dependen de las especificaciones individuales de las ad-

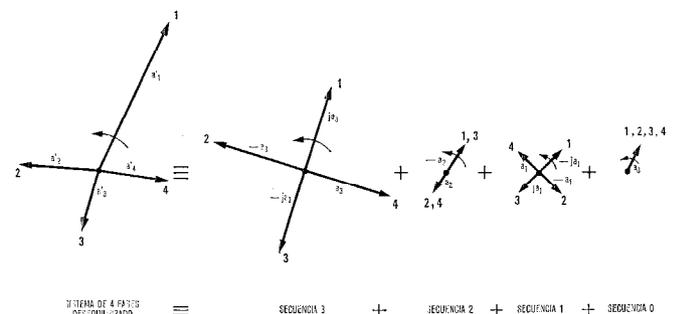


Fig. 8 Componentes simétricos de 4 fases.

ministraciones pero los factores típicos críticos son los siguientes:

- a) frecuencia vocal; ancho de banda 0,3 – 3,4 kHz,
- b) frecuencia vocal — alta frecuencia; respuesta en amplitud  $\pm 0,25$  dB sobre la banda,
- c) interferencia en canales adyacentes:  
 inteligible – 70 dBm0  
 no inteligible – 60 dBm0,
- d) audio – audio; el ruido ponderado no debe exceder de – 74 dBm0.

La frecuencia portadora óptima  $f_1$  para la entrada a los moduladores  $M_1$  a  $M_N$  se determina por la media aritmética de los límites más altos y más bajo de la banda de audio,

$$f_1 = \frac{f_u + f_L}{2} = 1,85 \text{ kHz.}$$

En la práctica es conveniente tomar  $f_1 = 1,8$  kHz para facilidad de generación de portadoras.

Los  $N$  filtros paso-bajo deben estar diseñados para que dejen pasar únicamente la diferencia de frecuencia  $f_1 - f$  y no dejen pasar  $f_1 + f$  además de todas las frecuencias por encima de ellas que deben tener una atenuación de más de 60 dB. Las especificaciones de los filtros paso-bajo son:

- paso-banda 0 – 1,6 kHz  $\pm 0,25$  dB
- zona de no paso 2,1 kHz –  $\infty$   $> 60$  dB.

Para conseguir esto se necesita un filtro con función elíptica de séptimo orden.

La exigencia respecto al ruido es un factor crítico debido a que los moduladores operan con portadoras en el centro de la banda y cualquier salida de portadora aparecerá como un tono audible de 1,8 kHz. Es por consiguiente necesario usar un circuito especial de modulación. El método más satisfactorio hasta ahora ha sido el uso de transistores de efecto de campo como puertas aisladas en series de puertas analógicas. Debido al alto aislamiento entre el electrodo de control (la puerta) y el

camino controlado (causa de paso del canal) es posible abrir y cerrar el circuito con una pérdida muy pequeña de la señal de control en el circuito.

### 3.2 Realización del circuito

Consideraciones económicas aconsejan que solo se deberán usar el mínimo número (dos) de caminos. El circuito descrito se indica en la figura 9. Después de la amplificación en  $A_1$  que es un amplificador de salida de corriente constante, la señal se dispara secuencialmente en los cuatro caminos por los transistores  $Q_1$  a  $Q_4$ . Los productos de la modulación pasan por filtros  $F_2$  y  $F_3$  que son equilibrados. A causa de que los filtros usan bobinas equilibradas no se presenta ninguna atenuación para las señales de entrada que no están en las cuatro fases. Es necesario por tanto incluir los choques coaxiales  $X_1$  y  $X_2$  para suprimir las componentes residuales de salida no deseadas. La señal diferencia  $f - f_1$  que aparece a la salida de los filtros es muestreada secuencialmente por  $Q_5$  a  $Q_8$  y la señal resultante que contiene únicamente una banda lateral más los armónicos pasa a través del amplificador separador  $A_2$ .

En esta forma se generan doce canales y después de combinarse pasan a través del filtro de grupo  $F_4$  donde se quitan los armónicos de las bandas laterales.

### 3.3 Señalización

Puede realizarse de un modo sencillo la introducción de la señalización fuera de banda a 3825 Hz con bajo o alto nivel.

Un oscilador maestro suministra una señal a 2025 Hz que es manipulada por la información de la señalización en la forma usual. Esta señal es filtrada y dividida en dos señales idénticas en cuadratura, las cuales son inyectadas por medio de un arrollamiento en las últimas bobinas de los filtros  $F_2$  y  $F_3$ . Por este medio se inserta el equivalente a una señal de 3825 Hz fuera de banda. La inserción a la frecuencia de audio podría necesitar un in-

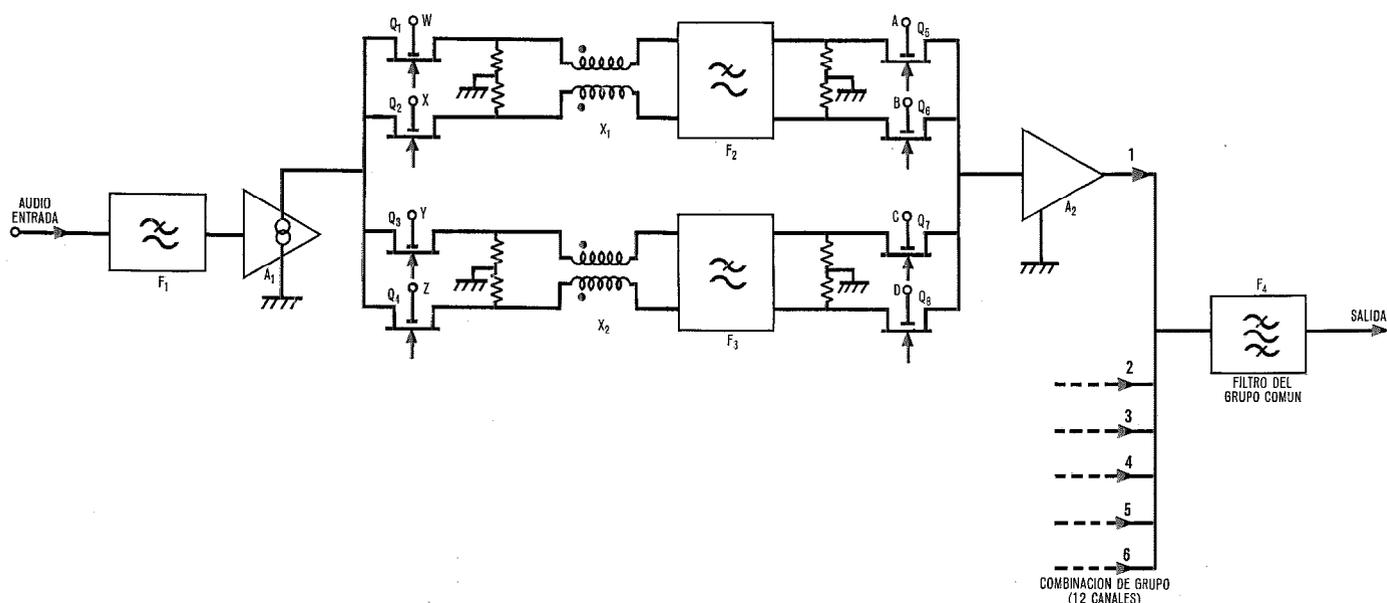


Fig. 9 Esquemático que muestra parte de transmisión de un canal y la combinación de grupo.

cremento en el filtrado de paso bajo de la señal de audio, así como un filtro con una banda de paso a 3825 Hz. En un sistema convencional el método usado sería equivalente a insertar la señalización en alta frecuencia después del filtro paso-banda del canal.

3.4 El demodulador

La operación de demodulación de la frecuencia vocal así como de la señalización de los circuitos es similar a la operación de modulación pero a la inversa. Debido a que cada canal debe manejar la potencia total de la señal de los doce canales, es conveniente tener cuidado en el diseño del circuito a fin de impedir la intermodulación.

3.5 Calidad del modulador — Canal de 104–108 kHz

3.5.1 Estabilidad de la ganancia

- a) Temperatura : < 0,2 dB para 20 °C de elevación de temperatura entre 0 y 40 °C (en toda la banda de frecuencias).
- b) Voltaje de alimentación : < ± 0,05 dB para un cambio en la alimentación de ± 1,5 %.
- c) Suministro de portadora : ganancia razonablemente independiente del nivel de portadora.

3.5.2 Respuesta en frecuencia

De audio a alta frecuencia o a la inversa.

$$\left. \begin{array}{l} 250 \text{ Hz} - 3,15 \text{ kHz} > -0,5 \text{ dB} \\ < +0,2 \text{ dB} \\ 3,15 - 3,40 \text{ kHz} > -1 \text{ dB} \end{array} \right\} \text{referido a un tono de prueba de 800 Hz.}$$

3.5.3 Región lineal

Con la alta frecuencia formando bucle, la respuesta audio-audio no se desvía de la linealidad en más de ± 0,3 dB debido a un incremento en el nivel de la señal de -12 dBm0 a ± 4 dBm0 (a 800 Hz).

3.5.4 Fuga de portadora virtual

$$f_2 \pm f_1 < -70 \text{ dBm0 (por ejemplo a 104,4 y 108,0 kHz).}$$

3.5.5 Fuga de portadora f2

El nivel de f2 = 106,2 kHz es de -80 dBm0.

3.5.6 Ruido

El nivel de ruido está limitado en primer lugar por el tono de 1,8 kHz debido a la fuga de portadora y es de -80 dBm0 no ponderados.

3.5.7 Interferencia de bandas laterales

a) Productos lineales

Están limitados por la supresión disponible en los filtros paso-bajo. La diafonía ininteligible es de -65 dBm0. La peor diafonía inteligible produce -72 dBm0.

b) Productos no lineales

Debido a la distorsión en los moduladores de salida y amplificadores separadores, los productos ininteligibles aparecen en los canales adyacentes. El más grande es de -62 dBm0.

4. Conclusión

Prácticamente se ha demostrado que los productos no deseados de la modulación y fuga de portadora, se pueden controlar en este sistema a fin de cumplir las exigencias generales de los canales. Se han hecho medidas sobre un modelo con filtros LC para demostrar su posibilidad; sin embargo, con el reciente desarrollo de filtros activos sería muy posible cumplir todos los objetivos de una traslación de canales con circuitos integrados totalmente.

Referencias

- [1] N. F. Barber: Narrow Band Pass Filter using Modulation, Wireless Engineer 1947, 24, pág. 132.
- [2] D. G. Tucker: Highly Selective Transmission Measuring Equipment for Communication Circuits, Journal I.E.E. 1947, 94, Pt. 3, pág. 211.
- [3] I. F. Macdiarmid y D. G. Tucker: Polyphase Modulation as a Solution of Certain Filtration Problems in Telecommunications, Proc. I.E.E. Sepbr. 1950, 97, Pt. 3, pág. 349.
- [4] W. R. Lepage y otros: Analysis of a Comb Filter using Synchronously Commutated Capacitors, A.I.E.E. Trans., Pt. 1, 72, 1953, pág. 63.
- [5] D. K. Weaver: A Third Method of Generation and Detection of Single Sideband Signals, Proc. I.R.E. Diciembre 1956, pág. 1703.
- [6] L. E. Franks y I. W. Sandberg: The N Path Filter, B.S.T.J. Sepbre 1960, pág. 1321.
- [7] J. Thompson: RC Digital Filters for Microcircuit Band Pass Amplifiers, E.E.E. Marzo 1964, pág. 45.
- [8] E. Langer: Zeitmultiplexverfahren zur Filtersynthese, Frequenz 1966, N° 12, pág. 396.
- [9] R. Neumann: Symmetrical Component Analysis of Unsymmetrical Polyphase Systems, pág. 59, Pitman, 1939.
- [10] Acampora y otros: Generation of Band Pass Filters by Switching Techniques, Proc. I.R.E., Enero 1963, págs. 256-7.
- [11] S. J. Mehlman: Efficient and Economic 4-Kc Carrier Channel Generation and Usage, 10th National Communication Symposium. Utica, N.Y., U.S.A., Octubre 1964, págs. 35-40.
- [12] A. Acampora: The Generalized Transfer Function and Pole-Zero Migrations in Switched Networks, R.C.A. Review 27(2), Junio 1966, págs. 245-262.
- [13] D. R. Barber y M. J. Gingell: An N-Path Frequency Translation System, British Patent N° 1.098.250.
- [14] M. J. Gingell y F. Ralph: A Method of Synthesising a Digital Waveform, British Patent N° 1.107.346.
- [15] M. J. Gingell: Balanced Polyphase Modulator, British Patent N° 1.081.240.
- [16] M. J. Gingell: Improvements in or relating to N-Path Frequency Translating Systems, British Patent N° 1.112.248.
- [17] M. J. Gingell: Polyphase Filter, British Patent N° 1.107.311.
- [18] M. J. Gingell: Balanced Constant Impedance Modulators and Demodulators, British Patent N°s 1.110.750 y 1.115.497.
- [19] M. J. Gingell: A Supplementary Gate for a Modulator for Demodulator, British Patent N° 1.115.940.

D. R. Barber nació en Alberta, Canadá, en 1927. Estudió en la Universidad de Londres (Politécnico de Woolwich) donde en 1947 obtuvo el grado Bach. en ingeniería.

En 1944 se unió a Standard Telecommunication Laboratories como estudiante. Después de un período de servicio nacional con la Royal Electrical and Mechanical Engineers, se incorporó a la Canadian General Electric Company en Toronto, Canadá, formando parte de un grupo para desarrollo de sistemas de microondas. Desde 1955 está en Standard Telecommunication Laboratories Ltd. donde ahora es el jefe del laboratorio de sistemas analógicos.

D. R. Barber es miembro del Institute of Electrical Engineers desde 1957.

M. J. Gingell nació en Orpington, Inglaterra en 1939. En 1960 se unió a Telephone Manufacturing Company y trabajó en el diseño de bobinas y filtros. En 1964 obtuvo un grado en ingeniería eléctrica en la Universidad de Londres. Desde 1965 está en Standard Telecommunication Laboratories y es responsable del trabajo sobre redes que varían con el tiempo y diseño de sistemas múltiplex por división de frecuencia.

# Requisitos del equipo de a bordo para navegación y determinación de la posición por satélites

J. CHERNOF

ITT Federal Laboratories, Estados Unidos

## 1. Introducción

Se ha despertado gran interés por la aplicación de las ayudas de navegación por satélites, en la forma utilizada desde 1964 por la Marina de EE.UU. para la industria oceanográfica, exploración geofísica y para todo lo relacionado con los intereses de la navegación en general. El 29 de Julio de 1967 se anunció la aprobación presidencial, que cedía para aplicaciones comerciales los detalles de funcionamiento del sistema de navegación por satélites de la Marina (NNSS, Navy Navigation Satellite System). El interés por el NNSS de los posibles usuarios comerciales estriba en el hecho de que la ayuda de navegación por satélites puede proveer, *por vez primera*, una combinación que cubra todo el mundo, de funcionamiento en cualquier estado meteorológico de la atmósfera y rigurosa exactitud en la determinación de la posición. Al mismo tiempo, el sistema es relativamente sencillo tanto en su concepción como en su instrumentación, ya que solo están implicados el satélite y el usuario de la embarcación. ITT está desarrollando actualmente el equipo de usuario NNSS de a bordo para la Marina de EE.UU. con la denominación AN/SRN-9.

En el presente artículo se discuten las exigencias del equipo de a bordo para utilizar el sistema de navegación por satélites como una función del grado de precisión requerido en la determinación de la posición, del tiempo disponible para la determinación de la situación y de los factores relacionados con el coste y la complejidad.

La figura 1 da una idea del funcionamiento del sistema en relación con sus aplicaciones comerciales y exigen-

cias del equipo del usuario. Un satélite de órbita cercana a la tierra emite mensajes consecutivos de 2 minutos que comprenden señales de radio de frecuencia estable juntamente con datos orbitales y horarios que definen la situación precisa del satélite como una función del tiempo. El equipo de a bordo capta estos mensajes y mide el desplazamiento de la frecuencia doppler de la portadora de RF del satélite que es una función de la velocidad relativa del satélite con respecto al barco del usuario. La recepción de tres mensajes del satélite de 2 minutos durante un paso orbital, juntamente con el consiguiente desplazamiento doppler medido por el receptor del usuario, define tres conos hiperbólicos de inclinación diferencial que se cortan en la posición del barco. El cálculo preciso de esta posición exige el uso de un computador digital para:

a) localizar la posición del satélite para cada intervalo de 2 minutos,

b) utilizando estas posiciones calculadas del satélite como foco, localizar el punto de intersección de los conos hiperbólicos de inclinación diferencial relacionada con el desplazamiento doppler.

El sistema NNSS es, en cierto modo, similar en concepto a los sistemas hiperbólicos de navegación por radio, tales como el Loran y el Omega, siendo la principal diferencia que la red usual de transmisores terrestres se sustituye por una serie de posiciones determinadas sucesivamente y exactamente calculadas del satélite en órbita.

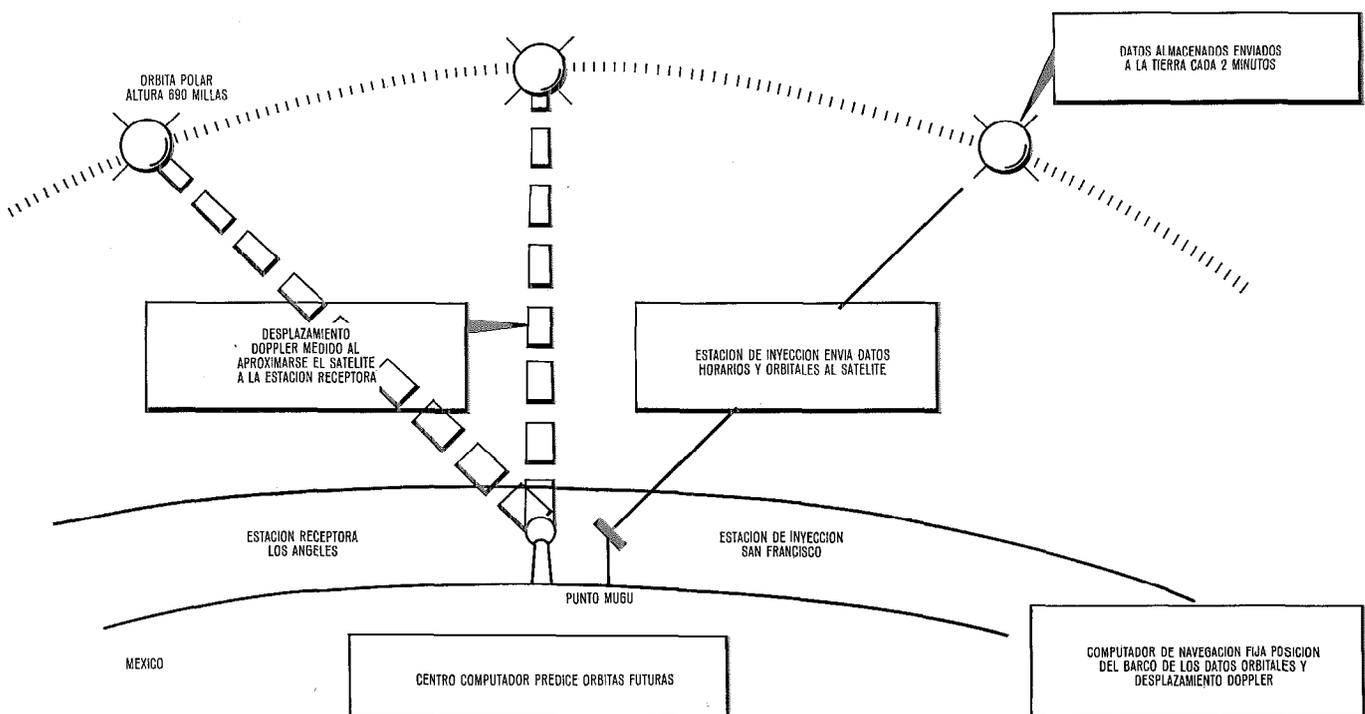


Fig. 1 Esquema del sistema de navegación por satélites de la Marina.

Para determinar la posición sólo es necesario un satélite; normalmente existen varios en órbita. Puede fijarse la posición siempre que el satélite sea visible al usuario, aproximadamente por un espacio de 18 minutos de los 108 que dura el período orbital.

Puesto que la tierra gira bajo la órbita del satélite, solo una fracción de las órbitas disponibles proporcionan visibilidad a un usuario situado en un punto fijo de la superficie de la tierra. Las posibilidades de determinar la posición se aumentan incrementando el número de satélites en órbita. Normalmente, para una configuración de cuatro satélites adecuadamente espaciados, hay posibilidad de determinar la posición a intervalos de 138 minutos en el Ecuador; esta posibilidad aumenta para latitudes mayores (68 minutos en latitudes de 30°).

**2. Requisitos de equipo básico**

El equipo básico de a bordo del usuario consiste en una antena receptora, equipo receptor y computador digital para el proceso de los datos recibidos que permitirá determinar la posición. La figura 2 muestra los elementos de una instalación típica de a bordo. Obsérvese que el sistema utiliza simultáneamente dos frecuencias de RF, 150 MHz y 400 MHz. Se utilizan dos frecuencias y se hacen dos medidas independientes del desplazamiento doppler para compensar la refracción que experimentan las señales del satélite cuando atraviesan la ionosfera. Puesto que el desplazamiento doppler es proporcional a la frecuencia y el desplazamiento aparente de frecuencia debido al error de refracción es, en forma aproximada, inversamente proporcional a la frecuencia, las dos medidas de la frecuencia doppler permiten cancelar de manera efectiva el término de refracción. Un sistema de dos frecuencias completamente equipado permite un error en la determinación de la posición de, aproximadamente, 0,1 millas náuticas en cualquier lugar de la superficie terrestre. Un equipo simplificado de una sola frecuencia en 400 MHz dará un error aproximadamente de 0,25 millas náuticas durante el día y un error de 0,1 millas náuticas

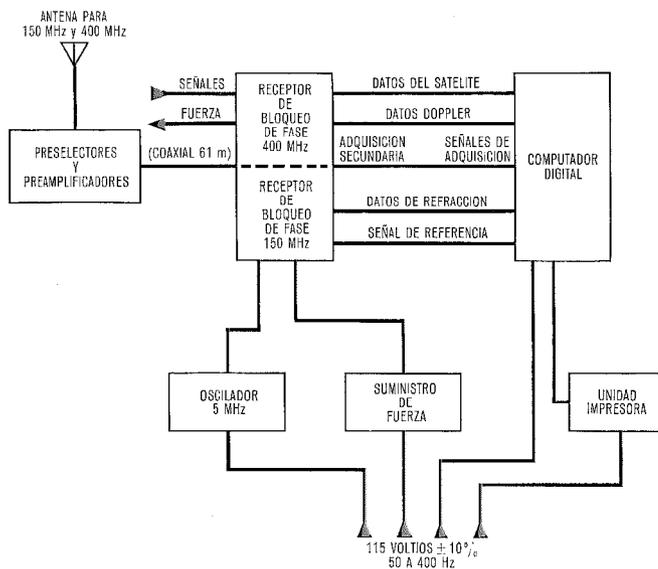


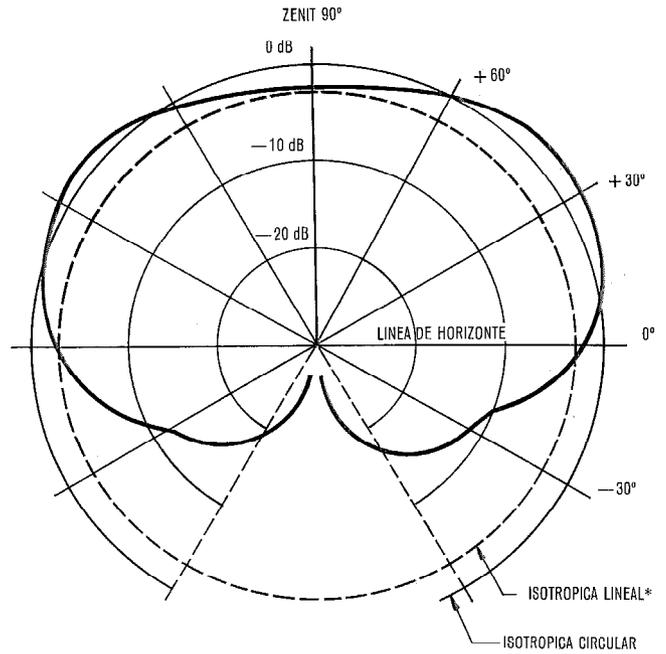
Fig. 2 Equipo de navegación por satélites de a bordo.

por la noche, ya que los efectos de refracción ionosférica son relativamente despreciables durante la noche.

Las características exigidas para cada elemento del equipo de a bordo, son como se indica a continuación.

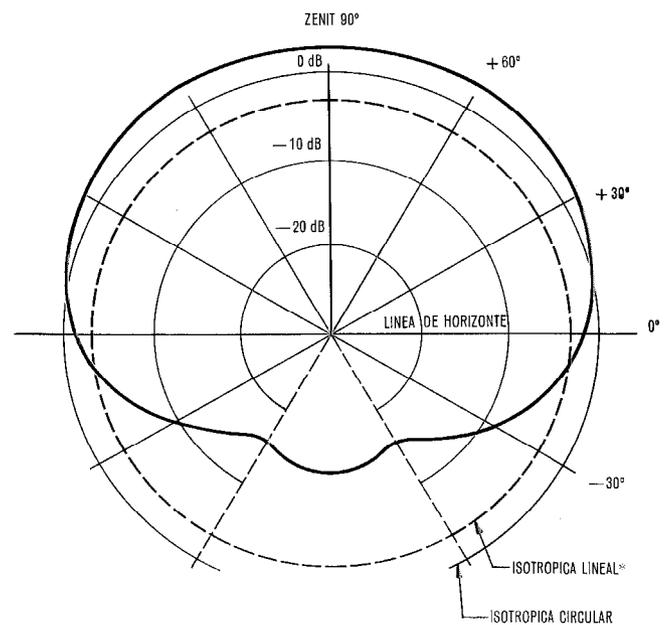
**2.1 Antena**

Con el sistema de navegación por satélites de la Marina no son necesarias para el usuario antenas de alta directividad. El requisito básico en el diseño de la antena se refiere al cubrimiento del hemisferio superior. Normalmente, la ganancia de la antena debe caer cuanto



\* REFERENCIA ISOTROPICA LINEALMENTE POLARIZADA CUANDO SE ILUMINA CON UNA FUENTE POLARIZADA CIRCULARMENTE TAL COMO LA ANTENA DEL SATELITE NNSS

Fig. 3A Diagrama de radiación típica de la antena de a bordo — 400 MHz.



\* REFERENCIA ISOTROPICA LINEALMENTE POLARIZADA CUANDO SE ILUMINA CON UNA FUENTE POLARIZADA CIRCULARMENTE TAL COMO LA ANTENA DEL SATELITE NNSS

Fig. 3B Diagrama de radiación típica de la antena de a bordo — 150 MHz.

sea posible por debajo del horizonte para evitar interferencias procedentes de las reflexiones de señales de caminos múltiples debidos a la superficie del mar. Esta exigencia se modifica ligeramente para uso a bordo con objeto de proveer suficiente cobertura en los ángulos inferiores al horizonte para eliminar la pérdida de señal durante profundos balanceos del barco. En la figura 3 se muestra un conjunto de diagramas adecuados de radiación de antenas.

Se necesitan dos antenas, una por cada frecuencia de trabajo, o también puede utilizarse una sola antena de banda ancha, como se muestra en la figura 4. Esta antena espiral cónica proporciona excelente cobertura para las dos frecuencias de trabajo. La disposición de antena más sencilla será utilizar dos antenas de varillas una para cada frecuencia. Esto debe evitarse en lo posible, ya que la antena de varilla tiene un nulo en dirección cenital y, por lo tanto, los datos enviados por el satélite se perderían cuando éste pasa con un ángulo de elevación superior a  $70^\circ$ .

### 2.2 Preamplificador

Las señales recibidas del satélite son, necesariamente, muy débiles. Para evitar una pérdida adicional en la potencia de la señal recibida, debido a la longitud relativamente larga de los cables que llevan la señal desde la antena montada en el mástil hasta el receptor, se utiliza un preamplificador para cada frecuencia recibida con objeto de compensar las pérdidas en los cables. Este amplificador no es necesario en instalaciones donde el recorrido de esos cables sea inferior a 30 metros.

### 2.3 Receptor

Se necesitan dos receptores, uno para cada frecuencia de trabajo. (En la actualidad, como se indica en la figura 5, puede utilizarse un solo receptor con entrada para dos canales). Los receptores son de bloqueo de fase, lo que significa que los osciladores de demodulación de fase del receptor siguen en su fase a la frecuencia de la señal recibida. Es necesario este tipo de receptor de seguimiento en fase debido al nivel tan débil de las señales que proceden del satélite. Estas señales se



Fig. 5 Receptores de a bordo.

caracterizan por ser de banda muy estrecha lo que puede aprovecharse ventajosamente para separar las señales del ruido con tal de que la anchura de banda efectiva del circuito sintonizado del receptor pueda reducirse a una fracción despreciable del desplazamiento de la frecuencia doppler (normalmente 0—50 Hz) que se mide. Esta estabilidad de sintonía solo puede obtenerse con un receptor de bloqueo de fase. El diagrama simplificado indica que se utiliza una frecuencia patrón de 5 MHz para derivar de forma coherente, las señales del oscilador local del receptor. Este puede ser uno de los diversos tipos que existen en el comercio, con estabilidad a plazo corto de unas pocas partes en  $10^{10}$ . Este grado de estabilidad es comparable al del patrón de frecuencia equipado en el satélite y garantiza que la medida de la frecuencia doppler no será degradada por las variaciones a corto plazo del oscilador local del receptor.

Lo siguiente da información resumida acerca de la salida de datos del receptor. La señal del satélite, transmitida en intervalos de 2 minutos consta esencialmente de 156 palabras de 39 bits cada una. De éstas, solo son necesarias para fijar la posición 19 palabras digitales más una marcación de tiempo, y las partes no utilizadas del mensaje deben ser borradas antes de entrar en el computador. Además, las medidas de desplazamiento doppler y de refracción hechas por el receptor son, ordinariamente, de forma analógica y han de convertirse en forma digital adecuada antes de entrar en el computador. Por tanto se intercala un dispositivo de tratamiento de datos entre la salida del receptor normal y el computador.

### 2.4 Computador digital

La reducción final de los datos del satélite y de las medidas de desplazamiento doppler y conversión a la determinación de la posición se realiza por el computador digital. Las exigencias de computación son relativamente modestas y un computador tan pequeño, en cuanto a memoria y costo como el PDP-8/S (4096-12 bit) se ha utilizado con éxito. El proceso de computación puede simplificarse, pero no mejorarse en la exactitud final, si inicialmente se pone en el computador una estimación de la posición con aproximación mejor que  $3^\circ$ .

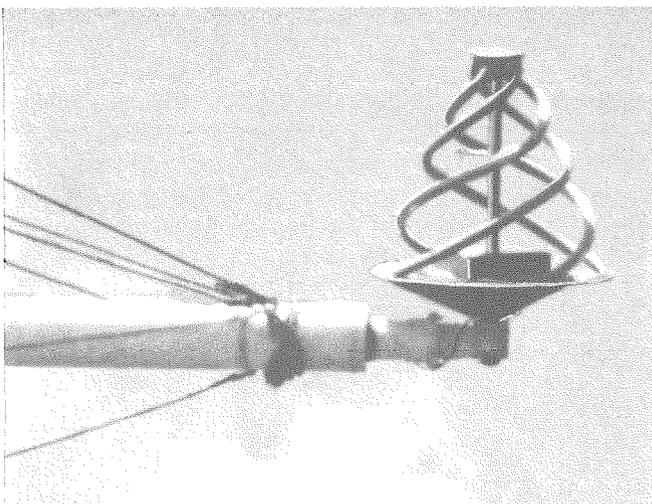


Fig. 4 Antena de a bordo.

Son muchos los factores que influyen en la elección de un computador adecuado. Entre éstos, los puntos más importantes que hay que tener en cuenta son:

a) *Utilización potencial del computador*

¿Se utilizará el computador solamente para resolver el problema de la navegación por satélite o se empleará para manejar otros datos, así como posiblemente para fines científicos?

b) *Velocidad*

La velocidad del computador es función de las necesidades del usuario y puede afectar directamente a la elección del computador. Si el usuario decide que puede esperar 5 minutos para la fijación de la posición después que ha terminado el paso del satélite, podrá utilizarse un computador muy simple; si, por el contrario, el usuario necesita fijar la posición inmediatamente, entonces debe recomendarse un computador más complejo.

Después de haber tenido en cuenta estos puntos, el usuario puede seleccionar su computador entre los múltiples tipos disponibles. Si se elige un tipo previsto para fines generales la capacidad de memoria y la posibilidad de programación necesarios para resolver el problema de fijar la posición pueden lograrse ordinariamente con poca o ninguna dificultad. La memoria mínima, generalmente recomendada es 4.000 palabras de 16 bits. Sin embargo, técnicas especiales de computación han reducido esta exigencia a valores inferiores a 2.000 palabras de 8 bits, a costa de reducir la velocidad de computación.

Si no es esencial la inmediata determinación de la posición, puede eliminarse el computador de a bordo. Los datos del satélite y las medidas del receptor obtenidos en un paso del satélite pueden registrarse para ser analizados con posterioridad utilizando cintas perforadas o cualquier otro sistema de almacenamiento. Puesto que los datos del satélite contienen información precisa relacionada con el tiempo, la fijación de la posición puede hacerse simultáneamente y relacionarse, de manera pre-

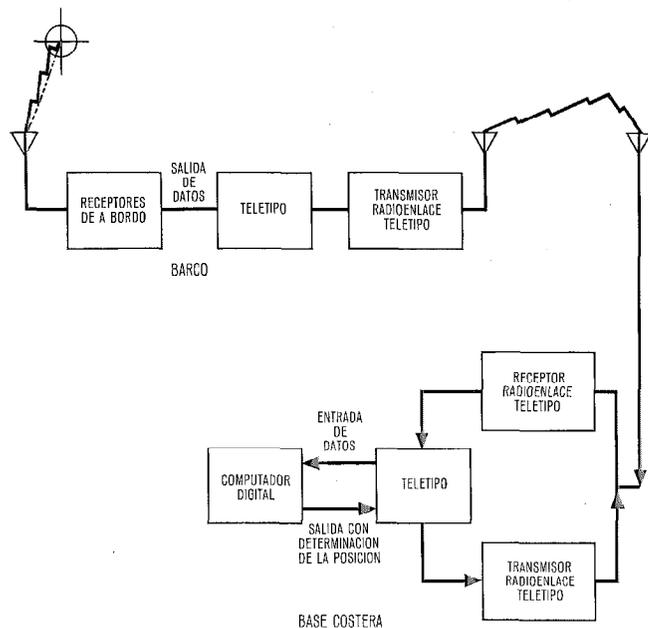


Fig. 6 Determinación de la posición por navegación con satélites utilizando un enlace con teletipos y un equipo computador en la base costera.

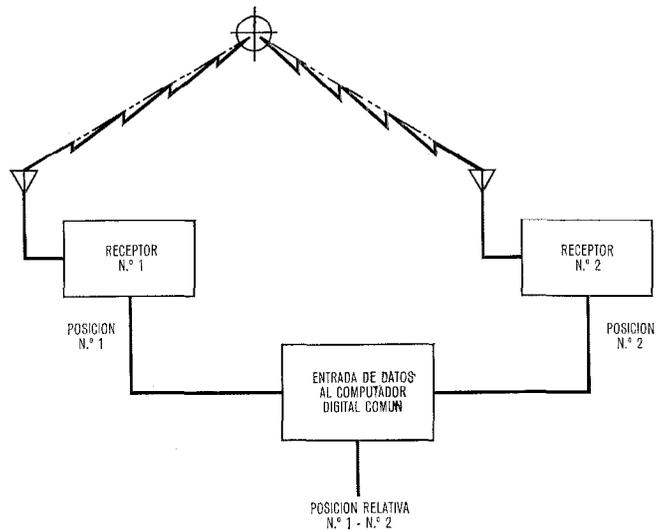


Fig. 7 Sistema de localización relativa.

cisa, con los datos geofísicos asociados, analizados por un centro de cálculo remoto. En la figura 6 se muestra otra opción que evita el desembolso de un computador de a bordo, pero que todavía permite utilizar de forma adecuadamente razonable para navegación los datos derivados del satélite, transmitiendo la salida del receptor a un computador remoto a través de teletipo y de la radio del barco. Unos minutos después, la posición y su tiempo de validez pueden transmitirse al barco, también mediante teletipo.

3. *Exactitud del sistema*

El sistema de a bordo de dos frecuencias que se acaba de describir, tiene una fuente principal de error que está fuera del control del usuario. Se trata del error en la posición del satélite según se deduce de los datos procedentes del satélite debido principalmente a variaciones imprevisibles o desconocidas en el arrastre atmosférico y en el campo gravitatorio de la tierra. El error total del sistema debido a este efecto es, aproximadamente una desviación normal de 100 m.

Puede conseguirse un factor de mejora de 10 en la exactitud del sistema utilizando un modo de localización relativa como se muestra en la figura 7. Por este procedimiento, dos determinaciones procedentes de los equipos independientes del usuario, con visibilidad simultánea del satélite (a una distancia de 100—150 millas), pueden restarse para establecer la posición relativa de un equipo receptor con respecto al otro, eliminando el error de cada posición debido a la inexactitud de la posición del satélite. Normalmente, para una medida de localización relativa, un equipo receptor se sitúa en la posición desconocida, mientras que el otro se sitúa en un punto de referencia conocido, tal como una instalación costera fija. Se determina entonces, como se ha descrito anteriormente, la posición relativa del punto desconocido con relación al punto conocido. Otra simplificación es posible en este sistema de localización, utilizando un solo canal de recepción ya que el error de refracción se cancelará, probablemente, en el proceso de localización relativa. Esta simplificación solo es posible para

estaciones distantes no más de 50 millas. Resumiendo esta determinación exige dos equipos de recepción, pero permite una localización muy exacta de un punto desconocido con respecto a otro fijo.

#### 4. Funcionamiento de un sistema típico

Las diversas operaciones que comprende el ajuste y puesta en funcionamiento del equipo del usuario, son relativamente sencillas. Con referencia a la fotografía del panel frontal del receptor, modelo 4007AB, figura 5, el diseño de doble canal permite el bloqueo en uno de los dos canales de entrada de RF para sintonizar automáticamente el segundo canal.

Normalmente, no es necesario resintonizar el receptor de uno a otro paso del satélite, de manera que el operador solo necesita observar que ha tenido lugar la captura y sincronización de la señal, como se desprende de las lámparas indicadoras del panel frontal.

Al final del paso del satélite de 15—18 minutos, los datos locales se insertan en el computador y consisten en:

- día del año y hora respecto al meridiano de Greenwich, dentro de  $\pm 15$  minutos;
- estimación de la latitud y longitud dentro de  $\pm 3^\circ$ ;
- altura de la antena receptora sobre el elipsoide APL;
- velocidad y dirección del propio barco.

Una vez que se han insertado los datos locales, puede comenzar la computación.

La figura 8 muestra una disposición de los equipos de trabajo con los datos del receptor impresos en forma de cinta alfanumérica. La figura 9 muestra un ejemplo de cinta y la figura 10 indica los datos suministrados al computador y la salida del mismo ya computada para la operación resultante de fijación de la posición. Esta configuración es útil principalmente para trabajos de desarrollo ya que da una lectura directa de los datos procedentes del satélite. Para fines de explotación, se prefiere la conexión directa del computador al receptor.

Las exigencias de instalación del equipo del usuario son mínimas. El receptor y el computador pueden ir montados ya en un armazón o bien sobre pupitre. La antena está atornillada al mástil del barco, preferiblemente en el punto más alto disponible para una adecuada instalación.

En resumen, el sistema de navegación por satélites de la Marina posee una capacidad única para determinar la posición de una manera exacta y reiterativa que se está explotando actualmente en aplicaciones geofísicas y oceanográficas. Las exigencias del equipo son relativamente modestas tanto en el coste inicial como en las áreas de sostenimiento logístico y operacional. Todas las posibilidades de funcionamiento que se han descrito pueden instrumentarse utilizando equipos ordinariamente disponibles en el mercado y técnicas de trabajo normales.

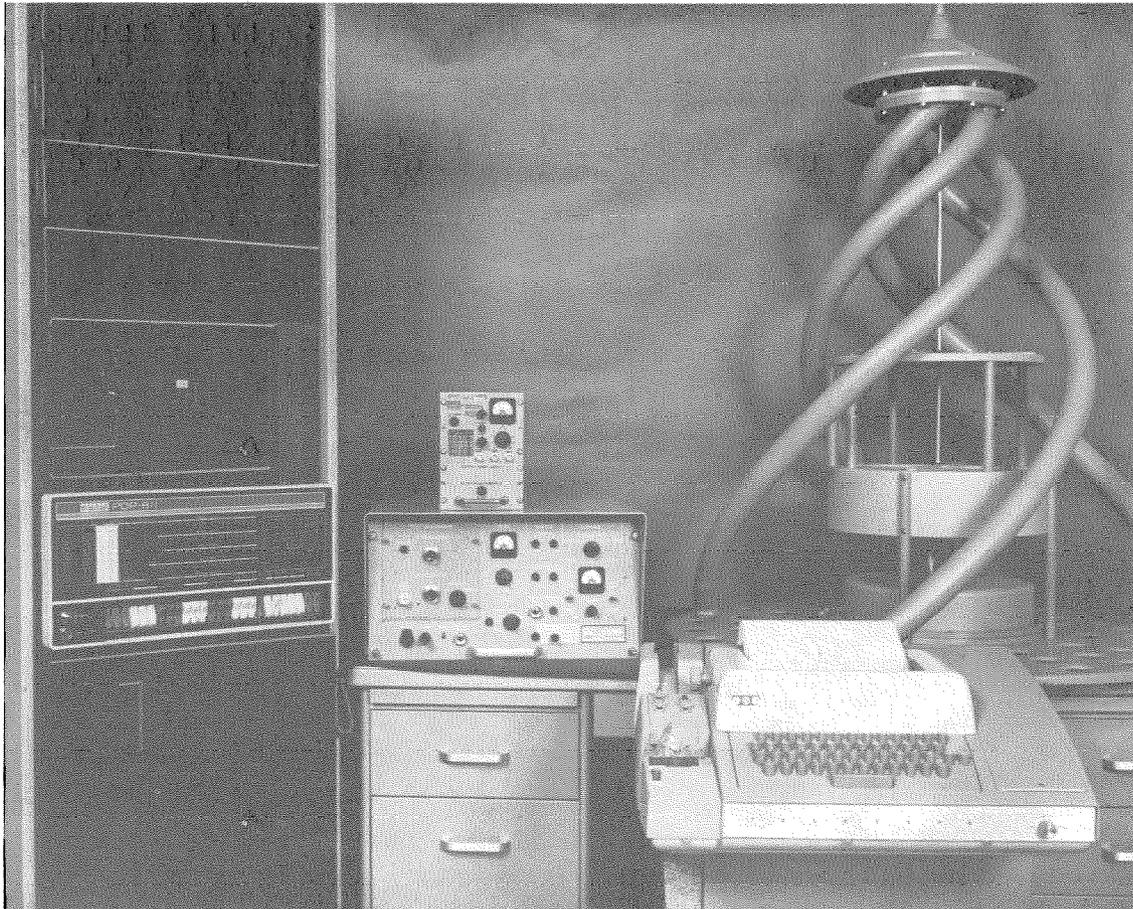


Fig. 8 Disposición típica de un equipo de trabajo.

```

SATELLITE 14  PEK NO. 5  DAY 006  LOCK ON 2358Z

0000000  2000  --110430380  --120580597  --130670080  --140751177

--100811500  --100811847  --100842160  --100822468  ++127214250  + 371713000
+ 138003960  + 00202270  + 00008180  + 07455250  + 15740070  - 00004830
+ 00125200  + 08430280  + 20230280  + 81000060  + 09999220  + 00470000

++000000000  ++000000000  ++000000000  3018957

1ST DOPPLER COUNT

2000  --110430380  --130670080  --140751177  --0000011500  --100842160
--100822468  --100811847  --100811500  ++127214250  + 371713000  + 138003960
+ 00202270  + 00008180  + 07455250  + 15740070  - 00004830  + 00125200
+ 08430280  + 20230280  + 81000060  + 09999220  + 00470000

++000000000  ++000000000  ++000000000  3213772

2ND DOPPLER COUNT
    
```

Fig. 9 Ejemplo de lectura de datos.

**Bibliografía**

National Security Industrial Association, Washington D.C. 20005, "Technical Documentation for Shipboard Receivers, NNS".  
 NASA Contractor Report CR-1253, Mourad, A. G. et al., "Satellite Applications to Marine Geodesy", Enero 1969.  
 J. Chernof, Director ITT Aerospace/Optical Division, "Utilization of Satellite Navigation Techniques in Oceanographic Operations", ISA Symposium Enero 1968.  
 R. B. Kershner, Johns Hopking University, "Present State of Navigation by Doppler Measurement", Novbre—Dcbre, 1965.  
 Robert R. Newton, Johns Hopkins University, "The Navy Navigation Satellite System", Space Research VII.

**J. Chernof** obtuvo su grado de B. S. en el Instituto de Tecnología de Illinois en 1949, el grado M. S. en la Universidad de California, Los Angeles, en 1957 y el grado M. E. en esta misma Universidad en 1963. Este último grado lo recibió mientras terminaba el programa ejecutivo de ingeniería U. C. L. A. En la actualidad está terminando los requisitos exigidos para el grado de Ph. D. en ingeniería en U. C. L. A.

```

+01770738
+03713866
+00719502
+000019762
+00004562
+00745573
+00614415
-000000786
+00000079
-000000113
+000999798
3143591 2000
3356007 2000
3679582 2000
4053037 2000
4361011 2000
4557447 2000
0000000 0000
0000000 0000
+026+148
+024+113
+019+079
+011+048
+002+023
-009+004
-021-008
+000+000
+000+000

HR/MIN/LAT/LON/CSE/SPD/ANT
04 36 00 -30 307 9.3 255 LOCAL DATA INPUTS

HR=+ 4.00000
MIN=+ 36.00000

LAT= 00.38106 N
LON= 28.26647 W COMPUTED POSITION
FRQ=31975.82000

RESIDUALS
- 1.98401
- 15.28227
+ 26.90832
- 5.83626
- 26.74171
+ 22.93806
+ 0.00000
+ 0.00000
4 ITERATIONS RESIDUALS
    
```

Fig. 10 Ejemplo de entrada-salida del computador.

Mr. Chernof ingresó en ITT Federal Laboratories en 1959 y es actualmente director del laboratorio de navegación espacial y seguimiento. En este puesto, es responsable de las siguientes líneas de productos: satélites geodésicos, equipo de estación terrena para comunicaciones por satélites, sistemas de navegación por satélites, equipo de medida de distancia, sistemas de seguridad de comunicaciones y una variedad de componentes de seguimiento, telemetría y comando.

# Los teléfonos en el mundo el 1 de Enero 1968\*

Un crecimiento rápido continúa siendo la característica de las redes telefónicas del mundo ya que durante 1967 se agregaron unos 14 millones de teléfonos. Durante trece años consecutivos este crecimiento ha excedido del seis por ciento, elevando la cantidad de teléfonos en el mundo a 222 millones a principios del año 1968. Aunque fueron necesarios 78 años para conseguir la cifra de 100 millones, se han añadido más de este número, solo durante los últimos diez años.

Esta cantidad cada vez mayor de aparatos es un síntoma del creciente uso del teléfono (para llamadas locales, de larga distancia e internacionales), así como de la demanda de gran variedad de nuevos servicios y equipos. Sin embargo esto es más evidente en el servicio interoceánico. El aumento rápido en la cantidad de llamadas internacionales ha estado acompañado de un también extraordinario rápido desarrollo de equipos electrónicos complejos, incluyendo cables de alta capacidad y sistemas de satélites.

Por el crecimiento en 1967, el total de llamadas desde los Estados Unidos a través del Océano ha sido de 12,3 millones, que representa 2,3 millones más o un aumento sustancial del 23 por ciento desde el año anterior. La cantidad de llamadas transoceánicas desde los Estados Unidos ha sido cinco veces las de hace justamente diez años.

La capacidad por cables submarinos creció significativamente durante 1968 para manejar este tráfico creciente. Se puso en servicio en Agosto el primer cable submarino transistorizado, capaz de conducir 720 conversaciones simultáneas entre los Estados Unidos y las Islas Vírgenes. En Septiembre se puso en servicio otro cable con capacidad para 144 circuitos telefónicos entre las Islas Vírgenes y la República Dominicana, que también enlazaba con los Estados Unidos por otras rutas de cable. Un quinto cable, también transistorizado y con capacidad para 720 canales está programado para ponerse en servicio a principios de 1970 entre Estados Unidos y la Península Ibérica.

Además de las redes en cable submarino, se están utilizando más de 400 circuitos por satélite que proporcionan servicio telefónico a puntos transatlánticos. El servicio por satélite con Chile se inició en Julio de 1968,

y con Panamá en Octubre de 1968. Está planeada la utilización de un número creciente de circuitos por satélite a través del Atlántico y Pacífico con el Caribe, América Central y Sud-América, pues el número de llamadas continúa creciendo.

Desde los Estados Unidos se pueden hacer llamadas a más del 96 % de los teléfonos del mundo. Durante 1968 se han establecido nuevas conexiones con las islas Christmas, Guinea Ecuatorial, islas Falkland, Laos y Seychelles.

Norteamérica continúa teniendo más de la mitad de los teléfonos del mundo. Ha pasado la etapa crucial de ser el primer continente que tiene un teléfono por cada dos personas. Sin embargo otros países, con desarrollo telefónico relativamente inferior, están progresando en una mejor proporción. Esto se evidencia por el hecho de que hace 14 años Norteamérica tenía el 60 % de los teléfonos del mundo comparado con el de hoy, que es del 50 %. En la tabla 1 se muestran otras comparaciones entre continentes.

Treinta y tres países tienen más de medio millón de teléfonos. Colombia y Yugoslavia han sido agregados en esta lista como se muestra en la tabla 2. Los Estados Unidos tienen la cantidad más alta de teléfonos con cinco y media veces la de Japón, que es el segundo en la lista de países. Los Estados Unidos son también los primeros en cuanto al número de teléfonos respecto a la población con 51,8 aparatos cada 100 personas. Suecia es el segundo con 49,8 teléfonos cada 100 personas.

En conversaciones telefónicas, está el primero Canadá con una pequeña diferencia con los Estados Unidos. El promedio de conversaciones ha sido 667,7 por persona en Canadá y 667 en Estados Unidos durante 1967. Estas cifras han sido mayores que en 1966.

Como la obtención de figuras estadísticas lleva aproximadamente un año, los datos que figuran aquí son para 1 de Enero de 1968.

Como esta información no sería posible sin la ayuda de muchas administraciones telefónicas y compañías de todo el mundo, expresamos el agradecimiento por su cooperación.

\* Según "The World's Telephones 1968", publicado por el servicio de estadísticas de American Telephone and Telegraph Company, Nueva York.

Distribución de teléfonos por continentes en 1 Enero 1968

Continente	Número de teléfonos en servicio				Explotados por Compañías privadas		Automáticos	
	1967	1968			Cantidad en 1968	% del total	Cantidad en 1968	% del total
		Cantidad	% del total mundial	Por 100 hab.				
América del Norte	106.329.000	111.773.000	50,3	50,6	110.293.000	98,7	111.337.000	99,6
América Central	1.810.000	2.004.000	0,9	2,3	1.497.000	74,7	1.836.000	91,6
América del Sur	4.469.000	4.626.000	2,1	2,6	2.327.000	50,3	4.148.000	89,7
Europa	66.976.000	71.864.000	32,3	11,2	12.811.000	17,8	66.417.000	92,4
Africa	2.618.000	2.771.000	1,2	0,8	24.000	0,9	2.164.000	78,1
Asia	21.758.000	24.536.000	11,0	1,2	17.424.000	71,0	19.476.000	79,4
Oceania	4.540.000	4.826.000	2,2	25,4	369.000	7,6	4.140.000	85,8
Total	208.500.000	222.400.000	100,0	6,4	144.745.000	65,1	209.518.000	94,2

Los teléfonos en el mundo

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1967

País	Millares de conversaciones			Promedio por persona
	Local	Larga distancia	Total	
Africa del Sud-Oeste	17.583	6.113	23.696	39,9
Africa del Sur (2)	1.707.862	116.187	1.824.049	98,3
Alemania del Este	852.922	296.388	1.149.310	67,3
Alemania del Oeste	5.167.205	2.260.080	7.427.285	124,1
Angola	25.231	331	25.562	4,8
Antillas holandesas	39.200	142	39.342	185,6
Argentina	4.010.170	60.404	4.070.574	176,7
Australia (1)	2.179.000	134.546	2.313.546	198,7
Bélgica	862.939	225.268	1.088.207	113,6
Bermudas	19.504	150	19.654	385,4
Birmania	16.246	2.136	18.382	0,7
Brasil	8.975.309	142.144	9.117.453	106,4
Canadá	13.294.790	354.083	13.648.873	667,7
Congo, Rep. democrática	117.307	361	117.668	7,2
Corea, República de	2.081.142	36.580	2.117.722	71,1
Costa Rica	65.124	4.849	69.973	43,9
Chad	3.403	34 (5)	3.437	1,0
Checoslovaquia	1.027.144	133.251	1.160.395	81,1
Chile	758.579	27.484	786.063	88,0
China	792.547	16.363	808.910	61,6
Chipre	36.232	3.349	39.581	64,5
Dinamarca	1.307.725	406.817	1.714.542	354,3
Estados Unidos	127.251.000	5.602.000	132.853.000	667,0
Etiopia	46.374	2.298	48.672	2,1
Filipinas	2.321.356	2.028	2.323.384	67,0
Francia	1.920.613	1.005.344	2.925.957	58,6
Ghana	30.184	2.519	32.703	4,0
Gibraltar	7.445	77	7.522	313,4
Grecia	1.240.505	55.423	1.295.928	148,7
Guadalupe	5.007	509	5.516	17,2
Guatemala	121.198	176	121.374	25,7
Guayana	25.055	1.156	26.211	38,5
Guinea francesa	1.233	55	1.288	33,9
Holanda	1.391.254	826.505	2.217.759	176,1
Hungría	563.321	33.283	596.604	58,4
India	1.431.000	90.460	1.521.460	3,0
Irán	510.000	3.477	513.477	19,5
Irlanda	225.000	27.435	252.435	87,1
Islandia	114.890	6.376	121.266	606,3
Islas Bahamas	61.701	786	62.487	433,9
Islas Channel	25.684	1.932	27.616	246,6
Islas Fiji	23.900	686	24.586	50,2
Islas Ryukyu	116.073	2.829	118.902	123,9
Italia	7.777.381	890.451 (5)	8.667.832	165,6
Jamaica	101.000	1.634	102.634	54,7
Kuwait	59.934	3.037	62.971	121,1
Libia	27.500	2.110	29.610	17,0
Liechtenstein	2.757	3.233 (5)	5.990	299,5
Madagascar	19.180	807	19.987	3,1
Martinica	7.899	54	7.953	24,1
México	2.332.150	40.093	2.372.243	51,9
Mozambique	30.685	2.361	33.046	4,6
Noruega	681.664	89.880	771.544	203,9
Nueva Caledonia	3.712	312	4.024	42,8
Papua y Nueva Guinea	9.611	310	9.921	4,5
Paraguay	32.280	498	32.778	15,2
Perú	539.253	11.160	550.413	44,4
Polinesia francesa	2.500	180	2.680	27,6
Portugal	609.702	79.137	688.839	73,0
Puerto Rico	410.108	10.805	420.913	156,1
Reino Unido (2)	6.940.000	1.075.000	8.015.000	145,4
Reunión	5.252	427	5.679	13,6
Senegal	16.287	1.726	18.013	4,9
Singapur	358.704	1.452	360.156	184,1
Siria	102.268	3.635	105.903	18,7
Suecia (4)	4.059.000	668.400	4.727.400	598,9
Suiza	880.277	969.403 (5)	1.849.680	306,4

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1967

País	Millares de conversaciones			Promedio por persona
	Local	Larga distancia	Total	
Tailandia (3)	174.340	1.980	176.320	5,4
Togo	4.705	547	5.252	3,0
Trinidad y Tobago	91.133	16.302	107.435	105,7
Turquia	446.752	26.493	473.245	14,5
Vietnam, República de	45.766	505	46.271	2,7

(1) Del 30. 6. 66 al 30. 6. 67  
 (2) Del 31. 3. 66 al 31. 3. 67  
 (3) Datos al 30. 9. 67

(4) Datos al 30. 6. 68  
 (5) Unidades de 3 minutos

Países con más de 500.000 teléfonos en 1 Enero 1968

País	Teléfonos en servicio					Por 100 hab.	Automático	
	Cantidad			% de aumento			Cantidad en 1968	% del total
	1968	1967	1958	1967	1958			
Alemania del Este	1.780.319	1.723.814	1.123.278	3,3	58,5	10,42	1.780.319	100,0
Alemania del Oeste	10.321.281	9.532.417	4.731.945	8,3	118,1	17,21	10.321.281	100,0
Argentina	1.553.281	1.526.767	1.181.121	1,7	31,5	6,69	1.405.196	90,5
Australia (1)	3.178.278	2.978.336	1.814.000	6,7	75,2	27,05	2.712.530	85,3
Austria	1.163.194	1.087.007	592.197	7,0	96,4	15,85	1.128.580	97,0
Bélgica	1.753.698	1.665.508	986.953	5,3	77,7	18,26	1.717.563	97,9
Brasil	1.472.677	1.431.653	885.564	2,9	66,3	1,70	1.251.775	85,0
Canadá	8.385.476	7.893.032	4.827.135	6,2	73,7	40,65	8.149.983	97,2
Colombia	515.000*	479.134	223.834	7,5	130,1	2,64	510.400	99,1
Checoslovaquia	1.678.717	1.582.852	843.172	6,1	99,1	11,71	1.527.336	91,0
Dinamarca	1.469.195	1.411.040	951.034	4,1	54,5	30,11	1.187.593	80,8
España	3.378.865	3.072.214	1.339.653	10,0	152,2	10,47	2.746.179	81,3
Estados Unidos	103.752.000	98.789.000	63.624.000	5,0	63,1	51,81	103.552.000	99,8
Finlandia	949.976	892.300	524.600	6,5	81,1	20,32	854.728	90,0
Francia	6.999.621	6.554.441	3.498.900	6,8	100,1	13,96	6.220.381	88,9
Grecia	660.129	579.076	153.773	14,0	329,3	7,52	636.271	96,4
Holanda	2.715.635	2.512.826	1.318.269	8,1	106,0	21,45	2.715.635	100,0
Hungría	634.527	597.376	374.903	6,2	69,3	6,20	485.133	76,5
India	993.590	941.100	329.700	5,6	201,4	0,19	743.590	74,8
Italia	7.057.187	6.467.597	2.871.011	9,1	145,8	13,44	7.051.492	99,9
Japón (2)	18.216.767	16.011.745	4.321.564	13,8	321,5	18,07	14.508.577	79,6
México	1.044.415	930.940	413.005	12,2	152,9	2,25	927.994	88,9
Nueva Zelanda (2)	1.119.422	1.087.133	605.224	3,0	85,0	40,63	930.071	83,1
Noruega	987.292	945.573	659.952	4,4	49,6	25,97	792.633	80,3
Polonia	1.530.479	1.411.481	658.800	8,4	132,3	4,77	1.294.903	84,6
Portugal	615.965	581.780	304.937	5,9	102,0	6,49	490.044	79,6
Reino Unido (2)	12.099.000	11.376.000	7.354.000	6,4	64,5	21,87	11.769.000	97,3
Rumania	550.000*	510.257	(sin datos)	7,8	—	2,84	440.000	80,0
Sud Africa (2)	1.322.101	1.260.692	828.434	4,9	59,6	7,06	1.002.699	75,8
Suecia	3.934.694	3.757.495	2.409.842	4,7	63,3	49,84	3.903.319	99,2
Suiza	2.533.684	2.395.123	1.385.125	5,8	82,9	41,84	2.533.684	100,0
U. R. S. S.	9.100.000*	8.400.000	3.558.000	8,3	155,8	3,84	6.734.000	74,0
Yugoslavia	506.039	452.248	198.055	11,9	155,5	2,52	477.833	94,4

\* Estimado  
 (1) Datos en 30 Junio 1967  
 (2) Datos en 31 Marzo 1967

En esta lista se incluyen los artículos publicados en otras revistas, así como conferencias presentadas en Congresos. De alguno de estos últimos puede disponerse en forma escrita, editado como actas o bien particularmente. Cuando se indique la publicación, la petición de los folletos debe hacerse directamente del editor, no de "Comunicaciones Eléctricas". En los otros casos la petición puede hacerse del editor más cercano de "Electrical Communication" en sus distintas versiones porque puede ocurrir que solamente se disponga de un número limitado de copias.

## Standard Elektrik Lorenz AG

### Artículos

Härtl, H., Die Anwendung von Elektronenrechnern im Entwicklungsbereich, Elektrotechn. Zeitschrift A 89 (1968) 19/20, págs. 535—539.

Mehlis, A., Gedanken zum Begriffsinhalt der Wörter Nachricht und Information, Der Ingenieur der Deutschen Bundespost (1968) 6, pág. 195.

Schlögel, H., Ein einfacher Vierpol zur Widerstandstransformation für den VHF-Bereich, Nachrichtentechn. Zeitschrift 21 (1968) 5, págs. 250—254.

Schweigert, H., Das UKW-Drehfunkfeuer DVOR, Elektronik 17 (1968) 12, págs. 389—391.

### Comunicaciones

Balkow, J., Bausteine der Elektronik, Verband Deutscher Postingenieure, Nürnberg, 14 Octubre 1968.

Becker, D., Feldeffekt-Transistoren, Universität Stuttgart, 26 Noviembre 1968.

Behne, R., Qualitätssicherung — Nie endende Aufgabe eines jeden Unternehmens, Deutsche Gesellschaft für Qualität, Wiesbaden, del 6 al 11 Noviembre 1968.

Dreyer, J., Steuerung eines Bereiches mit mehreren Stellwerken durch Datenverarbeitungsanlagen, Österreichische Bundesbahn, Viena, 15 Noviembre 1968.

Häberle, H., Die systeminterne Vermittlungstechnik bei TDMA-Systemen, Symposium des Fernmeldetechnischen Zentralamtes Darmstadt, 17 Diciembre 1968.

Häberle, H., Informationstheoretische Grundlagen der Digital-Technik, Verein Deutscher Ingenieure, Kassel, 14 Octubre 1968.

Herter, E., Verkehrstechnische Aufgabenstellung an ein Vielfach-Zugriffssystem, Symposium des Fernmeldetechnischen Zentralamtes Darmstadt, 17 Diciembre 1968.

Kloepfer, W., Entwicklungstendenzen und Anwendung neuzeitlicher Technologie im Funksprechverkehr, Haus der Technik Essen, 28 Noviembre 1968.

Oden, H., Les facteurs humains dans la téléphonie, CGCT, LMT Paris, 25 Noviembre 1968.

Raab, G., Automatic Radar Signal Processing, AGARD-Tagung, Amsterdam, del 4 al 7 Noviembre 1968.

Schmitz, W., Spurplantechnik — Gleisüberwachungsmittel, Rumänische Eisenbahn, Bucarest, 20 Noviembre 1968.

Schwant, J., Vergleich der Realisierungsverfahren aktiver RC-Netzwerke, Universität Erlangen, 12 Diciembre 1968.

## Intermetall

### Artículos

Micic, L., Z-Dioden als Referenzelemente in elektronischen Schaltungen, Archiv für Technisches Messen, Octubre 1968.

Novotny, J., Kapazitätsdioden ermöglichen Senderwahl durch Tastendruck, Süddeutsche Zeitung No 298, Diciembre 1968.

Gerlach, A., Z-Dioden und deren Weiterentwicklung zur Integrierten Schaltung, Süddeutsche Zeitung No 298, Diciembre 1968.

### Comunicaciones

Gerlach, A., Dimensionierung von Schaltungen mit Z-Dioden, Technische Akademie Esslingen, Esslingen, Alemania Federal, 17 Octubre 1968.

Keller, H., Dimensionierung von Schaltungen mit Kapazitätsdioden, Technische Akademie Esslingen, Esslingen, Alemania Federal, 17 Octubre 1968.

Keller, H., Lineare Integrierte Schaltungen, Technische Akademie Esslingen, Esslingen, Alemania Federal, 17 Octubre 1968.

Gerlach, H., Z-Dioden, Gesellschaft für Elektronik, Zurich, Suiza, 23 Octubre 1968.

## Bell Telephone Manufacturing Co.

### Comunicación

Bubbe, H., Theorie en praktijk van multiprogrammering (Multiprogramming in Dish Operating System), Study center for Automatic Data Handling, Bruselas, 5 Diciembre 1968.

## Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques

**Comunicaciones** hechas en el cuadro de la jornada de estudios de la conmutación telefónica electrónica que tuvo lugar el 22 de Octubre de 1968 en el hotel Hilton-Orly (Francia), organizada por el departamento comercial de centralitas privadas de CGCT y presidida por el Sr. Burgaud, director comercial.

Benmussa, H., Caractéristiques générales du système 10 B.

Caty, J., Aperçu de la programmation — Souplesse d'exploitation, Le centre d'essais et de simulation.

Dumousseau, C., Conception d'un système de télécommunications: les options prises par la CGCT.

Jourdan, R., Encombrement et extension.

Lauvergeon, M., L'évolution de la CGCT vers la conmutation électronique.

Marty, P., Fiabilité — Duplication et basculement — Principes de maintenance.

Montel, A., Services de maintenance — Aspects commerciaux de la maintenance.

Vazquez, C., Technologie et équipements.

Verne, M., Application du système 10 B aux autocommutateurs privés.

**Comunicaciones** hechas en el cuadro del simposium sobre la organización de las redes de telecomunicación organizado por la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques y Le Matériel Téléphonique, en París, del 25 de Noviembre al 4 de Diciembre de 1968.

Babin, F., Présentation de l'étude de Mr. le docteur Deloraine sur le Trafic Téléphonique, Télégraphique et Téléx.

Barbuio, G., (FACE) Poste d'abonnés à clavier.

Bini, A., (FACE) Centres de conmutation internationaux et intercontinentaux.

Carl, H., (SEL) Planification et aménagement des grands réseaux de faisceaux hertziens et à courants porteurs.

Dejean, J., (LCT) Réseaux intégrés à modulation codée par impulsions.

Deshays, M., (LMT) Taxation et enregistrement centralisés des appels téléphoniques.

Dumousseau, C., (CGCT) L'utilisation des calculateurs en conmutation. Réseaux explosés.

Faulkner, (STC) Organisation et gestion des grands projets de télécommunications.

Gillon, L., (CGCT) Méthodes et moyens d'observation de trafic. L'observation du trafic dans les centres automatiques de Transit interurbain.

Girinsky, A., (CGCT) Systèmes de conmutation des messages.

Hartley, G. C., (STL) Réseaux de transmission pour la téléphonie et le traitement des données.

Henquet, A. J., (LMT) Tendances actuelles pour la construction, l'amélioration et l'économie des réseaux d'abonnés.

Jacobsen, B. B., (STL) Aspect économique et technique de l'exploitation des différents systèmes de transmission.

Jacquet, R., (CGCT) Tendances actuelles dans la conmutation et service Centrex.

Leroy, (BTM) Réseaux ruraux.

Mélis, A., (BTM) Réseaux et systèmes Téléx.

Mugnier, R., (LMT) Tendances dans la conmutation à longue distance.

Dr. Muller, J. J. y Régnier, A., (LMT) Tendances de la conmutation électronique spatiale.

- Nichols, (STL) Évolution des méthodes de maintenance.
- Oden, H., (SEL) Les facteurs humains dans les Télécommunications.
- Ott, K., (ITTLS) Optimisation des réseaux téléphoniques au moyen de calculateurs.
- Rahmig, C. A. W., (SEL) Plan de transmission à l'échelle nationale.
- Sudarovitch, J., (CFRO) Planification par les diagrammes PERT (chemin critique).
- Verne, M., (CGCT) Nouvelles facilités offertes aux abonnés.
- Wuyts, O., (BTM) Nouveaux répartiteurs d'entrée miniaturisés.

**Laboratoire Central de Télécommunications**

**Comunicaciones**

- Chenon, F., Housekeeping, SFER series of lectures, The Scientific satellite ESRO I-Aurora, Paris, 11 Diciembre 1968.
- Dejean, J. H., Réseaux Intégrés à Modulation par Codage d'Impulsions, Telecommunication Network Symposium, Paris, Noviembre 1968.
- Desauty, J., Optimisation de la fiabilité d'un équipement spatial, Colloque International du CNES, Grenoble, 6—8 Noviembre 1968.
- Grandjean, C., Application of GPSS to Simulation of Telephone Systems, Conference on Application of simulation, Nueva York, 2 Diciembre 1968.
- Lajeunesse, F., Integration of the Satellite ESRO I, SFER, series of lectures, The Scientific satellite ESRO I-Aurora, Paris, 11 Diciembre 1968.
- Lemaître, J., Aspects composants, Colloque International du CNES, Grenoble, 6—8 Noviembre 1968.
- Phélizon, G., Communication Systems to be used on the Moon, XIXth Laboratory Symposium, Nueva York, 17 Octubre 1968.
- Tabet, D., Aspects Systèmes, Colloque International du CNES, Grenoble, 6—8 Noviembre 1968.

**Le Matériel Téléphonique**

**Artículos**

- Gonin, P. y Schultz, S., Le centre de départ interurbain automatique national d'extension DIANE, Commutation et Électronique, N° 23, Octubre 1968.

**Standard Telecommunication Laboratories, Limited**

**Artículos**

- Black, P. W. y Wales, J., Materials for use in Fabrication of Infra-red Interference Filters, Infra-red Physics, volume 8, págs. 209—222, 1968.

- Kao, K. C. y Davies, T. W., Spectrophotometric Studies of Ultra Low Loss Optical Glasses I — Single Beam Method, J. Sci. Inst. Series 2, Volume 1, págs. 1063—1068, 1968.
- Rahn, A. O., Absolute Measurement of the Ionisation Coefficient of Alkali Atoms at Metal Surfaces II — Sodium Atoms of Tungsten and Platinum Surfaces, Zeitschrift J. Physik, Volume 212, págs. 408—414, 1968.

**Comunicaciones**

- Antell, G. R., GaAs PIN Diode as a Microwave Device, GaAs Symposium, Dallas, Texas, U. S. A.
- Cooke, R. E., King, G., Pearson, A. y Wasse, M. P., Gunn Effect Oscillator Modules Using Microstrip Circuits; IEEE Electron Devices Meeting, Washington, D. C., U. S. A., 23—25 Octubre 1968. Également à l'IEEE Florida West Coast G-MTT Meeting, Clearwater, 13 Noviembre 1968.
- Craven, G. F., Evanescent Mode Waveguide Filters, De Paul University, Chicago, U. S. A., 6 Noviembre 1968.
- Dawson, G., Communications by Satellite, ITT Transmission Symposium, Moscú, U. R. S. S., Noviembre 1968.
- Edwards, B. A., Integrated Telecommunication Networks, ITT Data Transmission Symposium, Budapest, Hungria, 6 Noviembre 1968.
- Greene, P. D., Bush, E. L. y Rawlings, I. R., The Forming Process in Metal-Insulator-Metal Thin Film Memory and Cold Cathode Devices, 134th National Meeting of the Electro-Mechanical Society, Montreal, Canadá, 11 Octubre 1968.
- Heeks, J. S., Woode, A. D., Non-Transit Time Limited Mode of Operation of the Gunn Effect Oscillator, International Electron Devices Meeting, Washington, D. C., U. S. A., Octubre 1968.
- Kao, K. C., Davies, T. W., Optical Communication and the use of Optical Waveguides, IEE North-Eastern Section, 16 Diciembre 1968.
- Pitt, G. D., Semiconductors at High Pressure, Cavendish Laboratory, Cambridge University, Reino Unido, Noviembre 1968.
- Reeves, A. H., The Future of Telecommunication, Imperial College, University of Londres, 15 Octubre 1968.
- Rowe, T. J., Moule, D. J., Laser Machining of Photolithographic Masks in Thin Metallic Films, Symposium on "Lasers and the Mechanical Engineer", Institute of Mechanical Engineers, Londres, 19—20 Noviembre 1968.
- Sharpe, J. T. L., Techniques for High-Speed Data Transmission, ITT Transmission Symposium, Moscú, U. R. S. S., Noviembre 1968.
- Teesdale, R. R., PCM in U. K. Telecommunication Network, IEE Control and Elec-

- tronics Section, Sheffield, 6 Noviembre 1968.
- William, O. G., Broadcast Satellite Transponders, IEE Colloquium on Direct Broadcasting from Satellites, Londres, 4 Noviembre 1968.

**FACE-Standard**

**Comunicación**

- Barbuio, G., Push-button subsets, Symposium on the Telecommunication Network, París, del 25 Noviembre al 4 Diciembre 1968.

**Standard Radio & Telefon AB**

**Comunicaciones**

- Mellberg, K., The SRT Patient Data System at Karolinska Hospital, Swedish Association of Engineers and Architects, 28 Noviembre 1968.
- Mellberg, K., Integrated Data Display System for Patient Monitoring at the Karolinska Hospital, 21st Annual Conference on Engineering in Medicine and Biology, Houston, Texas, 11 Noviembre 1968.

**ITT Avionics Division**

**Comunicación**

- Zaratkiewicz, E., (with R. Burcklow, Jr., of ITT Defense Communications Division), Thick-Film Microwave Integrated Circuits, Northeast Electronics Research and Engineering Meeting, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Boston, Massachusetts, 1968.

**ITT Gilfillan**

**Comunicaciones**

- Epstein, G., (with J. A. Green and J. M. Kelso of ITT Electro-Physics Laboratories), Some Aspects of Numerical Analysis for OHD Application, OHD Technical Review Meeting, United States Navy Postgraduate School, Monterey, California; 25 Octubre 1968. Published in Proceedings of the OHD Technical Review Meeting, 23—25 Octubre 1968, Vol. 3, págs. 301—317.
- Epstein, G., Recursive Fast Fourier Transforms, Fall Joint Computer Conference, San Francisco, California; 9 Diciembre 1968. Published in Proceedings of the American Federation of Information Processing Societies 1968 Fall Joint Computer Conference, Vol. 33, Part I, págs. 141—143.
- Keyes, N. T., Automated Signature Detection, OHD (Over-Horizon Detection) Technical Review Meeting, United States Navy Postgraduate School, Monterey, California; 25 Octubre 1968. Published in Proceedings of the OHD Technical Review Meeting, 23—25 Octubre 1968, Vol. 3, págs. 377—401.

# Nuevas Realizaciones

## Red de radioenlaces de microondas en Tailandia

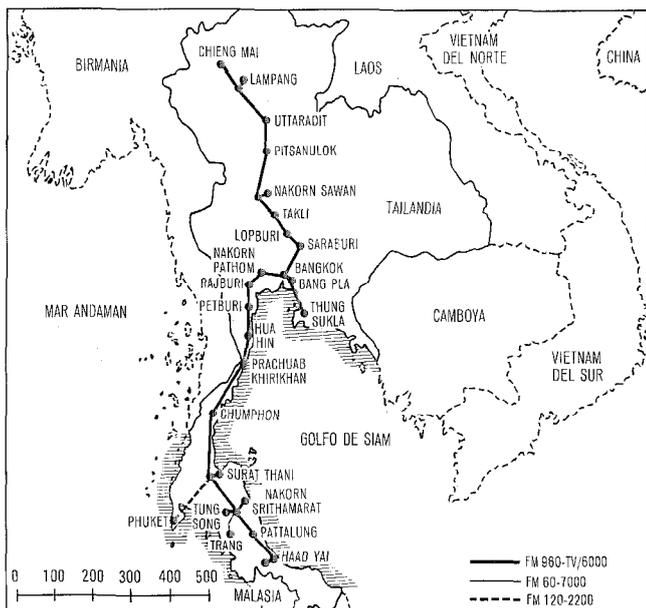
La red de radioenlaces en Tailandia está avanzando de acuerdo con el programa establecido. Después que la organización telefónica nacional de Tailandia terminó los edificios operacionales asociados, los caminos de acceso, y la preparación de terrenos, se levantaron a fines de 1968, 43 torres de hierro de 15 a 110 m. de altura, quedando dispuestos también para la operación casi todos los suministros de fuerza. Actualmente se han tendido los últimos cables para enlazar las centrales telefónicas con la red de radioenlaces. Para pequeñas distancias de hasta 3,5 km y pequeño número de circuitos se utilizan cables de baja frecuencia. Para gran número de circuitos y larga distancia se utilizan sistemas de cable coaxial de 300 canales. Las mayores distancias de transmisión coaxial son de 12 km y se equipan con un repetidor.

En condiciones climatológicas muy severas, los ingenieros y técnicos de Standard Elektrik Lorenz están ahora instalando el equipo del radioenlace. Gracias a la buena cooperación con la organización telefónica nacional, los importantes enlaces de Bangkok a Nakorn Sawan en el norte y de Bangkok a Chumphon, vía Hua Hin, en el sur, se han completado a fines de 1968 (ver figura).

Cuando en el verano de 1969 se ponga en operación, los 680 km de radioenlace en el norte del país proporcionarán tráfico telefónico muy confiable entre las capitales de provincia, tales como Chiang Mai, Pitsanulok, Nakorn Sawan, Saraburi y Bangkok. También permitirá la transmisión del programa nacional de televisión a estas ciudades. El enlace del sur tiene una longitud aproximada de 1170 km. Por tres rutas derivadas, están conectadas a él las capitales y centros industriales de Phuket, Nakorn Srithamarat y Trang. Con este enlace se proporcionará mejor comunicación, a un relativamente bajo coste, con las redes internacionales de comunicaciones de Malasia y Singapur y con el sistema de cable Seacom. También en el sur está planeado un enlace de TV desde Bangkok a Haad Yai, que puede más tarde extenderse a Malasia.

Se está utilizando para los enlaces principales el bien experimentado equipo de radioenlaces de 6 GHz de Standard Elektrik Lorenz. Los enlaces derivados emplean equipo de microondas de 7 GHz para 60 canales suministrado por Bell Telephone Manufacturing Co. El enlace desde Surat Thani a Phuket emplea un sistema de dispersión troposférica de 2 GHz. El equipo de portadoras de la red consiste en múltiplex de 960 canales en técnica ISEP (Práctica de equipos normalizada de ITTE). Para transmisión telegráfica se utilizan equipos de 100 baudios en frecuencia audio tipo WT 100/FM 240.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana



Sistema de telecomunicaciones de Tailandia.

## El Queen Elizabeth 2 navegará con ayuda de satélites espaciales

El primer transatlántico del mundo capaz de navegar con ayuda de satélites espaciales es el Queen Elizabeth 2 de la Cunard.

Utilizando un equipo desarrollado por ITT Federal Laboratories, San Fernando, California, que se ha instalado en colaboración con International Marine Radio Company (Compañía de Standard Telephones and Cables Limited), el nuevo barco de la Cunard puede determinar su posición dentro de 0,2 km con cualquier situación atmosférica en cualquier punto de alta mar.

El sistema utiliza transmisiones de radio especiales desde los satélites, existentes en órbitas polares, del U. S. Navy Navigation Satellite System. Seguidos desde tierra los satélites se alimentan con una información exacta desde estaciones terrenas especiales "de inyección". Entonces radian esta información que se capta por receptores especiales a bordo del barco, donde un sistema de proceso de datos programado (modelo PDP 8-1 de Digital Equipment Company Limited) fija la posición del barco partiendo de los datos orbitales recibidos y de los datos de desfasaje Doppler suministrados por el equipo receptor.

El equipo a bordo que se designa como 4007 AB consta de una antena de forma cónica de 152 cm. de altura, un receptor de navegación, un pequeño procesador de datos, un teletipógrafo y un perforador de cinta de papel. Es automático y no necesita que el operador esté entrenado especialmente.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido  
ITT Federal Laboratories, U. S. A.

## Inauguración del centro de tránsito de Marsella

Un centro de tránsito telefónico saliente interurbano y regional se inauguró oficialmente en Marsella por el Ministro de los PTT, Mr. V. Guéna, el 25 de Octubre de 1968. Asistieron a la ceremonia Mr. Marzin, Director General de Telecomunicaciones, Mr. Selosse, Director Regional y Mr. Etchégaray, Director General de LMT.

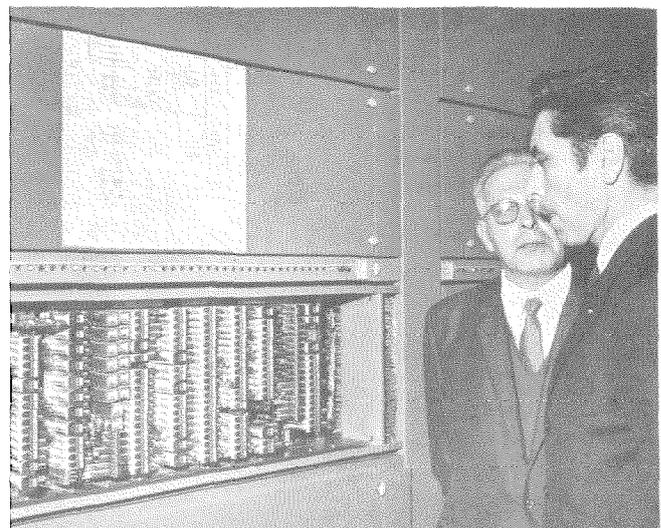
Esta instalación del tipo Pentaconta\* es parte de una serie de centros de tránsito a 4 hilos, el primero de los cuales se puso en servicio por la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques en Lyon.

Estos centros de tráfico Pentaconta, han mejorado mucho la calidad y cantidad de enlaces de tráfico en las ciudades provinciales, debido a la generalización de los circuitos de larga distancia a 4 hilos.

La instalación inicial sirve 1100 líneas interurbanas. Una ampliación ahora en marcha aumentará la capacidad a 2600 líneas interurbanas en 1969 y finalmente a 4000 dentro de 4 años.

Le Matériel Téléphonique, Francia

\* Marca del sistema ITT.



El ministro Yves Guéna y el ingeniero Selosse inspeccionan el equipo.

### Inauguración del cable submarino del Atlántico Sur

En 18 de Febrero de 1969 fué inaugurado oficialmente el cable submarino entre Sudáfrica y Portugal quedando abierto para el tráfico, cuando Mr. B. J. Vorsted, primer Ministro de Sudáfrica hizo la llamada inaugural al Dr. Marcelo Caetano, Presidente del Gobierno de Portugal.

El cable tiene capacidad para 360 conversaciones telefónicas en ambos sentidos, multiplicando por 10 la cantidad de comunicaciones entre Sudáfrica y Europa. Con una longitud total de 9658 km, ha sido tendido entre Ciudad del Cabo y Lisboa, teniendo puntos de amarre intermedios en Ascensión, islas de Cabo Verde y Canarias. En este último punto, algunos de los canales se interconectan con un cable anteriormente tendido a España.

Las comunicaciones con Sudáfrica mejorarán cuando se ponga en servicio en el verano de 1969, un nuevo cable entre Lisboa y el Reino Unido. Durante el año 1970 se establecerá un radioenlace para conectar estos cables con el quinto cable transatlántico (720 circuitos) entre Nueva York y Cádiz en España. Otro enlace de microondas conectará Cádiz con Estepona, que será el terminal español de un cable para 640 circuitos que se tenderá a Roma en 1970.

El cable que es de tipo ligero, cable coaxial de 2,54 cm, tiene intercalados 643 repetidores y 51 igualadores y tiene que soportar profundidades de 5490 metros aproximadamente. En aguas poco profundas, menores de 732 metros, se utiliza cable con fuerte armado, para impedir los daños por corrientes, rozamientos y anclas de los barcos.

Transmisión en ambos sentidos se obtiene utilizando diferentes bandas de frecuencia: 312—1428 kHz en una dirección y 1948—2954 kHz en la otra. En cada banda hay capacidad para 360 canales de 3 kHz. Un solo circuito repetidor amplifica ambas bandas, pero está duplicado de tal modo que el cambio de ganancia que puede resultar de una falta es inferior a 0,1 decibelio.

La mayor parte del equipo en el terminal de tierra tiene la

misión de reunir y separar los canales de conversación. El proceso de reunir los canales de conversación en el espectro de transmisión se realiza con el equipo multiplex Mk 6, que hace que 16 canales compartan en un grupo la banda de 60 a 108 kHz formando la agrupación inicial para la traslación. De esto resultan 360 canales en  $22\frac{1}{2}$  grupos, que se reúnen de 5 en 5 y uno con  $2\frac{1}{2}$  formando supergrupos dentro de la banda de 312—552 kHz cada uno. Los supergrupos, mediante un proceso de traslación similar, se colocan en la banda de 312—1428 kHz o la de 1848—2964 kHz dependiendo de la dirección de transmisión.

El equipo múltiplex Mark 6 está diseñado para permitir el tránsito de grupos y supergrupos sin demodulación. El suministro de portadoras emplea oscilador maestro con cristal de cuarzo de alta estabilidad, produciendo las portadoras de los circuitos de traslación de canal, grupo y supergrupo, con frecuencias muy exactas. Se emplean filtros de características muy agudas para el paso de bandas de grupo de 60—108 kHz y de supergrupo de 312—552 kHz. De este modo pueden conmutarse los grupos al cable español en las islas Canarias.

Igualadores intercalados en el cable cada 160 km compensan las diferencias pequeñas inevitables entre los valores reales y las características teóricas de diseño del cable.

La alimentación de fuerza para los repetidores se hace en el cable sobre el conductor central en Ciudad del Cabo, Ascensión, Santa Cruz de Tenerife en Canarias y Lisboa. Se suministran voltajes hasta de 10 kilovoltios con corriente constante estabilizada. Cada tirada de cable se alimenta independientemente desde sus dos extremos de tal modo que un fallo en un tramo no afectará a los otros dos. Todo el equipo de alimentación está duplicado para asegurar el suministro ininterrumpido si hubiera avería en un circuito.

Por medio de un sistema de coste PERT (Program Evaluation and Review Technique) se ha asegurado la minimización del coste del proyecto asegurando la sincronización entre la fabricación de repetidores y del cable con los viajes del barco cableero.



Sección final del cable del Atlántico sur sacado a tierra en Sesimbra, terminal portugués cerca de Lisboa.

## Nuevas Realizaciones

El tendido comenzó en el terminal de Sudáfrica, y mientras progresaba se instaló y probó el equipo de costa. En la fotografía se muestra la sección final de aguas bajas arrastrada desde tierra en Sesimbra, terminal portugués cerca de Lisboa. Fuera de la costa está el cablero John W. Mackay. Inmediatamente después del tendido se hizo la alineación y prueba. El tendido e instalación completos desde Ciudad del Cabo a Lisboa ha costado año y medio.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

### Clasificador óptico de documentos ODS-1

En el campo de equipos de manejo de documentos, se está empleando ampliamente el manejo directo de documentos (DDH) y técnicas de reconocimiento óptico de caracteres. En línea con esta evolución técnica se ha desarrollado por Bell Telephone Manufacturing Co. un clasificador óptico de documentos codificado ODS-1. Está actualmente instalado en la oficina de cheques postales de Bélgica y conectado a un computador. Desde el 15 de Enero de 1969, este equipo ODS-1 maneja también los documentos producidos por una gran compañía belga de gas y electricidad. Con este nuevo dispositivo se podrá entrar en el mercado de manejo directo de documentos que se extiende rápidamente, representado principalmente por oficinas de cheques postales y bancos.

La función del ODS-1 es clasificar, de acuerdo con un programa previamente determinado, documentos tomados al azar, mezclados y dispuestos con caracteres legibles ópticamente. Los documentos tienen que cumplir requisitos específicos con respecto al tamaño y calidad del papel.

La máquina consta de un separador neumático de documentos, un mecanismo para alineación, una posición de lectura y varias puertas mecánicas y apiladores de salida. Puede equiparse con 3 salidas y empleado como un lector de documentos en línea. Puede también equiparse con 13 ó 18 salidas y utilizarse como un clasificador de documentos en línea o fuera de línea.

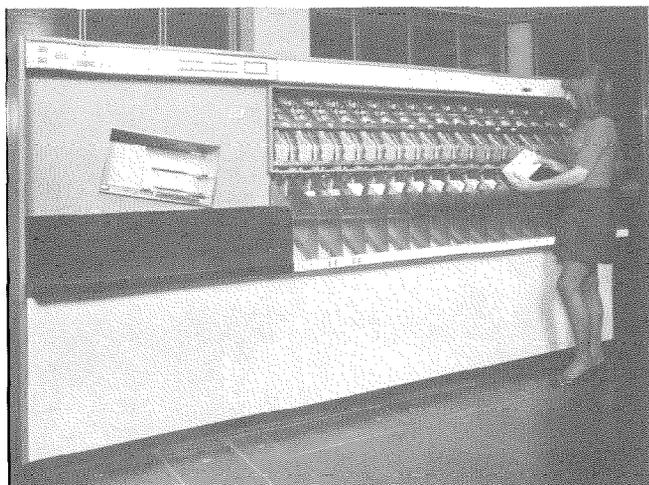
La máquina puede también comprender los siguientes dispositivos opcionales:

- *empujador*: un mecanismo para empujar los documentos a la entrada;
- *segundo lector*: una segunda cabeza de lectura que puede agregarse para los tipos OCR-A o detección de marcas;
- *posición de parada*: introducida entre el lector y mecanismo de impresión;
- *mecanismo de estampado*: puede disponerse un doble mecanismo de estampado.

La velocidad normal, con una posición de lectura es de 28 documentos por segundo para los cortos (105 mm) y 20 para los documentos largos (210 mm).

Un circuito intermedio normalizado facilitará la conexión entre el clasificador y cualquier unidad de control, generando los datos para envío o recepción de la información.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica



El clasificador de documentos ODS-1 en funcionamiento.

### Radioteléfono para embarcaciones de recreo

Un radioteléfono semi-portátil de VHF tipo BT 35, especialmente adaptado para embarcaciones de recreo se ha diseñado por Standard Radio & Telefon AB. Está caracterizado por una operación extremadamente sencilla con solo dos mandos y un microteléfono de mano y puede usarse por una persona no cualificada.

El aparato está introducido en un dispositivo de montaje y se alimenta desde la batería principal del barco. Se conecta también a una antena montada permanentemente. Por conveniencia en una situación de emergencia, puede desmontarse rápidamente de su montura y operar con pilas secas incorporadas, (tipo de linternas) a través de una antena telescópica.

Este aparato totalmente transistorizado opera en la banda internacional de marina de 160 MHz y ofrece 6 canales de doble frecuencia y 4 de frecuencia simple. Da una salida en antena de 2 vatios. Las dimensiones son 90 × 170 × 300 mm.

El microteléfono comprende un micrófono que suprime ruidos y permite buena calidad telefónica incluso en motores ruidosos de gran velocidad. Se ha probado intensamente en el vasto archipiélago de Estocolmo. Ha dado pruebas de ofrecer servicio telefónico público de calidad comercial con la red telefónica de tierra dentro de un radio de 40 millas náuticas desde estaciones repetidoras costeras de 10 vatios, montadas en lo alto de mastiles de televisión de 270 m.

El aparato BT 35 se está produciendo, en cantidad, para la Administración de telecomunicaciones sueca que está suministrando el equipo en alquiler a los propietarios de embarcaciones de recreo.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia



Radioteléfono BT 35 para embarcaciones de recreo.

### Centralita automática privada 10 B

La Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques presentó oficialmente su nuevo sistema electrónico telefónico 10 B, durante una sesión de estudio organizada en el Hotel Hilton (Aeropuerto de Orly) el 22 de Octubre de 1968. Asistieron personalidades de los departamentos técnicos tanto de la Administración civil y militar como de empresas privadas.

Se caracteriza por una concepción y tecnología avanzada, en particular:

- una unidad central, el multiregistrador, asume todas las funciones de lógica de la centralita. Esta unidad completamente electrónica, es de hecho un computador encargado de dirigir la central telefónica;
- el "mini-conmutador" controla la red electromecánica de conversación. Es un conmutador múltiple de barras cruzadas miniaturizado (con un peso y dimensiones siete veces menores que el conmutador normal), de diseño modular, robusto y con fiabilidad, con alta velocidad de operación (8 milisegundos).

Debido a su programa almacenado, el sistema 10 B permite gran flexibilidad sin necesitar modificaciones en el equipo, particularmente en el cableado.

Pueden mencionarse entre las numerosas facilidades que ofrece, las siguientes:

- retención de la línea cuando una línea local llamada está ocupada, y haciendo una nueva llamada a ésta tan pronto quede libre;
- posibilidad de emplear teclado de llaves en lugar del disco tradicional;
- facilidad para conferencias;
- discado con numeración abreviada;
- medios sencillos de cargar las llamadas a los departamentos correspondientes.

La primera central se instalará para el ejército de tierra en Satory cerca de Versailles, Francia, a fines de 1970. Estará equipada con:

- 1500 extensiones inicialmente (capacidad 3000),
- 130 líneas de enlace con la red pública,
- 30 líneas interautomáticas y 26 líneas de unión (para conexión con otras centrales militares del área de Paris),
- 12 posiciones de operador y 1 de observación.

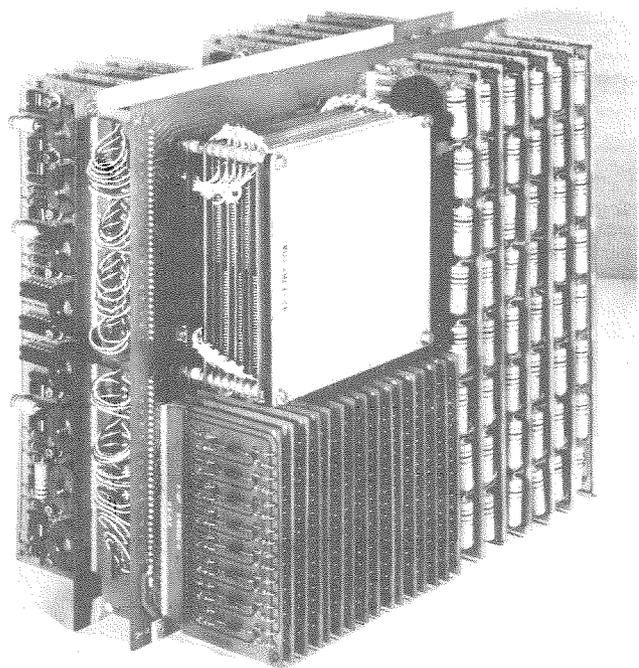


Fig. 1 Memoria de 4095 palabras.

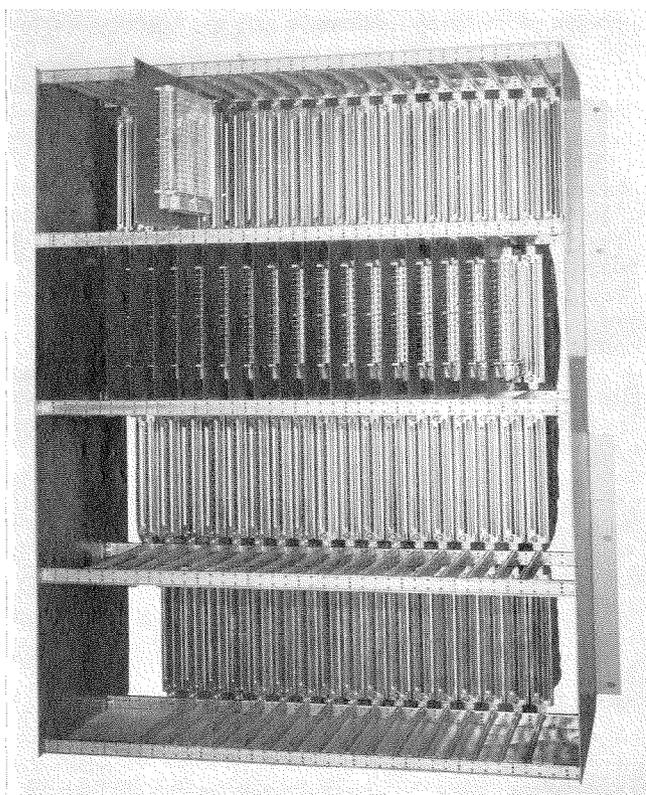


Fig. 2 Vista frontal de una unidad de equipo de cuatro filas (semi-bastidor).

Diseñada para los numerosos servicios de las fuerzas del ejército agrupadas en Satory, la nueva central será particularmente adecuada, debido a sus facilidades especiales: distribución de cargas de los PTT entre los usuarios de los servicios, aparatos con diferente grado de prioridad de acuerdo con la categoría de las personas.

Más tarde puede agregarse una central satélite de 500 líneas para los servicios que estarán localizados en Versailles.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

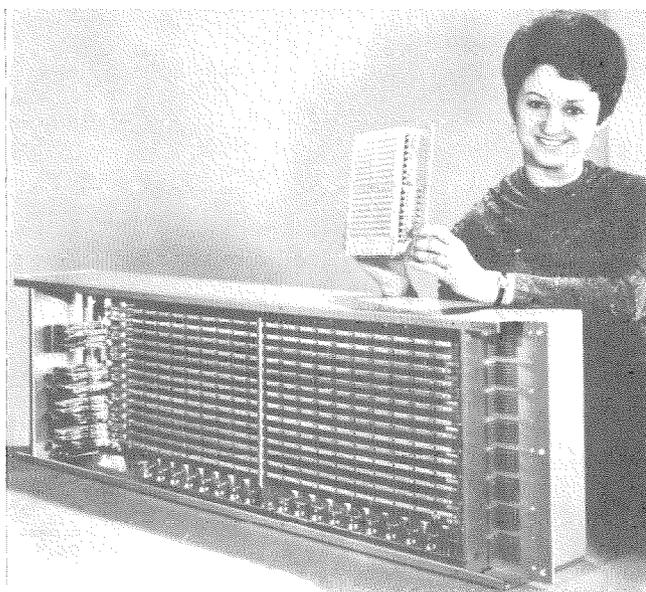


Fig. 3 Selector miniaturizado 10 B comparado con el multiconmutador Pentaconta normal.

**Supresión de interferencias de radio para el Concorde**

La unidad móvil de supresión de interferencias de Standard Telephones and Cables Limited, ha obtenido un contrato para realizar pruebas de supresión en tierra y en vuelo del segundo prototipo de Concorde en los talleres Filton de la British Aircraft Corporation, Bristol.

La unidad había realizado anteriormente la supresión de interferencias de radio de muchos componentes del Concorde y el siguiente ejercicio se planeó para confirmar y asegurar la compatibilidad de las recomendaciones primeras.

Establecida en la División de condensadores de la Compañía en Paington, Devon, la unidad de supresión de interferencias tiene, además de sus posibilidades móviles, dos salas con doble apantallado alimentadas con suministros, completamente filtrados, de todos los voltajes que se emplean normalmente. Las salas se equipan con los más modernos aparatos de medida de radio-frecuencia y generadores de señal para medir la interferencia producida por muestras de prueba y comprobar su susceptibilidad a las frecuencias radio.

La unidad está sólidamente establecida y sus ingenieros han realizado la supresión de interferencias de la mayor parte de aviones británicos, desde la segunda guerra mundial.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

**Medidor de impedancias IX 704 A**

El medidor de impedancias IX 704 A se ha realizado con una patente de ONERA (Office National d'Etudes et Recherches Aérospatiales). Con este aparato puede medirse rápidamente y sin cálculos, valores exactos de cualquier impedancia compleja, de los que se encuentran normalmente en determinados circuitos, como antenas, líneas de transmisión, filtros, condensadores, bobinas de inductancia, resistencias, etc., en el margen de frecuencias 50-1000 MHz. La exactitud de la medida es la que se obtiene con una línea ranurada convencional.

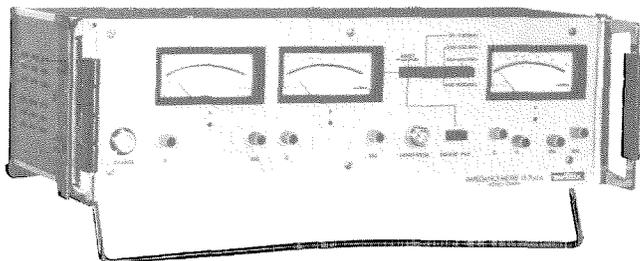
Consta de dos unidades:

a) la unidad de medida que tiene una línea coaxial rígida de 50 ohmios montada en un chasis normalizado. Detectores fijados a lo largo de la longitud de este elemento coaxial miden los voltajes de R.F. tomados en distintos puntos de esta línea. Los valores de estos varios voltajes de R.F. se leen en tres aparatos de medida independientes.

b) la unidad computadora que consiste en tres discos impresos derivados de la carta de Smith. Su finalidad es la de establecer rápidamente la relación entre los tres voltajes medidos y la impedancia en pruebas.

Este aparato requiere sencillamente la conexión a un generador de 50-1000 MHz y 50 ohmios con una salida de 100 mV. Se calibra entonces con respecto a una carga de 50 ohmios a la frecuencia de prueba. La carga se sustituye por un corto-circuito y las lecturas presentadas por los tres aparatos de medida se refieren a la unidad computadora. Se sustituye el corto-circuito por la impedancia incógnita y se refieren las nuevas lecturas a la unidad computadora que inmediatamente presenta el valor exacto de la impedancia compleja "R + jX" que se prueba.

ITT Metrix (Compagnie Générale de Métrologie), Francia



Medidor de impedancia IB 704 A.

**Equipo de conferencia para 18 estaciones**

Los equipos de conferencia existentes están limitados en la cantidad de estaciones que pueden conectarse. Favoreciendo algunas, así como introduciendo atenuación adicional controlada por la voz, se puede intentar aumentar el número de conexiones posibles pero ninguna de estas soluciones ha dado satisfacción completa.

En el nuevo concepto, las estaciones se conectan a una matriz de resistencias que impide reflexiones de la señal hacia el que habla. De este modo, el número de aparatos conectados no se limita en principio.

La capacidad de conexión está restringida únicamente por las pérdidas de adaptación relativamente pequeñas causadas por la unidad de terminación de cada aparato. Las señales reflejadas por las otras unidades de terminación comprometen la estabilidad del equipo que llama, independientemente de la colocación de los amplificadores. Puede mejorarse la estabilidad disminuyendo las pérdidas de adaptación de la unidad de terminación o introduciendo una atenuación complementaria en el circuito de conferencia.

**Circuito básico para 9 estaciones**

Lo esencial de esta disposición es una matriz de resistencias con 10 entradas y 10 salidas. Cada estación está conectada a esta matriz de resistencias (ver figura 1) a través de un amplificador receptor (AMPL. A). La entrada correspondiente de la matriz se conecta a todas las salidas sobre resistencias dispuestas en coordenadas.

**Acoplamiento de matrices**

Varias de estas matrices puede reunirse por medio de una matriz de grupo para formar un grupo de conferencia mayor, cuando deben conectarse más de 10 estaciones juntas. El dia-

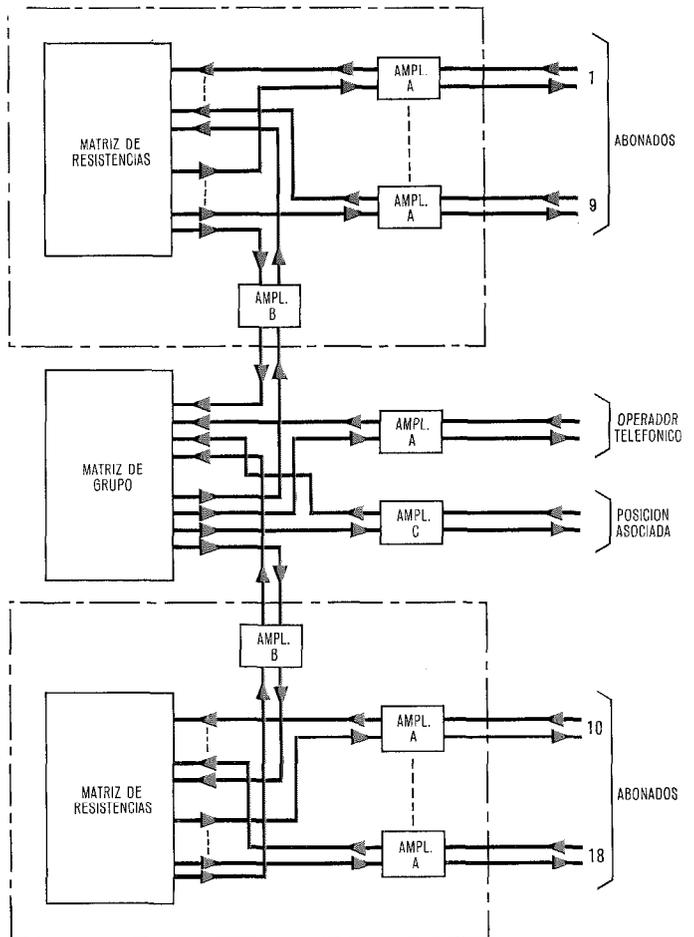


Fig. 1 Diagrama típico de bloque para 18 estaciones.

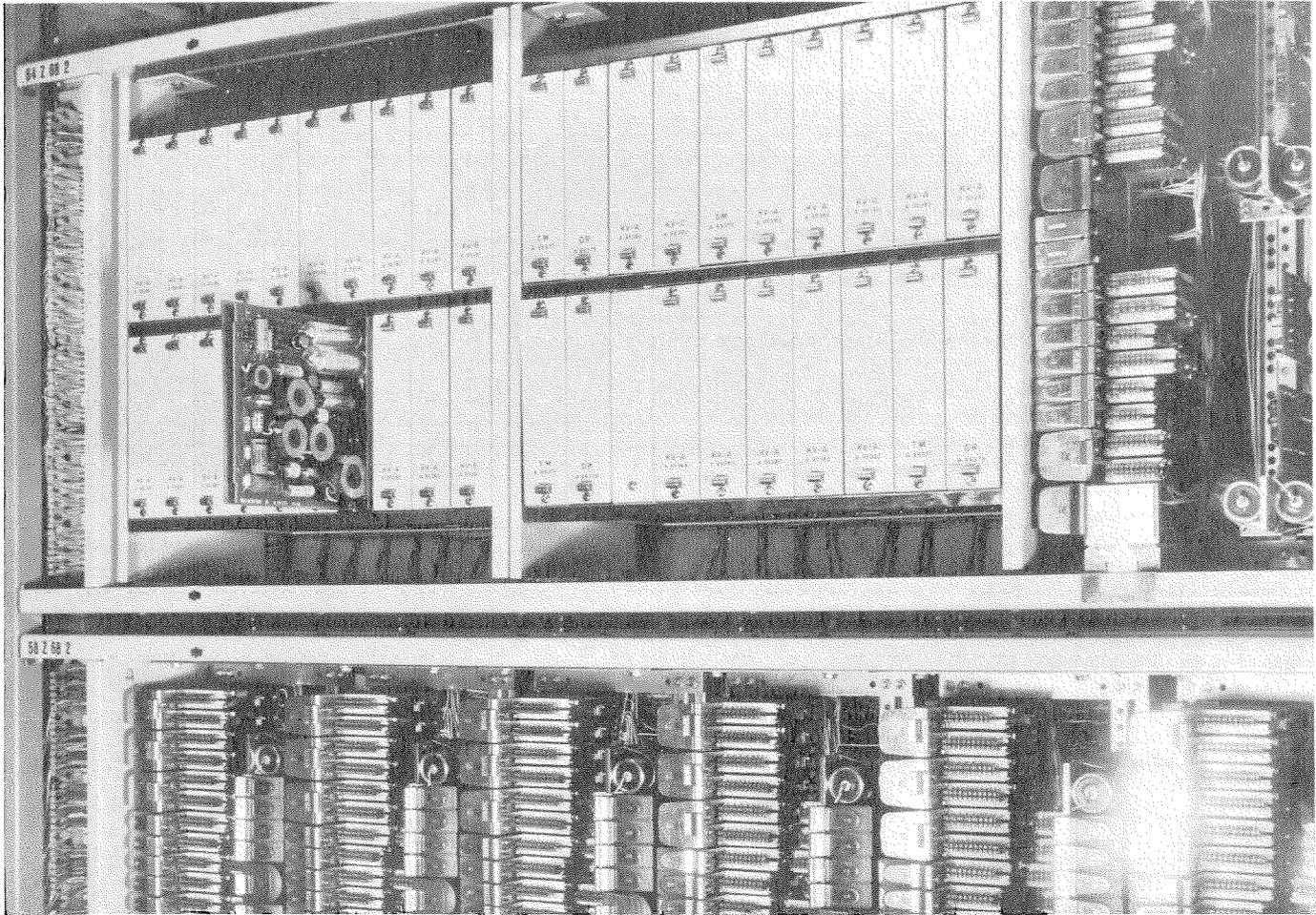


Fig. 2 El subensamble superior contiene las unidades enchufables de los amplificadores tipo A y B y la matriz de resistencias. En el inferior, puede reconocerse parte del circuito de conexión de conferencias.

grama simplificado muestra el acoplamiento mediante amplificadores separadores B para adaptación de la impedancia. Las salidas de las matrices se terminan por bajas resistencias para conseguir la neutralización recíproca.

#### Tipos de los amplificadores

La conexión de las estaciones al equipo de conferencia es a 4 hilos y simétrica, mientras que las matrices son de hilo sencillo, es decir asimétricas con respecto a tierra. Se necesitan pues tres tipos de amplificadores para controlar la adaptación y mantener el nivel correcto. Los amplificadores se montan por pares en tarjetas enchufables (una para emisión y recepción de cada circuito).

La alimentación se hace por la batería de la central a  $-48 \pm 5$  voltios. Para los amplificadores se necesita un voltaje de c. c. estabilizado de  $-24 \pm 1$  voltio.

Standard Telephone & Radio, S. A., Suiza

#### Instalación telefónica para la estación espacial experimental francesa

Esta estación espacial está situada en la región "las Landas" en Francia.

La instalación telefónica comprende 5 centrales distribuidas sobre 130 km en la zona que rodea Biscarosse, punto de situación de la estación, así como una en la isla de Flores en el "área de recepción" de las Azores.

Únicamente la instalación principal de "Base-Vie" tiene posiciones de operador, las otras restantes obtienen las llamadas exteriores a través de "Base Vie". La instalación Pentaconta\* total comprende:

— Una central telefónica en "Base Vie" equipada con:

- 570 extensiones
- 13 enlaces a la red de PTT
- 46 líneas de enlaces entre centrales automáticas
- 13 líneas de enlace
- 3 posiciones de operador

} para conexiones con otras centrales del área o exteriores

- Una central de 200 líneas en la base de lanzamiento,
- Un concentrador de 50 líneas conectado a la central de 200 líneas de la base de lanzamiento para la posición "telemida punto sur",
- Una central de 250 líneas en la base de Hourtiquets,
- Una central de 50 líneas en la base de Hourtim,
- Una central de 50 líneas en la isla de Flores, Azores, conectada al continente por un radioenlace.

Este grupo está totalmente en operación desde Abril de 1968. La estación de Base-Vie tiene también una instalación de intercomunicadores LX 20 para 80 líneas.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

#### Sistema de transmisión de microondas para Brasil

La compañía telefónica estatal que da servicio a Río de Janeiro y áreas adyacentes, Companhia Telefonica do Brasileira, ha concedido un contrato para equipos de transmisión telefónica, que es el mayor otorgado a una compañía británica. Este incluye la instalación de un sistema de transmisión de banda ancha, que cubre una ruta de 2574 km de longitud en cuatro

\* Marca de International Telephone and Telegraph Corporation.

## Nuevas Realizaciones

estados de Brasil — Rio de Janeiro, Espiritu Santo, Minas Gerais y Sao Paulo.

El equipo de microondas será del tipo más moderno de estado sólido de 2 GHz con capacidades de 300, 600 y 960 canales. Están también incluidos en el contrato 2012 km de cable coaxial, con equipos múltiplex y de fuerza para 128 estaciones. El replanteo, planificación, instalación y puesta a punto del proyecto total debe completarse en un plazo de 3 años.

También se incluye la responsabilidad del entrenamiento del personal local y supervisión de los trabajos de ingeniería civil asociados.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

### Receptores de televisión en color con decodificador combinado PAL/SECAM

La existencia en Europa de dos sistemas de televisión en color y la petición de muchas personas de las áreas fronterizas para facilitarles recibir los programas en ambos sistemas, han hecho necesario desarrollar televisores que acepten ambos programas PAL y SECAM.

Las soluciones hasta ahora desarrolladas arrastraban un coste considerable de los circuitos y mucho riesgo de fallos debidos a falso funcionamiento de los contactos. Standard Elektrik Lorenz ha desarrollado un nuevo decodificador PAL/SECAM que combina la economía con la confiabilidad. Todas las unidades con posibilidad de ser comunes reducen los costes considerablemente; como se muestra en el esquema simplificado de la figura, los tipos de señales que pasan por el canal de luminancia permanecen sin cambios. En la sección de crominancia, la mayor parte de los circuitos son también comunes. Solo los demoduladores de color y los circuitos de identificación para el biestable tienen circuitos separados para PAL y SECAM.

Mediante un amplio uso de bobinas impresas, el número de puntos de ajuste puede reducirse a un mínimo. Se ha aplicado un nuevo principio de circuito para el ajuste de saturación de color SECAM. Un sencillo potenciómetro que conduce solo corriente continua, permite el control de la saturación de color. Todas las operaciones de conmutación se realizan por diodos de silicio en la sección video. Este principio de conmutación sin contactos garantiza una gran confiabilidad operacional.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana

### Equipo de central de barras cruzadas BXB 1100

Se han recibido nuevos pedidos del General British Post Office para equipos de barras cruzadas tipo Pentaconta que

sustituirán a las centrales actuales en Newcastle-upon-Tyne, Inglaterra y en Belfast y Carrickfergus en Irlanda del norte.

La nueva central de Newcastle tendrá una capacidad inicial de 14.500 líneas. Las de Belfast y Carrickfergus tendrán 17.200 y 1.600 líneas respectivamente de capacidad inicial. La instalación de estos nuevos equipos representa una modernización total de las tres centrales, sustituyendo, en el caso de Newcastle, por ejemplo, equipo "paso a paso" Strowger de STC que ha estado en servicio durante unos 40 años.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

### Symposium de ITT de planificación y dirección de redes de telecomunicaciones

Este symposium tuvo lugar en París del 25 al 30 de Noviembre de 1968, y es el primero dado en Francia bajo el patrocinio de International Telephone & Telegraph Corporation. Fué organizado por las compañías Le Matériel Téléphonique y Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, en cooperación con el Laboratoire Central de Télécommunications y el Centre Français de Recherche Opérationnelle y también con las compañías asociadas Bell Telephone Manufacturing Co. (Bélgica), Fabbrica Apparechiature per Comunicazioni Elettriche (Italia), Standard Elektrik Lorenz AG (Alemania), Standard Telephones and Cables Limited (Gran Bretaña) y los laboratorios de ITT Laboratorios de España y Standard Telecommunication Laboratories (Gran Bretaña).

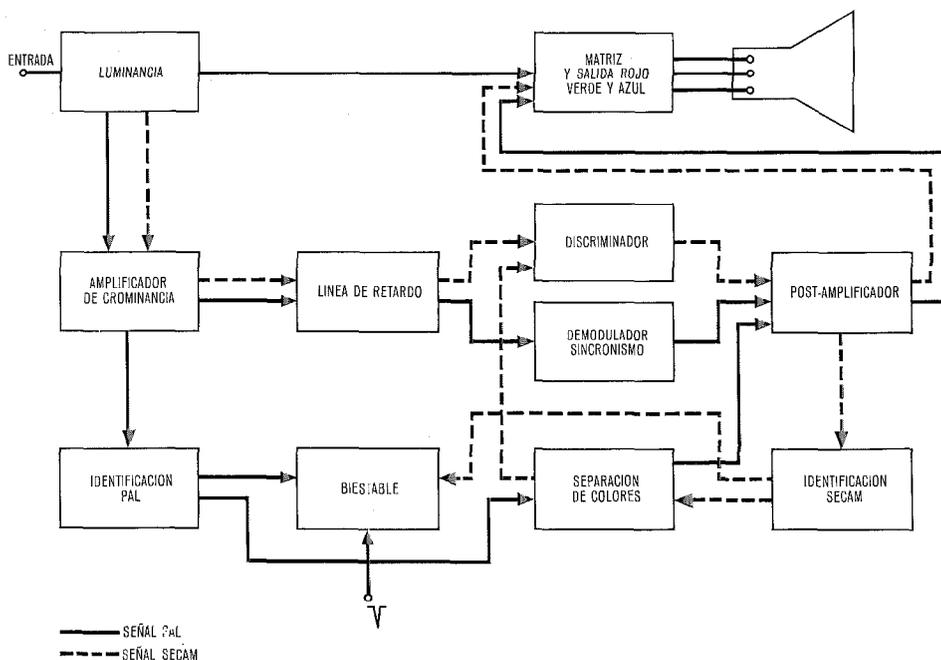
Asistieron a las conferencias un gran número de participantes, delegados por las Administraciones de telecomunicaciones de 17 países. Su participación activa en las discusiones demostraron que los asuntos presentados estaban en línea con sus problemas reales.

En este symposium, los asuntos principales fueron:

- factores humanos en las telecomunicaciones,
- mejora y reducción de coste de las redes locales de abonados,
- redes rurales,
- redes telex,
- redes de transmisión integrada para telefonía y proceso de datos,
- sistemas y planificación de transmisión,
- tendencias y facilidades en el discado a larga distancia,
- evolución en las centralitas privadas.

También se han considerado ampliamente las nuevas técnicas, tales como:

- optimización de redes por ayuda de computadores,
- tasación y registro centralizados,



Esquema simplificado del decodificador PAL/SECAM.

- medios y métodos de observación de tráfico,
- sistemas de conmutación de mensajes,
- tendencias en la conmutación electrónica tanto para sistemas con conmutación en espacio como modulación por codificación de impulsos,
- principios de explotación de redes.

Gracias a la cooperación de la Administración francesa de los PTT, se organizaron visitas a los más modernos centros interurbanos de París. Durante los días siguientes se completó el ciclo con otras visitas a la central telefónica electrónica 10 C instalada por Bell Telephone Manufacturing Co. en Amberes para la "Régie Belge des Télégraphes et Téléphones" y a las más interesantes realizaciones de Standard Telecommunication Laboratories y Standard Telephones and Cables en Harlow y Londres, seguidas por el centro de tránsito PCM que se instaló en la central de Empress por el British Post Office.

Le Matériel Téléphonique, Francia

#### Cuarto contrato importante para la central de fuerza de Didcot

El grupo de sistemas de datos de Standard Telephones and Cables Limited va a suministrar equipo de conmutación para el control de válvulas en muchos puntos y su indicación, y sistemas de medición de caudal y temperatura en la nueva central de fuerza de Didcot situada a 24 km al sur de Oxford. El equipo se suministra por subcontrato a Bailey Meters & Control Ltd. que tiene el contrato principal en la estación de fuerza de Didcot.

Anteriormente a este cuarto contrato importante en Didcot el

grupo de STC había recibido pedidos para el control de secuencias, equipo de alarma y discrepancia.

El equipo de conmutación se montará en unidades de aparatos enchufables de STC tipo AS-68. Estas unidades, que constituyen una innovación en el montaje de aparatos electromecánicos, pueden alojar hasta 12 relés tipo Post Office en un espacio menor de 15 cm de alto, 16,5 de ancho y 18 cm. de fondo. De la utilización de estas unidades en Didcot resultará una considerable economía de espacio y el consiguiente ahorro en el coste del montaje.

Una mayor economía de espacio se obtiene por la utilización de relés con mercurio para los indicadores de temperatura y caudal.

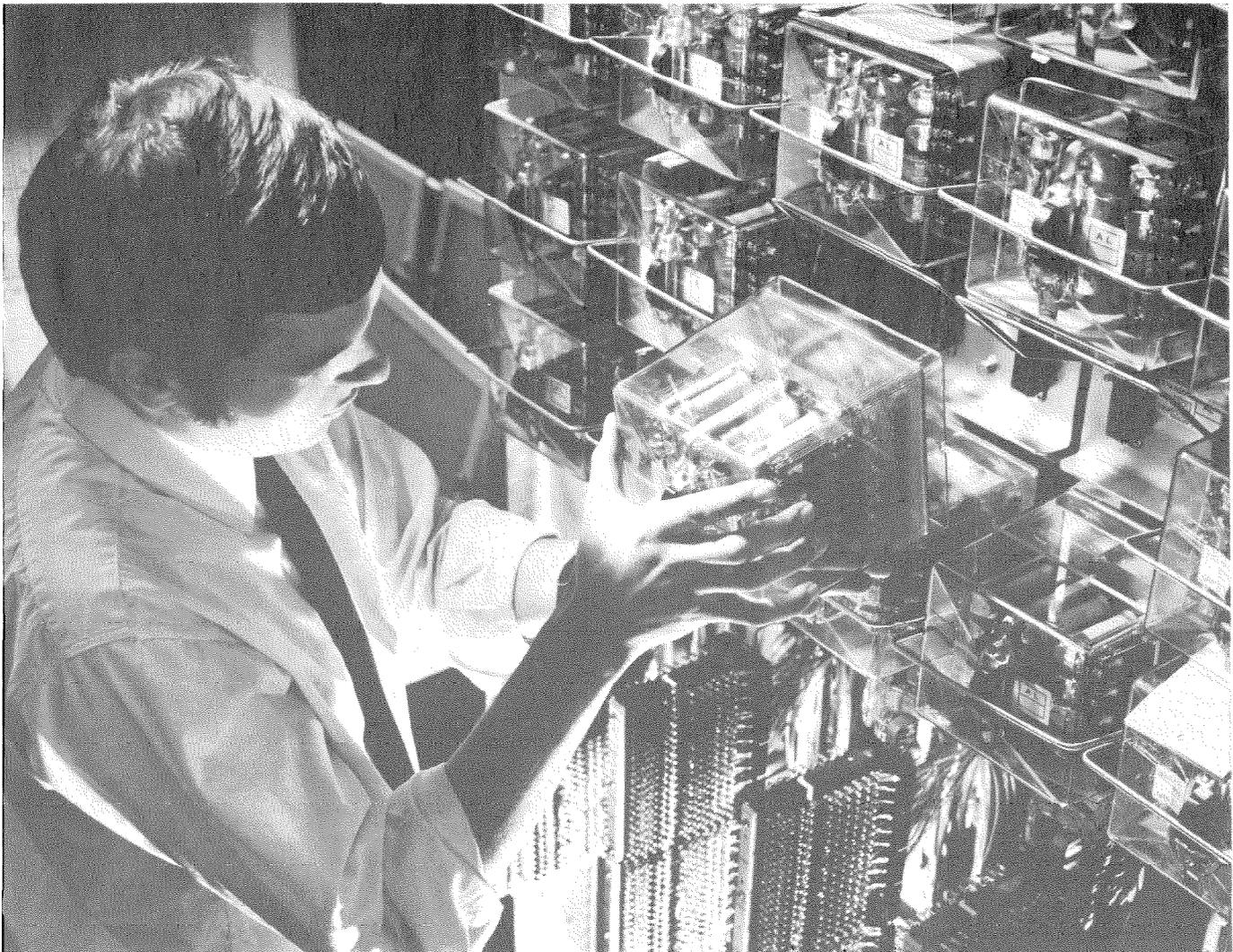
Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

#### Sistema de microondas con tramo de 115 km en el sur de Alemania

El Deutsche Bundespost ha pasado un pedido de un equipo de microondas de 1800 canales para investigar el comportamiento de la propagación a larga distancia y sus efectos. Funciona en un tramo de 115 km con visibilidad sobre terreno accidentado y paralelo principalmente a un valle de un ancho río. Se empleará diversidad en el espacio utilizando dos antenas parabólicas Cassegrain de 3 m.

Un equipo similar que forma parte del sistema de microondas de México ha funcionado satisfactoriamente durante años con equipo de SEL de 4 GHz y 6 GHz en un tramo de 110 km.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana



Unidades enchufables tipo AS-68 en pruebas.

**Nueva serie de equipo radio móvil**

Como resultado de 18 meses de investigación y desarrollo intensivo, se ha introducido una nueva serie de equipo de radio móvil STAR (Standard Telephones Advanced Radiotelephone).

Se ha creado una nueva división de Standard Telephones and Cables, la de radiotéléfonos móviles, para la fabricación y ventas del equipo en el mercado local y extranjero y se organizará el servicio en colaboración con la organización mundial de ITT.

Los primeros modelos de la serie STAR trabajarán con modulación de frecuencia en la banda para equipos móviles de ultra-alta-frecuencia. Los canales que necesitarán una antena para móviles de solo 15,2 cm de altura se caracterizan por una excelente penetración de radio en calles estrechas y túneles y por la casi total ausencia de interferencias, incluso las de encendido de los coches. La comunicación no se interrumpe ni bajo los puentes ni en los pasos subterráneos. Con el diseño avanzado de estado sólido y el empleo de un micrófono que elimina los ruidos, el nuevo equipo ofrece un tipo de comunicación móvil que no se había logrado anteriormente, con un sonido claro y excelente reconocimiento de la voz.

El equipo móvil mide solamente  $23 \times 18 \times 5$  cm y pesa 2,27 kg. Con un estilo apropiado para 1970, establece nuevos patrones de seguridad, conveniencia para el uso y presentación. Los mandos que son extraordinariamente sencillos no sobresalen y el diseño frontal de forma especialmente preparada, sobre amortiguadores, protege tanto al equipo como al usuario. Otras dos unidades asociadas con él, transmisor receptor de la estación base y unidad de control a distancia, no son mucho mayores que la unidad móvil misma y las tres pueden ser transportadas con facilidad. También son totalmente de estado sólido sin partes móviles ni relés.

Con una simple antena de la estación base de 15 á 30 m. de altura sobre el suelo, STAR dará una comunicación perfecta libre de ruidos sobre áreas de trabajo grandes como por ejemplo, aeropuertos y muelles. Puede obtenerse la cobertura de una gran ciudad (por ejemplo Londres) con una situación adecuada de la estación base.

El equipo funciona en la banda de 450—470 MHz y puede suministrarse para una separación de canales de 25 kHz o 50 kHz. El equipo móvil puede disponerse con un número de canales hasta cinco.

La salida de potencia del transmisor (aplicaciones fija y móvil) es de 5 á 7 vatios y la desviación máxima de frecuencia es de 5 kHz ó 15 kHz. El receptor tiene una sensibilidad de 1 microvoltio para una relación señal a ruido de 12 dB y una selectividad de 70 dB cuando se prueba con dos señales de entrada. La salida de audio es de 2 vatios en un altavoz de 3 ohmios, con menos del 5% de distorsión. El consumo de corriente de un generador de 12 V. de c. c. es 200 mA en recepción y 1,3 A en transmisión.

Las unidades STAR son las primeras de su clase que emplean circuitos impresos de ultra-alta-frecuencia, así como bobinas de sintonía helicoidales de ultra-alta-frecuencia y un discriminador de cristal en el receptor. Los equipos están diseña-



Fig. 1 Radiotéléfono "STAR" de UHF instalado debajo del tablero de un vehículo. El micrófono es del tipo supresor de ruidos.

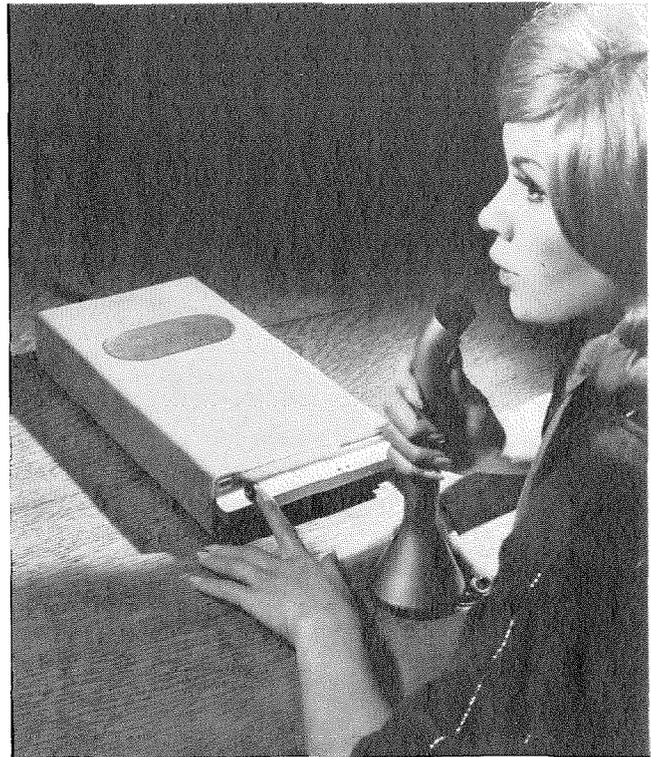


Fig. 2 Unidad de control de la estación base de UHF. El control puede ser local o a distancia sobre línea telefónica.

dos para cumplir las especificaciones mundiales incluyendo las del British General Post Office, Electronic Industries Association (USA) y Department of Transport (Canadá). También se ha conseguido por la cuidadosa elección de los componentes usados una gran confiabilidad.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

**Sistema de conmutación de mensajes DS 4 para el departamento de aviación civil de Austria**

El departamento de aviación civil de Austria ha hecho un pedido a la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, de una central controlada por computador, de retransmisión de mensajes tipo DS 4, como resultado de un reciente concurso internacional. En Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44, nº 1 de 1969, se ha dado una descripción detallada de este sistema. Sus características principales son:

- operación completamente automática que evita a los usuarios muchas operaciones: la operación de almacenamiento y envío asegura la retransmisión en las mejores condiciones;
- alta confiabilidad de transmisión sin interrupción de tráfico conseguida con una duplicación, y conmutación instantánea al equipo de reserva.

La seguridad del tráfico aéreo depende en gran parte de la confiabilidad de la red de comunicaciones entre los servicios de control y este sistema cumple estos requerimientos. A causa de la posición central del aeropuerto de Viena en la red de aviación europea, el departamento de aviación civil de Austria reemplazó el centro semiautomático existente por este nuevo centro DS 4 automático y de mayor capacidad, etc. Con 60 líneas de salida, el sistema maneja el tráfico de distintos servicios y aeropuertos bajo control austriaco y lo dirige a los principales aeropuertos de Europa.

Está programado que el sistema DS 4 entre en servicio a principios de 1970, pocos meses después de la inauguración de un centro similar en Orleans, Francia, para el Air Navigation Service.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

**Equipo TACAN producido cooperativamente en Francia y Alemania**

Hace diez años se inició a niveles de gobierno, la cooperación franco-alemana para el desarrollo y producción de equipos TACAN, así como entre las compañías Le Matériel Téléphonique y Standard Elektrik Lorenz. El TACAN\* (Tactical Air Navigation), es un sistema de radio-navegación para distancias cortas y medias. Cada equipo componente se produce solo en un país para reducir los costes de herramientas y fabricación, de modo que cada instalación completa incluye equipo de ambos países. La mayor parte de aviones militares en Francia y Alemania, así como en otros países, han sido previstos con aparatos TACAN. La cantidad de equipos suministrados excede de 4.000. También, las dos compañías entregaron e instalaron 200 estaciones de tierra de TACAN aproximadamente y obtuvieron un contrato cubriendo la conservación de estos sistemas.

La coordinación de la coproducción está asegurada por el Comité TACAN franco-alemán compuesto de delegados de los dos gobiernos y de las dos compañías. El comité se reúne dos veces al año, alternativamente en Francia y Alemania. La reunión del décimo aniversario se celebró en Stuttgart el 7 y 8 de Noviembre de 1968, y asistieron personalidades del gobierno francés y del Ministerio de Defensa alemán y de gestión.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania  
Le Matériel Téléphonique, Francia

**Gran pedido recibido para teletipógrafos ITT-Creed**

En el mes de Diciembre de 1968, el British General Post Office ha pasado un pedido de teletipógrafos a ITT-Creed, principalmente del modelo 444. Este ha sido el mayor pedido recibido por la Compañía en una sola orden durante sus 67 años de existencia.

En la orden del GPO se incluían 7.000 teletipógrafos y 1.300 lectores de cinta de papel. Más de la mitad de los teletipógrafos incluirán lectores de cinta de papel y perforadoras.

\* Marca de International Telephone & Telegraph.

La mayor parte del equipo se utilizará en el servicio telex del Reino Unido y la cantidad ordenada refleja el gran nivel de expansión de la red. Actualmente hay más de 24.000 abonados conectados al sistema y su número está creciendo en la proporción de un 20 % por año.

Los teletipógrafos se fabrican en la factoría de ITT-Creed en Brighton, Sussex y los lectores de cinta en la planta de Treforest en South Wales. Las entregas se harán durante el año 1969.

ITT Creed obtuvo su primer pedido del British Post Office hace más de 65 años. Fue para 12 de los originales perforadores de teclado Creed. Desde entonces la Compañía ha suministrado miles de teletipógrafos para el servicio telex y telegráfico. La mayor parte de los pedidos fueron para el famoso modelo 7 que ahora se ha reemplazado por el 444.

La producción del modelo 7 ha cesado, y durante sus 36 años de vida se han suministrado más de 100.000 unidades desde las fábricas Creed.

ITT Creed & Company Limited, Reino Unido

**Máscaras para circuitos integrados de semiconductores**

Se ha demostrado que mediante la utilización de mecanizado por laser, técnicas de computador y nuevos métodos de trazado, es posible reducir desde cuatro semanas a dos días el tiempo necesario para hacer un juego de 6 máscaras de difusión para la producción de circuitos integrados con semiconductores.

Normalmente, las máscaras se preparan, partiendo del diagrama de circuito inicial, empleando un método de prueba y error para determinar las características principales del trazado. Para un circuito es necesario un juego de seis máscaras, adaptándose exactamente cada una con las demás. Después de dibujar un trazado más exacto, con conexiones interiores, se produce una versión final, cambiando el trazado y la interconexión alternativamente para conseguir la solución mejor. Esta se dibuja sobre una retícula de mucha precisión, como un



Teletipógrafo 444 en la última etapa de fabricación.

dibujo compuesto que da las características principales de las seis máscaras. Se ponen entonces en el dibujo las coordenadas de todas las características principales y se utilizan para "cortar y pelar" una serie de máscaras de "Rubilith". Finalmente, se reducen fotográficamente, de una en una, para producir pautas patrón para la máquina de "paso y repetición" utilizada en la producción actual de circuitos integrados con semiconductores.

La serie de operaciones anterior no solamente es tediosa y larga, sino que está propensa a errores en el dibujo, en la determinación de coordenadas (puede ser necesario leer hasta 500 coordenadas) y en el proceso de "cortar y pelar". También pueden surgir errores en la reducción fotográfica y en la localización de coordenadas de las distintas características de los dibujos.

En una nueva técnica cada elemento del circuito está representado por un modelo de loseta de plástico, con un tamaño 400 veces mayor, en el que se muestran las posiciones de contacto y con un borde que corresponde a la mitad de la separación de un canal aislante que permite que las losetas se coloquen en contacto unas con otras sobre el cuadro del trazado.

Se ha escrito una colección de seis rutinas secundarias para producir el elemento de la máscara total representado por la loseta. Estas rutinas se introducen en la memoria del computador y están dirigidas por un código sencillo asociado con cada loseta.

La mesa del trazado tiene una retícula de coordenadas por la cual se posicionan las losetas, y otra segunda retícula transparente superpuesta exactamente que se usa para el trazado del conexionado interno, con un lápiz de cera. La posición de las losetas y las conexiones se alteran alternativamente hasta conseguir un trazado óptimo. Entonces, las conexiones se hacen permanentes con una cinta exactamente a escala.

La siguiente etapa es registrar manualmente (o automáticamente mediante un numerador) la posición desde la esquina inferior izquierda de cada loseta y el código de la loseta. Para las conexiones interiores, se registra cada terminación de línea y cambio de dirección. La información se transfiere a tarjetas perforadas, que alimentan al computador que produce en forma de cinta perforada, la información detallada para controlar el equipo de mecanización de máscaras por laser.

La máscara en blanco se coloca en una mesa de coordenadas que se mueve de acuerdo con las instrucciones de la cinta perforada, la cual hace la conmutación del laser para actuar o no adecuadamente.

Para cada una de las seis máscaras se produce una cinta perforada diferente; el tiempo medio de mecanización por cada máscara es de 30 minutos aproximadamente. Las máscaras así completadas están preparadas para la máquina de "avance y repetición" empleada para producir conjuntos de máscaras que engendran por sí solas los microcircuitos.

Standard Telephones Laboratories considera el proceso como una solución interina que será reemplazada eventualmente por un diseño completo con ayuda de un computador, que producirá automáticamente las cintas de control, sin intervención manual.

El desarrollo del sistema ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio británico de tecnología como parte del programa avanzado de ayuda por computadores. El laser He-Ne fué desarrollado originalmente por los Services Electronics Research Laboratories, Baldock, Inglaterra.

Standard Telecommunication Laboratories Limited,  
Reino Unido

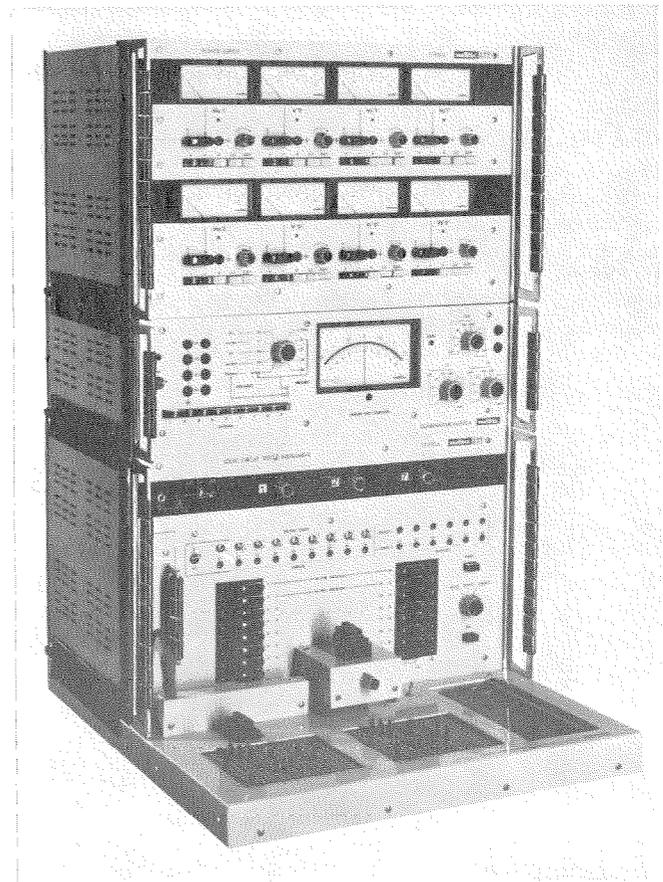
### Unidades auxiliares para el equipo de prueba TX 935 A de circuitos de lógica

En un número anterior de Comunicaciones Eléctricas (Vol. 43, nº 4 de 1968, pág. 404), se hizo una descripción del equipo TX 935 A para prueba de circuitos de lógica. Posteriormente se han desarrollado dos unidades modulares por ITT Metrix Co. (Compagnie Générale de Métrologie) para usarse asociadas con dicho equipo.

### Analizador de corriente HA 935

Permite la medida de corrientes de entrada directas " $I_D$ " e inversas " $I_I$ ", así como las corrientes de suministro de voltaje de todos los tipos y familias de circuitos integrados que pueden probarse con el equipo TX 935 A. Se escoge el terminal de entrada del dispositivo a probar pulsando uno de los conmutadores del selector de entrada; al mismo tiempo se someten los restantes terminales de entrada a uno de los cuatro voltajes de polarización dispuestos o directamente conectados al aparato TX 935 A.

Se utiliza un conmutador rotatorio de cinco posiciones para fijar la corriente en el terminal de entrada seleccionado y los valores correspondientes en las otras entradas. La unidad HA 935 A cumple 3 funciones: medidor de precisión de 10 escalas para la corriente de la fuente de alimentación de colector y corrientes de entrada directa e inversa  $I_{VCC}$ ,  $I_I$  e  $I_D$ . Permite la medida continua de la corriente de la fuente de alimentación de colector mientras se está analizando el dispositivo en el aparato TX 935 A en la modalidad de operación "automática".



Equipo de pruebas TX 935 A complementado con la unidad HA 935 montada en su parte media y la HA 936 en la inferior.

### Programación manual del cuadro de terminales HA 936

Este sistema de programación de la matriz del cuadro de terminales facilita al operador colocar los circuitos de lógica y hacer la interconexión de todos los circuitos y cargas para todos los tipos de dispositivos de lógica que puedan probarse con el aparato TX 935 A. Se ha diseñado para acoplarse con este último y reemplazar a todos los tipos de programación pre-cableada clavija-aparatos empleada anteriormente en el laboratorio para investigación o análisis, que se continúan utilizando para inspección de entrada o medidas de tipo repetitivo.

ITT Metrix (Compagnie Générale de Métrologie), Francia

**Sistema de altavoces y votación para el Ayuntamiento de Westminster**

Un nuevo sistema de amplificación de sonido y un sistema electrónico de recuento de votos de los miembros del Concejo están ahora en servicio en la recientemente restaurada Casa del Ayuntamiento de Westminster.

El edificio construido en 1920 y dañado severamente por los bombardeos de la segunda guerra mundial, fué abierto oficialmente en su nueva forma en Octubre de 1968.

La misma cámara del Concejo ha sido rediseñada y ampliada. Dispone de asientos para 72 miembros, cada uno con su mesa y su panel de control. Este comprende tres pulsadores para votar "sí", "no" y "no vota". También dispone de un micrófono y lámpara piloto del micrófono. Entre las mesas hay también unos altavoces para zonas pequeñas. También hay altavoces en las galerías para la prensa y público.

Paneles de "oroglas" montados a cada lado de la cámara, suministran indicación numérica iluminada de los votos emitidos, el tiempo concedido a los oradores, así como también, sobre el estado de funcionamiento del equipo mismo. Un reloj sincrónico está montado en el centro de cada panel.

El sistema de votación tiene control centralizado y unos pulsadores independientes permiten que el sistema sea conmutado a la posición de presentación del recuento de votos (produciendo también un registro impreso) y actuación de timbres.

El control del sistema de amplificación de sonido se realiza por un operador en la galería de prensa. Todos los micrófonos están relacionados con un panel de pulsadores en el que éstos tienen una situación concordante con el plano de asientos de la cámara. El volumen de los altavoces puede modificarse desde el panel y un dispositivo de cronometraje permite limitar los discursos. Toda la sesión se registra en cinta.

Tanto el equipo de amplificación como el asociado son de naturaleza modular y está colocado, junto con los relés contadores de votos, en una pequeña sala detrás de la galería de prensa. La naturaleza modular del sistema facilitará la ampliación si es necesaria.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido



Pupitre de control en el Ayuntamiento de Westminster para la amplificación del sonido. Los pulsadores que controlan los micrófonos de los miembros están dispuestos de acuerdo con los asientos.

**Unidad electromecánica sintonizada para circuitos integrados**

La finalidad de la unidad es realizar en tamaño miniaturizado y bajo coste la selectividad de frecuencia de alto Q que se necesita corrientemente en equipos de comunicaciones. Para esto, se utilizan la estabilidad propia y alto Q de resonadores mecánicos.

El dispositivo resonante electromecánico consiste básicamente en uno o más elementos resonantes metálicos montados sobre placas conductoras que forman los transductores electrostáticos de entrada y salida. La fuerza electrostática variable causada por la señal de entrada actúa en el elemento metálico y lo excita a vibración por flexión correspondiente a su frecuencia natural. Esta frecuencia depende del material y sus dimensiones físicas. El elemento vibrante produce pequeñas variaciones en la capacidad del transductor de salida que se detectan con un amplificador de alta impedancia de entrada.

Este dispositivo es muy apropiado para usarlo en circuitos integrados, como unidades separadas o como parte integral de una red más compleja. De este modo, podrían suministrarse circuitos integrados con sintonía muy aguda que se necesitan frecuentemente.

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Reino Unido

**Sistema de presentación para la policía sueca**

Para establecer métodos avanzados en la persecución de criminales, la policía de Suecia ha comprado cierta cantidad de terminales con pantalla de presentación de datos fabricados por Standard Radio & Telefon AB de Suecia. Con la ayuda de estas instalaciones, la policía obtendrá información al segundo, de distintas clases de datos archivados en la memoria central de datos del complejo de proceso. Por medio del teclado de la unidad de presentación, el operador obtiene los datos desde el computador, por ejemplo, de personas desaparecidas, casos criminales sin resolver, huellas digitales, cosas perdidas y encontradas, así como información de control de pasaportes.

El sistema de presentación ALFASKOP\* que se ha utilizado encuentra nuevo campo de aplicación. Es un sistema de entrada-salida de datos periférico diseñado básicamente para comunicación a distancia con un computador central operando casi en tiempo real. Los datos de entrada-salida alfanumérica se presentan en la pantalla de un tubo de rayos catódicos. El área efectiva de la pantalla tiene espacio para 16 líneas de texto con 80 posiciones cada una, de modo que pueden presentarse simultáneamente un total de 1.280 caracteres.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia



Unidad de presentación ALFASKOP.

**Gran centralita automática privada para la organización de radio y televisión francesa (ORTF)**

Este equipo está instalado en el centro francés de la ORTF en Buttes-Chaumont. Comprende una centralita Pentaconta\* 1000 del tipo para "Ministerios y servicios públicos" que cumple con las últimas ediciones de las especificaciones establecidas por el Departamento de Telecomunicaciones en París.

- Se equipa con:
- 1200 extensiones
  - 147 enlaces con la red de PTT,
  - 40 líneas de enlaces entre centrales automáticas y 45 de conexión (con otras centralitas de la ORTF),
  - 8 posiciones de operador y una de observación.

Este tipo de instalación usa equipo tipo "Compact" construido con doble fila de bastidores adosados espalda con espalda. La parte posterior de los bastidores es accesible desde el frente y el equipo se monta en armazones con bisagras, con cuya disposición se ahorra espacio de planta.

Esta primera central de nuevo diseño se puso en servicio en Agosto de 1968.

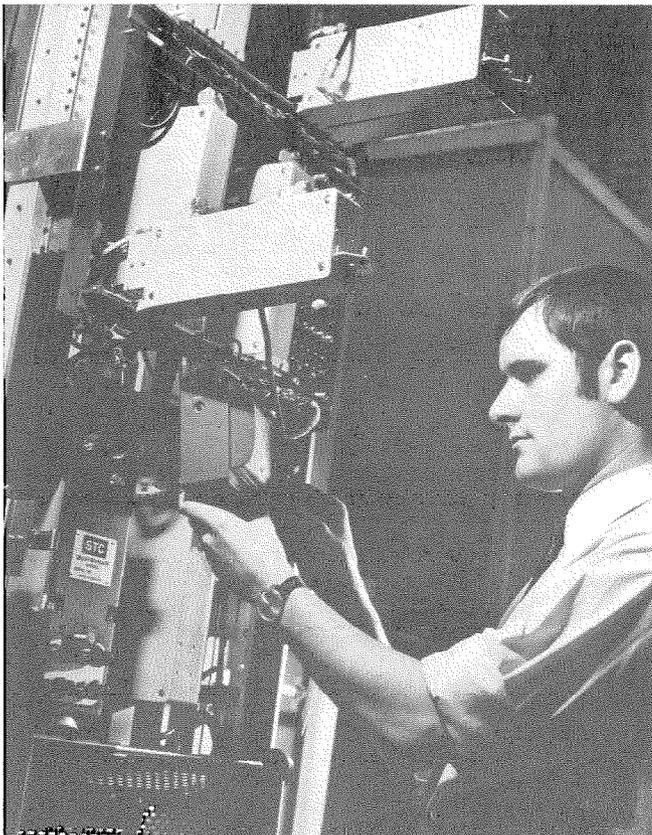
Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

**Nuevas órdenes importantes para equipos de microondas de gran capacidad tipo RL 6**

El British Post Office ha pasado pedidos para equipos de microondas de gran capacidad tipo RL6 que se usarán sobre tres rutas en el norte de Inglaterra, con frecuencia de 6 GHz.

Los enlaces proporcionarán siete canales de radio (incluyendo dos de reserva) entre Carlisle y Belfast, cinco entre Carlisle y Manchester y cuatro entre Leeds y Newcastle. Cada canal de radio en las rutas de Carlisle (equipo RL6D) será capaz para 960 circuitos telefónicos o su equivalente de datos, o una transmisión de televisión. El sistema Leeds-Newcastle (equipo RL6B) tendrá capacidad para 1800 circuitos telefónicos, datos, o transmisión de televisión en cada canal radio.

\* Marca de International Telephone & Telegraph Corp.



Pruebas finales de un sistema de micro-ondas RL 6 empleando un medidor de nivel.

En el caso de avería de un canal se realizará la conmutación automática al otro canal en las estaciones terminales. Para el tramo sobre el agua entre la estación de repetidores cerca de Stanraer y Belfast, se utilizará operación de diversidad en altura para contrarrestar el efecto de "fading" debido a las reflexiones múltiples.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

**Equipo de pruebas DMX 1 para modem de datos**

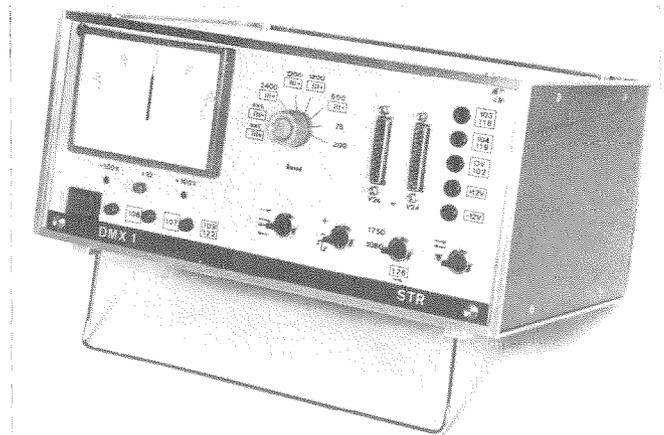
El equipo de pruebas DMX 1 sirve para la prueba y neutralización de la distorsión de polarización de los modems en las condiciones correspondientes a la recomendación V 24 del CCITT. Puede utilizarse con modems asincrónicos de acuerdo con la recomendación V 21 del CCITT (200 baudios), modems síncronos y asincrónicos de acuerdo con la recomendación V 23 (600/1200 baudios), así como para modems de doble velocidad (1200/2400 baudios). También puede emplearse para cualquier modem sincrónico que suministre elementos de sincronismo sobre el circuito 114 de CCITT a velocidades de señalización hasta 20.000 bits/segundo.

El dispositivo de pruebas consiste en un transmisor con generadores individuales para las distintas velocidades de señalización, un receptor con la indicación de distorsión de polarización, un suministro de alimentación, varios mandos (por ejemplo "petición de transmitir", "selector de velocidad") y lámparas indicadoras ("detector de señal", "dispuesto canal de datos", "preparado el equipo de datos").

Dos enchufes para conector Cannon de 25 contactos proporcionan la conexión del equipo de datos a las unidades complementarias que se necesitan. Estas pueden alimentarse desde el generador de voltaje del equipo de pruebas ( $\pm 12$  voltios).

El equipo está incluido en un armario que se coloca sobre una mesa. Tiene un ancho de 32,2 cm, una altura de 14,4 cm, un fondo de 22 cm. y pesa aproximadamente 5 kg.

Standard Telephone & Radio SA, Suiza



Equipo de prueba de modem DMX 1.

**Centrales telefónicas rurales para Colombia**

Las autoridades de la provincia de Antioquia (Colombia) han firmado un contrato con la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, para el suministro de 50 centrales telefónicas rurales tipo Pentaconta\* (8.600 líneas) y 4 centros de tránsito situados en Medellín, Concordia, Santo Domingo y Yarumal.

Las entregas se iniciarán a principios de 1969 y las últimas instalaciones se pondrán en servicio en 1971.

Este contrato es el primero de una serie de tres para completar la automatización de la red telefónica de la provincia de Antioquia. En 1966, la CGCT obtuvo el pedido para 4 centrales con 17.500 líneas telefónicas para la ciudad de Medellín.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

\* Marca de International Telephone and Telegraph Corporation.

**Mejora espectacular de la calidad de la palabra en los radioenlaces telefónicos sobre largas distancias**

La División de sistemas especiales y equipos de prueba de Standard Telephones and Cables ha recibido pedidos para equipos Lincompex (Linked Compressor and Expansor) de 20 países diferentes, entre ellos varios de Sudamérica, de Estados Unidos, África oriental, Oriente medio y Europa.

Este equipo Lincompex (compresor y expansor enlazados) produce una mejora importante en la calidad de la voz en radioenlaces para larga distancia.

Concebido originalmente por el British Post Office el sistema permite la operación duplex estable como un circuito telefónico de línea, reduciendo el ruido, las interferencias y el desvanecimiento (fading). En particular se obtiene una alta relación señal a ruido durante la conversación, eliminándose así absolutamente el ruido en los intervalos de la palabra.

Este equipo aumenta la capacidad de servir el tráfico de los canales a que se aplica, proporcionando un uso más eficaz del tiempo del circuito y extendiendo el período durante el cual es posible la utilización de los canales de pobre calidad.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

**Circuito integrado para relojes TAA 780**

Intermetall, una de las empresas más adelantadas en la producción de semiconductores en Alemania Occidental, ha sido la primera que ha utilizado circuitos integrados en relojes eléctricos. El nuevo reloj "IC" codificado TAA 780 es el resultado de esfuerzos especiales realizados en el diseño de circuitos integrados específicamente para el mercado europeo. Se inició la producción en Enero de 1969.

El dispositivo es un circuito integrado monolítico, que proporciona una salida estabilizada en voltaje para el mecanismo del reloj por medio de un oscilador electromecánico. Contiene un circuito de control que comprende muchos componentes activos.

El dispositivo encapsulado en plástico puede suministrarse con terminales doblados o rectos. Con un peso ligero y construcción muy reducida el TAA 780 está en línea con la tendencia general hacia la miniaturización. Otras ventajas inherentes a la tecnología de circuitos integrados, como alta confiabilidad y larga vida, lo hacen conveniente especialmente para su empleo en la industria de relojes.

ITT-Intermetall, República Federal Alemana

**Sistema de entretenimiento de la tripulación con tres programas**

La International Marine Radio Company está instalando actualmente en algunos barcos un sistema de nuevo tipo, el CES Mark II, para entretenimiento de la tripulación. El equipo, contenido en un armario de 198 cm. comprende receptores de radiodifusión, registrador de cinta, amplificadores de potencia y un dispositivo de tiempo. Los amplificadores alimentan altavoces en los alojamientos de la tripulación.

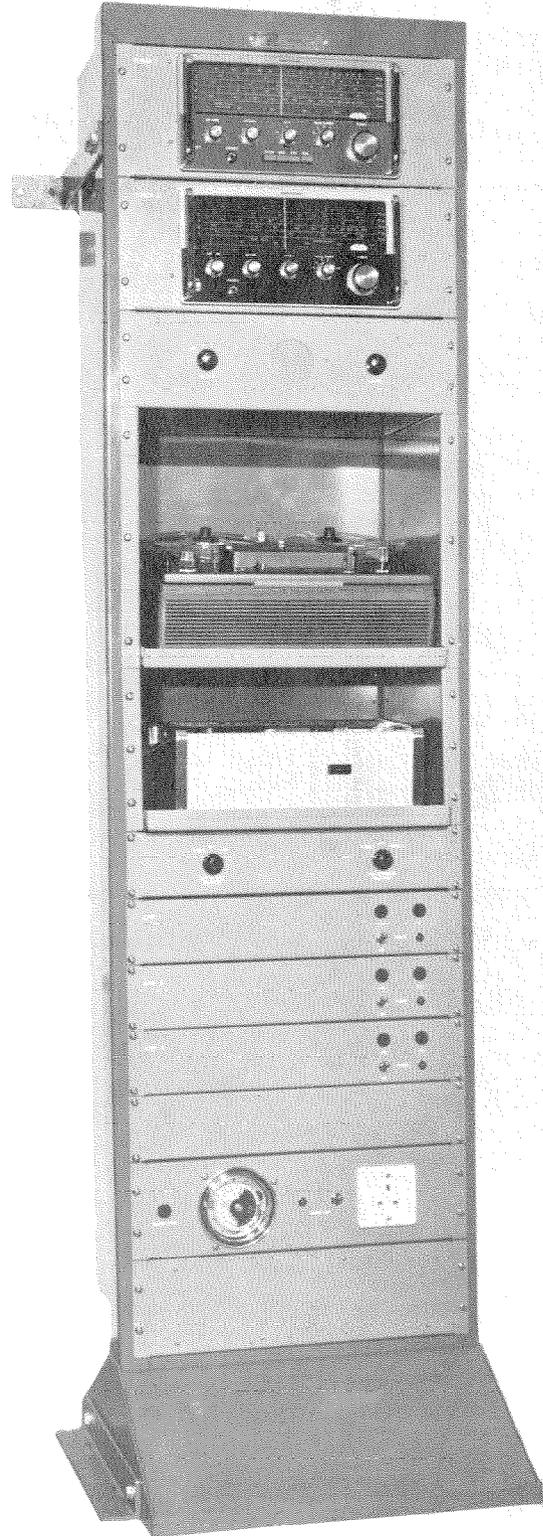
Dos receptores de marina de alta calidad, cubren la recepción de las frecuencias de radiodifusión desde 150 kHz á 30 MHz y de 38 MHz á 108 MHz de frecuencia modulada y VHF para uso en puertos y costa.

Un registrador de cinta de tres velocidades y dos pistas se utiliza para registrar noticias de radiodifusión, acontecimientos deportivos y distintas cosas para reproducirlas diferidas durante otros momentos. También tiene medios para registrar conversaciones radiotelefónicas con fines de comprobación. Un aparato musical proporciona música ligera continuamente en cada cabina y salas de reunión, cuando el barco está en áreas de recepción pobre.

Tres amplificadores de potencia con transistores de silicio con 25/30 vatios suministran tres programas a hasta 50 altavoces instalados en las cabinas y salas de reunión, permitiendo que cada cual pueda elegir el programa. Un dispositivo automático de tiempo puede utilizarse para desconectar totalmente el equipo y restablecerlo en momentos determinados según el

reglamento a bordo. Otras secciones incluyen un panel de distribución de fuerza para soldadores y lámpara de inspección. Se incluyen también un altavoz de observación y enchufe para casco telefónico.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido



El sistema para entretenimiento de la tripulación mostrando, de arriba a abajo, receptores de radiodifusión, locutor supervisor, magnetófonos amplificadores de potencia, dispositivos de tiempo.

**Contactos encapsulados**

Con los contactos encapsulados JDAA-53 herméticamente cerrados, que se muestran en la figura, pueden conseguirse mayores márgenes que con los relés "reed" de tipo convencional. Una armadura de material magnético está equilibrada con un resorte y actúa sobre unos botones de contacto sólido por medio de la acción rápida de una palanca. El campo magnético actuante se produce por una corriente a través de una bobina colocada alrededor de la caja no magnética, por un imán permanente externo o por una combinación de ambos.

Los contactos son de plata, óxido de cadmio plateado o tungsteno y permiten 1000 voltios-amperios de corriente alterna con una intensidad máxima de 10 amperios ó 120 vatios de corriente continua con un máximo de 5 amperios. Los contactos abiertos, soportarán 500 voltios de corriente continua.



Contactos cerrados herméticamente para acción por campo magnético exterior.

El cierre hermético asegura la operación en ambientes climatológicos aleatorios, larga vida en atmósferas de corrosión y baja resistencia de contacto después de largos períodos de inactividad.

La longitud total incluyendo los terminales de la clavija de conexión es solo 53 mm. y las dimensiones de ancho y grueso son respectivamente 22 mm. y 12 mm.

ITT Jennings, Estados Unidos de América

**Dos grandes organizaciones del Reino Unido piden centralitas telefónicas**

Recientemente se han recibido pedidos para centralitas automáticas privadas de IBM United Kingdom Limited y Rank Audio Visual Limited.

Estos sistemas se han diseñado para manejar automáticamente todo el servicio interior y de salida a la red, permitiendo que el trabajo del operador sea más eficiente con respecto a las llamadas entrantes.

La centralita automática para IBM con 250 extensiones dispondrá de 70 circuitos de conexión de los cuales 20 servirán para tráfico de entrada y de salida, 17 para llamadas de entrada solamente y 33 para salientes. También habrá dos líneas privadas. El sistema se vigilará y controlará desde tres cuadros de conmutación con llaves pulsadoras de nuevo diseño de Standard Telephones and Cables Limited.

El sistema para Rank Audio Visual Limited dispondrá de 400 extensiones y 50 líneas de conexión empleando también tres cuadros de conmutación con llaves pulsadoras.

En ambos sistemas se introducirán características especiales: los dos emplearán "restricción de enlaces" que permitirá dar diferentes grados de servicio a los teléfonos interiores para llamadas al exterior y de larga distancia. El sistema para IBM incorporará facilidades especiales para el cómputo de aquellas llamadas que tienen que hacerse a través del operador. También STC suministrará un circuito de entrada al localizador de personas en IBM que se controlará desde una extensión de la centralita.

En la centralita para Rank Audio Visual se dispondrá, que desde cualquier teléfono interior se pueda hacer una llamada de emergencia de tres dígitos en el caso de incendio, por ejemplo, y para incorporar una especial extensión manual de un operador para contestación prioritaria.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

**Equipo telefónico Pentaconta\* para México**

La Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, ha firmado su noveno contrato con TELMEX (Teléfonos de México) para instalar más de 22.000 nuevas líneas en el que se incluye la entrega del equipo necesario para ampliar líneas y circuitos en centrales anteriormente instaladas o en curso y repartidas en treinta poblaciones; 12.000 líneas serán para nuevas centrales.

Así, desde 1964, CGCT habrá suministrado más de 110.000 líneas para México.

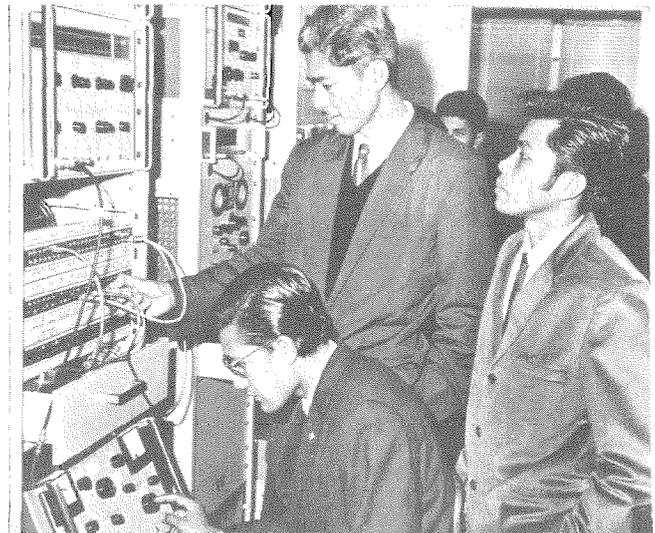
Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

**Personal de la estación terrena de Indonesia y Pakistan se entrena en Nutley - U. S. A.**

Un grupo de 34 ingenieros y técnicos de Indonesia y Pakistan participaron en un curso de entrenamiento en Nutley para operar y mantener una estación terrena de comunicaciones por satélites. Durante este período la división de ITT completaba la integración y pruebas del equipo de la estación terrena para un terminal en Indonesia. Este terminal comprenderá una antena parabólica de 27 metros de diámetro, un edificio de control y una planta de fuerza. La estación terrena situada a 128 km de Yakarta, estará dispuesta para servicios telefónicos, telegráficos y de televisión.

ITT Defense Communications, Estados Unidos de América

\* Marca de International Telephone and Telegraph Corporation.



**Sistemas telefónicos de gran seguridad para los planes de modernización de los ferrocarriles británicos**

El grupo de sistemas de datos de Standard Telephones and Cables Limited está suministrando, para la extensión de los esquemas de señalización de los ferrocarriles británicos, sistemas de comunicaciones telefónicas con bases en Saltley, Trent y Derby, tres importantes centros ferroviarios.

El equipo suministrado es el sistema telefónico de puestos de señales de STC, que por medio de aparatos telefónicos especiales en las señales y otras posiciones al lado de la ruta, proporcionará comunicación hablada de alta seguridad entre las tripulaciones de los trenes y las personas que efectúan el control de las señales.

El sistema facilitará el movimiento de trenes en condiciones normales y ayudará a mantener los horarios de trenes en condiciones de emergencia.

El área de Saltley utilizará 240 aparatos telefónicos, la de Trent 320 y la Derby 250, y los aparatos se enlazarán con las cajas de señales en grupos de hasta 24 por cada par de hilos telefónicos.

El sistema ofrece una gran seguridad operacional, en que el accionamiento de un pulsador de llamada en cualquier teléfono produce una identificación positiva del número de la señal que se presenta en la caja de señales, mediante la transmisión de un único código de impulsos por la línea, que bloquea todos los restantes teléfonos conectados al mismo circuito. El código total constante de impulsos de STC impide una presentación incorrecta de la identidad y el controlador de las señales puede editar instrucciones únicamente al conductor que ha identificado la señal.

De acuerdo con la norma de los ferrocarriles británicos de centralizar en un pequeño número de cajas de señal de fuerza el control de señalización sobre áreas extensas, las señaliza-

ciones telefónicas en todas estas áreas están conectadas a la caja de señal de fuerza relacionada. Con objeto de reducir el espacio necesario para acomodar la presentación de los números de señal en el pupitre de señalización, se utilizará para cada circuito una unidad de presentación común en línea.

Entre las características importantes del sistema se incluye un simple botón pulsador para operación del teléfono, concentración de todo el equipo complejo y baterías en la caja de señal de fuerza y gran fiabilidad.

El tipo particular de aparato telefónico utilizado en estos servicios es el últimamente anunciado de STC tipo SP. Es el primero de un tipo nuevo de unidades telefónicas industriales para su empleo en sistemas de tuberías de conducción, carreteras, minas y fábricas, así como en servicios de emergencia como policía, bomberos y urgencia médica.

Standard Telephones and Cables Limited, Reino Unido

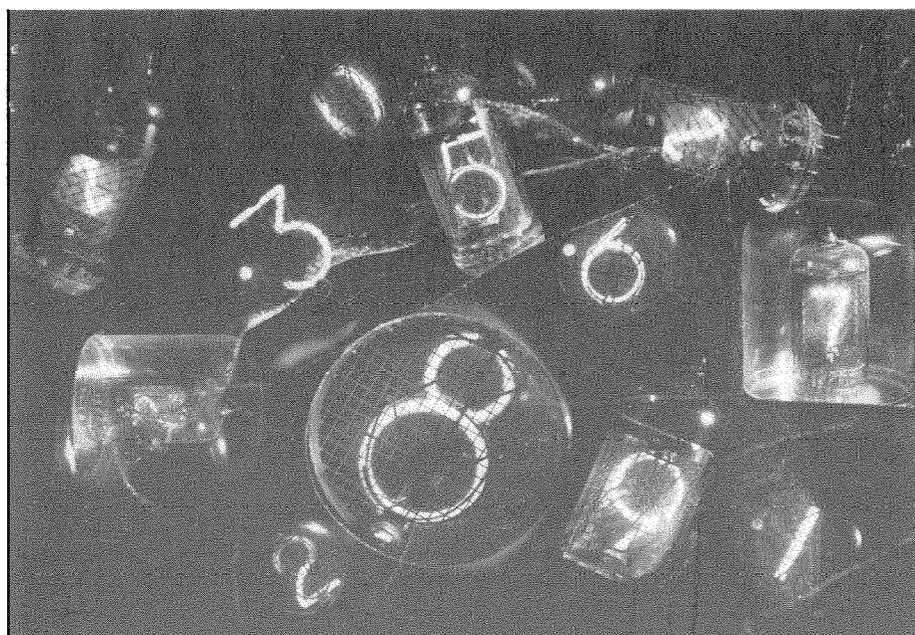
**Tubos indicadores de cátodo frío**

El pasado año ITT aumentó su ya extensiva gama de tubos indicadores con la adición de dos nuevos tipos, el GNP-7 y GNP-8 (que presentan dígitos de 0 á 9 y dos puntos decimales). Estos tubos se introdujeron para obtener un tamaño máximo de los números con relación al volumen del tubo y economía de espacio.

Ahora se está introduciendo una variante del tubo GNP-7, que se conoce como GNP-7H, que permite corrientes de pico más altas, para utilizarlo en operación por impulsos para división en el tiempo de los circuitos de control de dígitos comunes a varios tubos.

Este nuevo tubo se dispone con la ampolla transparente o en color rojo.

ITT Components Group Europe



Tubos indicadores.