

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION
Revista técnica publicada trimestralmente por
INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

VOLUMEN 54 (1979) NUMERO 4 RESUMEN

Comunicaciones Eléctricas presenta las investigaciones, los desarrollos y las realizaciones conseguidas por ITT y sus compañías asociadas.

Publicada desde 1922 en su versión inglesa, aparece ahora editada en cuatro lenguas. Se distribuye en el mundo entero.

Se invita a los ingenieros de ITT a proponer proyectos de artículos, cuyos resúmenes deben enviarse al editor internacional para su consideración.

Director

Lester A. Gimpelson, Bruselas

Editor Comunicaciones Eléctricas

Juan Antonio Gómez García, Madrid

Editor Electrical Communication

Michael Deason, Harlow

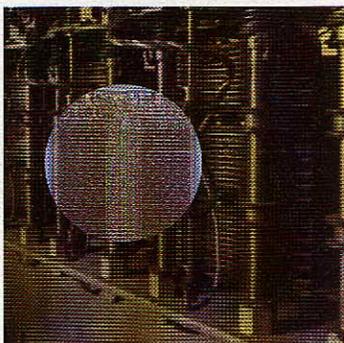
Editor Elektrisches Nachrichtenwesen

Otto Grewe, Stuttgart

Editor Revue des Télécommunications

René Thévin, París

La presente edición, por <i>L. A. Gimpelson</i>	282
El sistema de conmutación telefónica PENTACONTA 2000, por <i>I. de la Torre Agua, J. G. Gallego García, A. Herranz Herranz y M. D. Pachón Veira</i>	283
Sistema SPMR, por <i>J. M. Baraja Mucientes, F. González Vidal, A. Herranz y M. D. Pachón Veira</i>	293
La programación de control del sistema SPMR, por <i>M. Gamella Bacete, M. de Miguel Domínguez, S. Navas Gutiérrez y M. D. Pachón Veira</i>	303
Técnicas empleadas en el desarrollo de la programación del sistema SPMR, por <i>R. Peña Mari</i>	314
Estudio de tráfico para la unidad de control del sistema PENTACONTA 2000, por <i>L. Bermejo Saez, C. Díaz Berzosa, J. A. García Higuera y D. Gutiérrez García</i>	319
Registrador controlado por procesador para centrales del sistema rotatorio, por <i>D. Racki</i>	326
El futuro de la normalización en telecomunicación, por <i>W. T. Jones</i>	331
Receptores y emisores digitales de multifrecuencia, por <i>G. Thyssens y L. Verbist</i>	341
Los teléfonos en el mundo al 1 de enero de 1978	348
Nuevas realizaciones	353



La fotografía de la cubierta ilustra el progreso en la tecnología telefónica desde los voluminosos selectores electro-mecánicos Strowger a la moderna unidad de memoria integrada miniatura empleada en las últimas centrales controladas por ordenador.

Fotografía de la unidad de memoria,
por cortesía de Intermetall,
compañía alemana asociada a ITT.

La presente edición

En virtualmente todas las industrias, los fabricantes están deseando aplicar las nuevas tecnologías tan pronto y tan completamente como les es posible, relegando al olvido las anteriores generaciones. El campo de la Telecomunicación es diferente porque los equipos de conmutación y transmisión tienen vidas útiles, económicamente, entre 25 y 50 años; además las redes de telecomunicación mundiales representan inversiones inmensas que no pueden abandonarse. Por ello el fabricante responsable de equipos de telecomunicación, al tiempo que usa las más modernas tecnologías para nuevas líneas de productos, las emplea para proteger las inversiones de las administraciones telefónicas en las instalaciones existentes.

En el anterior número de *Comunicaciones Eléctricas* se presentó la nueva familia del Sistema 12 de ITT de centrales de conmutación totalmente digital. Emplean la última tecnología de estado sólido y el diseño con control distribuido para que permitan nuevos servicios de entrega de información. Al mismo tiempo se han diseñado totalmente compatibles con los equipos actuales, de modo que pueden introducirse fácilmente en las redes existentes.

Este número incluye artículos que describen las mejoras conseguidas en el equipo PENTACONTA*. Se han aplicado técnicas avanzadas de programación, control y componentes para extender significativamente la vida económica operacional de las instalaciones PENTACONTA. El diseño del sistema PENTACONTA 2000, como las análogas modernizaciones de los equipos, estaba condicionado por la necesidad de total compatibilidad con las instalaciones electromecánicas existentes, debiendo también permitir la ampliación de las centrales existentes con el nuevo equipo controlado electrónicamente. Los artículos, preparados por miembros del grupo de desarrollo de conmutación de Standard Eléctrica, S.A. (compañía española asociada a ITT) y su centro de investigación asociado, describen las acciones técnicas que se decidieron para dotar al sistema PENTACONTA 2000 con el mayor número posible de facilidades y servicios, respetando siempre la exigencia de compatibilidad.

El resto de este número está constituido por dos artículos que contienen el tema de la modernización de equipos, y un artículo que considera los posibles cambios que quizá se necesitaría en normalización si se mantuviese el ímpetu del desarrollo.

Un futuro número de *Comunicaciones Eléctricas* se dedicará a otro aspecto de la modernización, los sistemas de Servicios de Telecomunicación, grupo de módulos que pueden añadirse a las centrales electromecánicas para obtener todos los servicios con control por programa almacenado tanto para las administraciones como para los abonados.

* Marca registrada del sistema ITT

El sistema de conmutación telefónica PENTACONTA 2000

Totalmente compatible con su predecesor, el sistema PENTACONTA* 1000, y con los futuros sistemas electrónicos, este nuevo sistema proporciona nuevas características, permite la introducción de nuevas facilidades y reduce el espacio requerido mediante la creación de nuevos elementos de selección de línea, de selección de grupo y una nueva unidad de control con programa almacenado modular.

I. DE LA TORRE AGUA
J. G. GALLEGO GARCIA
A. HERRANZ HERRANZ
M. D. PACHON VEIRA
Standard Eléctrica, S.A., Madrid, España

Introducción

El sistema PC-2000 combina la seguridad de los experimentados aparatos de tecnología electromecánica de los sistemas de conmutación de barras cruzadas, PENTACONTA 1000, con las ventajas de una unidad de control totalmente electrónica. Está expresamente concebido y diseñado para satisfacer las exigencias de tráfico telefónico actuales y futuras, y permite introducir una amplia gama de nuevas facilidades, tanto para la administración como para los abonados. La tabla 1 resume las principales características del sistema.

El sistema PC-2000 está diseñado para aplicarlo a:

- Centrales urbanas en el margen de 2000 a 40.000 líneas con una carga media por línea que puede llegar a 0,23 E con aprovechamiento total del equipo.
- Centrales de tránsito a dos hilos, en las que no existen límites de capacidad en el número de enlaces y de tráfico a cursar.

El sistema PC-2000, ofrece diversas ventajas; entre las más importantes destacan:

- Reducción del volumen de equipo. En una configuración típica de central local el ahorro de espacio está entre el 20% y el 30%.
- Modularidad. Cada uno de los bloques funcionales del sistema PC-2000, unidad de selección de línea, unidad de selección de grupo o unidad de control, pueden ser instalados, tanto individual como conjuntamente, en una central PENTACONTA 1000 como sustituciones o como ampliaciones. La capacidad de la central puede ser fácilmente ampliada en pequeños o grandes incrementos; hasta tal punto esto es posible, que se puede asegurar que el equipo a instalar en cada situación es el estrictamente necesario según la demanda de tráfico, sin deterioro en la situación anterior o siguiente.
- Compatibilidad. Los nuevos elementos constituyentes del sistema PC-2000 son totalmente compatibles con el equipo PC-1000 existente. La señalización del sistema PC-2000 puede interconectarse fácil y libremente con cualquier tipo de señalización existente, y podrá trabajar con los sistemas futuros de señalización por canal común.
- Mejores facilidades de operación y mantenimiento. La supervisión, localización y aislamiento de faltas y las acciones correctivas son totalmente controladas por los miniprocesadores.

- La capacidad de tráfico a cursar y la velocidad de operación han sido significativamente mejoradas con la aplicación de la técnica de los miniprocesadores y la nueva filosofía de tratamiento en el control de los elementos de selección.

La innovación más importante en el sistema PC-2000 es la nueva unidad de control denominada multirregistrator con programa almacenado (MRPA), en inglés SPMR, cuya vista exterior del equipo se representa en la figura 1.

Tabla 1 - Facilidades del sistema de conmutación PC-2000

Identificación de la línea llamante durante la preselección.
64 categorías de abonado y restricciones almacenadas en la memoria del ordenador.
Líneas regulares, previo pago y PBX.
Líneas compartidas.
Recepción de dígitos por teclado.
Numeración no consecutiva de grupos PBX.
Tarificación detallada para todas las líneas.
Tarificación por impulsos.
Selección conjugada.
Ayuda mutua.
Disponibilidad completa de grupos de enlaces.
Búsqueda aleatoria.
Rutas alternativas.
Renovaciones.
Numeración cerrada o abierta.
Señalización multifrecuencia.
Enlaces unidireccionales o bidireccionales.
Señalización extremo a extremo.
Interconexión con todo tipo de centrales.
Categorías de rutas de entrada y salida.
Mesa de pruebas centralizada.
Liberación de la llamada por cuelgue del abonado que llama (excepto para llamadas con retención y llamadas maliciosas, en las cuales la identificación de la línea que llama se hace antes de liberar).
Bloqueo de emergencia.
- renovaciones
- temporizaciones
- categorías
- códigos de marcaje
- datos estadísticos
Detección automática de defectos en la unidad de control.
Bloqueo automático de los componentes de la unidad de control en fallo.
Prueba bajo petición o automática de los componentes de la unidad de control.

* Marca registrada del sistema ITT

Dependiendo de las necesidades de tráfico a cursar, la unidad de control de la central puede estar constituida por uno o más módulos SPMR. Cada módulo SPMR se compone básicamente de dos miniprocesadores ITT 1652 trabajando en tiempo real y redundancia activa. Normalmente, la carga de trabajo de cada módulo de la unidad de control está repartida entre ambos miniprocesadores; si uno de los miniprocesadores falla, el otro asume todo el control con un mínimo de afectación a la calidad de servicio.

La unidad de control de una central recibe y procesa toda la información que llega a la central, tal como los dígitos marcados por un abonado, y produce las instrucciones necesarias para dirigir y encaminar la llamada a su destino. Los órganos de control son retenidos solamente durante el tiempo realmente requerido para controlar la selección en la red de conmutación, normalmente del orden de microsegundos.

Los nuevos elementos de selección de línea y de selección de grupo han sido creados con el fin de aumentar su capacidad de tráfico y de control y obtener un aprovechamiento óptimo del equipo.

Entre las funciones electromecánicas de las unidades de selección y la operación totalmente electrónica de las unidades de control central del SPMR, se han creado interfaces que adaptan y aíslan los intercambios de información.

El sistema PC-2000 ha sido elegido por la Administración española como sistema a aplicar en la próxima generación para centrales urbanas. Como resultado de las características analizadas en una central piloto de 5000 líneas, puesta en servicio en diciembre de 1978, la Administración ha cursado peticiones en firme por un total de 250.000 líneas para su instalación y puesta en servicio durante 1980-1981. La aplicación del sistema PC-2000 a centrales de tránsito se está realizando en la actualidad.

También se está en contacto con varias Administraciones de otros países para otras instalaciones.

Consideraciones iniciales a la creación del sistema

La creación y diseño del sistema PC-2000 ha sido realizada teniendo en consideración constante las necesidades de las Administraciones telefónicas. Cuando se planifica la ampliación de una red, la Administración elabora un estudio para predecir el incremento de la demanda de tráfico que habrá dentro de un período de tiempo. Entonces planifica la ampliación de equipo para el período estudiado, de manera que exista suficiente equipo instalado para satisfacer la demanda a medida que ésta aumenta. Es pues una importante ventaja para la Administración que el equipo utilizado para ampliar las centrales existentes sea compatible con el ya instalado.



Fig. 1 Multirregistrator con programa almacenado que forma parte del PC-2000. El teleimpresor se usa para comunicación hombre-máquina.

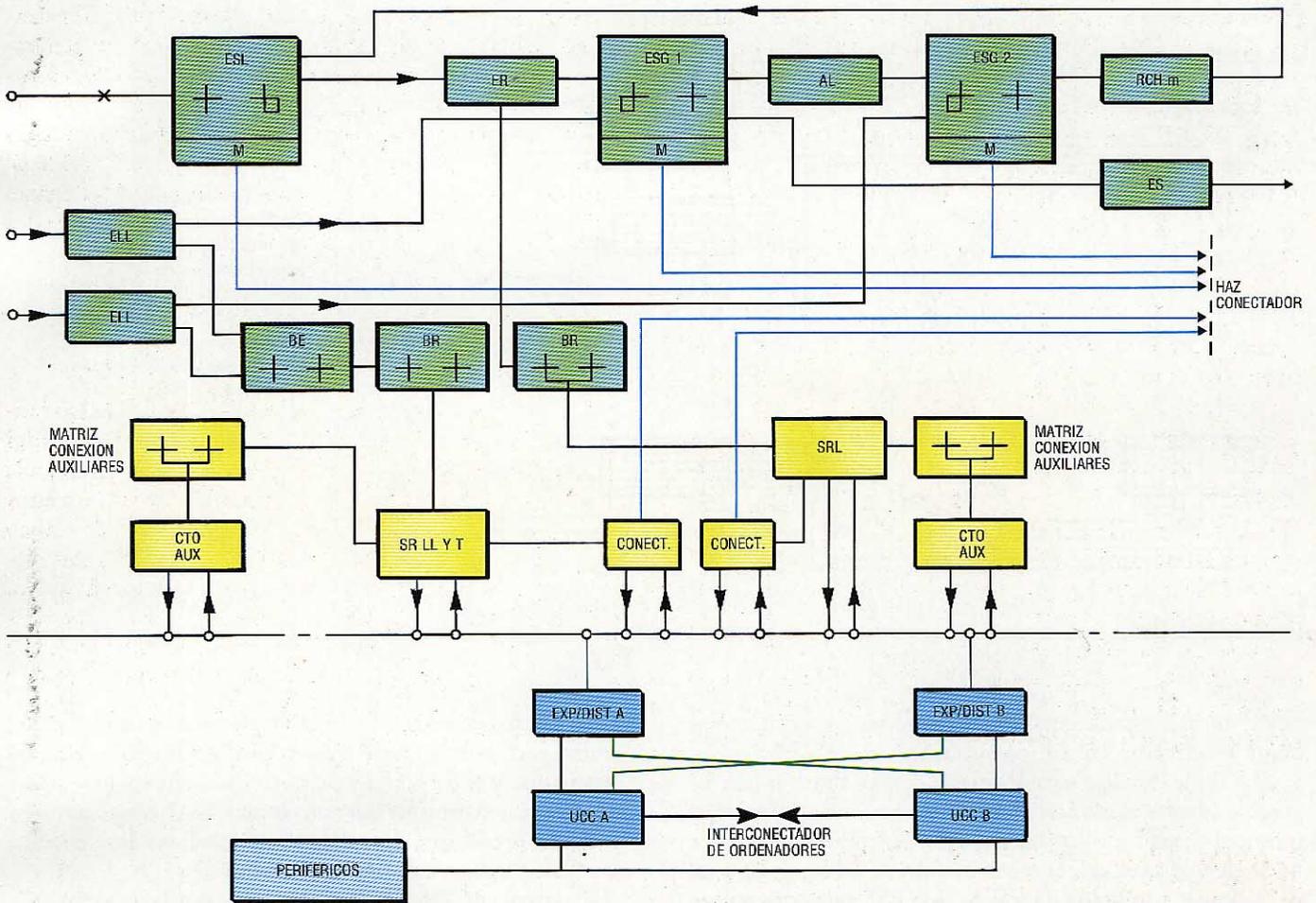


Fig. 2 Diagrama de bloques de una central local y de tránsito a 2 hilos del sistema PC-2000, dividido en tres unidades básicas: la etapa de conmutación y red de conversación (electromecánica); el interfaz con la unidad de control (electromecánica), y la unidad de control (electrónica).

El objetivo del programa de desarrollo PC-2000 fue crear un sistema de conmutación que posea un comportamiento mejorado utilizando los recientes avances en la tecnología electrónica, como el control por programa almacenado, utilizando miniprocesadores. Con este objetivo había tres caminos:

- Diseñar un sistema totalmente nuevo, sin tener en cuenta su compatibilidad con el equipo existente. La solución sería sustituir, en vez de ampliar, centrales existentes.
- Diseñar un sistema que permita la ampliación de una central existente, combinando la sustitución de equipo actual y la adición de nuevo equipo.
- Diseñar un nuevo sistema que permita las ampliaciones simplemente añadiendo módulos del nuevo equipo, continuando la utilización del ya instalado.

Como puede esperarse, hay compromisos entre la amplitud en que se utiliza la moderna tecnología y la compatibilidad entre el nuevo y el viejo equipo: un sistema totalmente nuevo (electrónico por ejemplo) requiere sacrificios en la compatibilidad; un sistema totalmente compatible tiene limitaciones en el uso de nueva tecnología.

En el caso de PC-2000, se tomó la decisión de diseñar un sistema de conmutación lo más avanzado posible, mientras que se mantiene una total compatibilidad con el equipo

existente. Como resultado, el sistema se puede utilizar tanto en la creación de nuevas centrales como en la ampliación de centrales existentes PC-1000 (añadiéndoles componentes PC-2000).

Descripción del sistema

El PC-2000 es un sistema de conmutación que utiliza multiselectores de barras cruzadas con una unidad de control con programa almacenado que consiste básicamente en una pareja de miniprocesadores que funcionan en redundancia activa. Puede trabajar con sistemas que empleen cualquier tipo de señalización de línea. En la figura 2 se muestra el diagrama de bloques de una central PC-2000 a dos hilos para tráfico local y de tránsito con dos etapas de selección de grupo. Pueden identificarse dos grupos funcionales básicos: la red de conversación y la unidad de control.

Red de conversación

La red de conversación está compuesta por los ESL, ESG, alimentadores y enlances.

La unidad de selección de línea está compuesta por uno o más elementos, a los cuales se conectan las líneas de abonado (Fig. 3). El tráfico en un elemento de selección de lí-

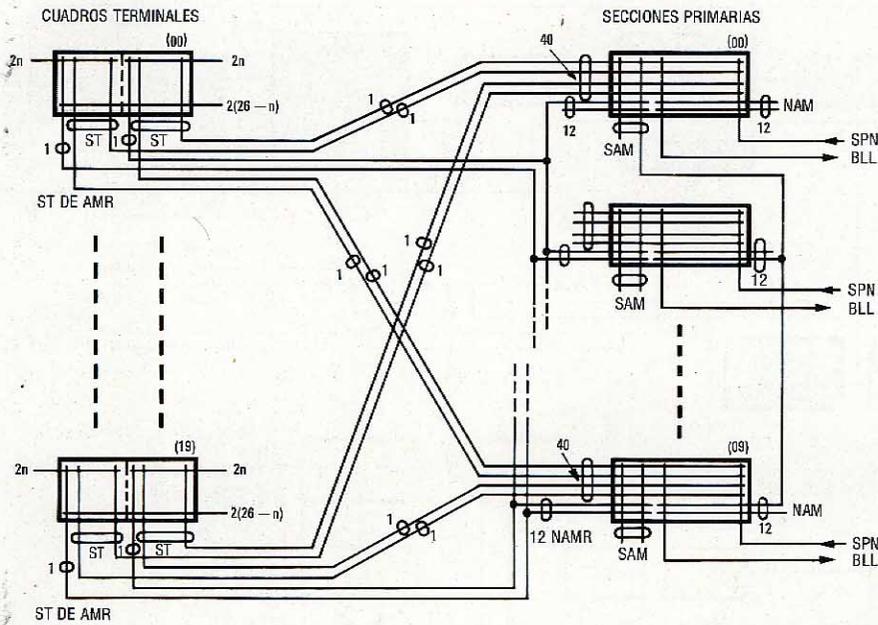


Fig. 3 Elementos de selección de línea. n es el número de posiciones de barra con reparto múltiple.
 $n = 0$ para 1060 abonados
 $n = 5$ para 1240 abonados
 $n = 10$ para 1440 abonados
 $n = 16$ para 1680 abonados
 $n = 21$ para 1880 abonados
 $n = 26$ para 2080 abonados

nea es bidireccional, cursando preselección en tráfico saliente y selección en tráfico entrante.

El ESL de PC-2000 se caracteriza por su flexibilidad. Es posible adaptar el número de líneas de abonado por cuadro terminal de acuerdo con los requerimientos del tráfico por línea, de tal forma que la capacidad del cuadro es la óptima en cualquier condición de tráfico. Un ESL tiene dos etapas de selección, la primaria y la terminal. Sin alterar la configuración de estas etapas, es posible variar el número de líneas de abonado por ESL entre 1040 y 2080.

Cada ESL incorpora los siguientes dispositivos de control: dos marcadores, dos circuitos de relés comunes y un circuito de relés de marcaje. Cada marcador está dividido en dos partes, de tal forma que un mismo marcador puede cursar dos llamadas al tiempo, y un ESL puede cursar cuatro llamadas a la vez.

La unidad de selección de grupo de una central PC-2000 realiza la distribución del tráfico local y de llegada hacia los abonados, y el de salida y tránsito hacia los enlaces de salida. Está constituido por uno o más ESG conectados en paralelo de tal forma que el número de salidas del elemento sea suficiente para el número de entradas.

El sistema PC-2000 tiene una amplia escala de elementos de selección de grupo integrados en dos familias. Como en la unidad de línea, el motivo es dotarlo de flexibilidad de aplicación. Una familia (Fig. 4) de 1040 a 2080 salidas, y la otra de 1040, 1560 ó 3120 salidas. De igual forma que los ESL, los ESG están constituidos por dos etapas, una primaria y otra secundaria.

Los dispositivos de control que completan un ESG son dos marcadores y uno o más grupos de relés de marcaje en consonancia con las demandas de tráfico.

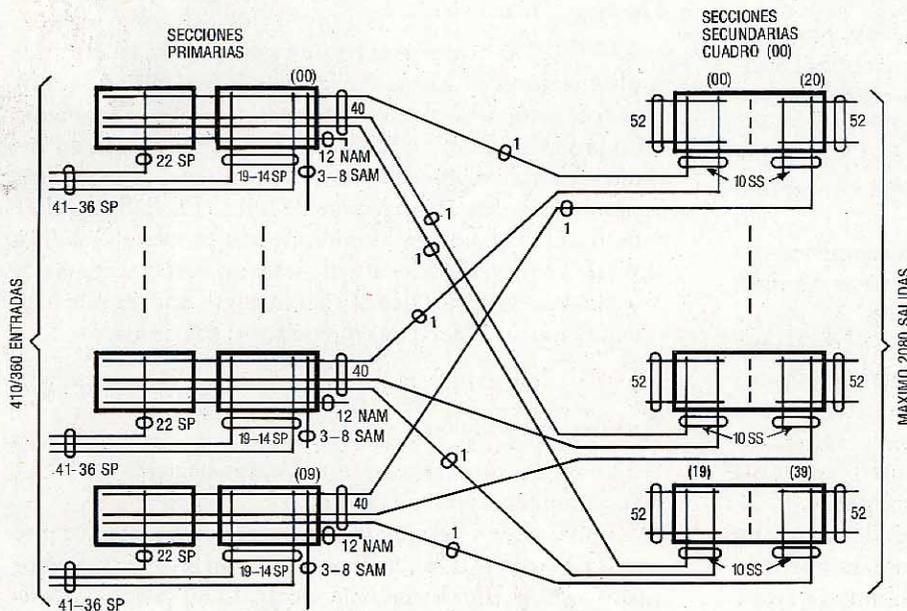


Fig. 4 Elementos de selección de grupo - Familia 1040/2080 salidas.

Tabla de abreviaturas

AB	- abonado
AL	- alimentador
AMR	- ayuda mútua reforzada
BE	- buscador de enlaces
BLL	- buscador de llamadas
BR	- buscador de registro
BS	- buscador de selector
CONNECT.	- conector
CTO AUX	- circuito auxiliar
ELL	- enlace de llegada
ER	- enlace de registrador
ES	- enlace de salida
ESG	- elemento de selección de grupo
ESL	- elemento de selección de línea
EXP/DIST	- explorador/distribuidor
M	- marcador
MRPA	- multirregistrador con programa almacenado
MULT HORIZ	- múltiple horizontal
NAM	- nivel de ayuda mútua
NAMR	- nivel de ayuda mútua reforzada
PS	- panel de supervisión
RCH <i>m</i>	- relés de corte del hilo <i>m</i>
SAM	- selector de ayuda mútua
SP	- selector primario
SPMR	- multirregistrador con programa almacenado
SPN	- selector penúltimo
SRL	- simulador de registrador local y de salida
SRL y T	- simulador de registrador de llegada y tránsito
SS	- selector secundario
ST	- selector terminal
ST DE AMR	- selector terminal de ayuda mútua reforzada
TRNSF	- transferencia
TTY	- teleimpresor
UCC	- unidad de control central

Unidad de control

La unidad de control del sistema PC-2000 está constituida por uno o más SPMR (Fig. 5). Un SPMR está constituido por dos miniordenadores con sus exploradores/distribuidores y simuladores electromecánicos. Si alguno de los ordenadores falla, el otro está capacitado para asumir el completo control de la central.

Simuladores electromecánicos. La función de estos simuladores es la de permitir la interconexión entre los circuitos electrónicos de los ordenadores y los componentes asociados con la red de conversación. Cuando se recibe una orden desde un ordenador, el simulador la traduce a una señalización convencional que puede ser comprendida por los componentes de la red de conversación. Los tipos de simuladores incluyen:

- Simulador de registrador: locales y de salida, de llegada, de tránsito y de llegada y tránsito.
- Simuladores de emisor, para envío de señales a la central de destino en llamadas salientes y de tránsito.
- Simuladores de receptor para recepción de señales desde una línea que llama o una central distante.

Distribuidores/exploradores. Los simuladores electromecánicos son controlados por un miniordenador a través de un distribuidor/explorador, que convierte los niveles de señal (-48 V y tierra) usados por los equipos electromecánicos de los simuladores, a los niveles requeridos por el miniordenador y adapta los tiempos de respuesta inherentes a cada tecnología. El acceso al distribuidor/explorador

está duplicado, por lo que si un miniordenador falla, el otro puede tomar el control.

Miniordenadores. Cada miniordenador contiene una memoria principal (residente) en una cantidad máxima de 256 kpalabras de 16 bits de longitud y una memoria de sólo lectura de 256 kpalabras. Asociados a cada miniordenador están:

- Un controlador de distribuidor/explorador que controla la comunicación entre el miniordenador y el distribuidor/explorador.
- Una unidad de control de estados que detecta faltas, mide el tiempo de operación de ciertos programas, supervisa la alimentación del miniordenador y muestra el estado del sistema en el panel de control del SPMR.
- Una memoria de masa (externa) formada por dos discos flexibles cada uno con una capacidad de 177 kpalabras de 16 bits donde se almacenan los programas no residen-

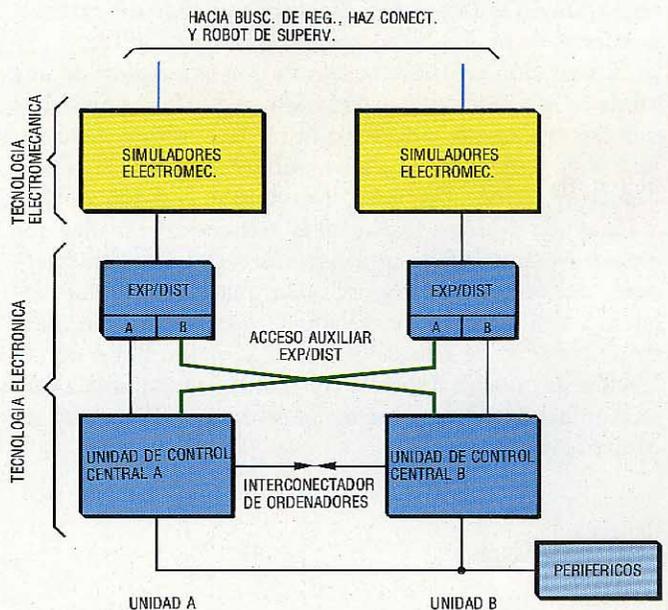


Fig. 5 Diagrama de bloques del multirregistrador con programa almacenado.

tes en la memoria principal de los miniordenadores, así como un conjunto completo de los programas residentes como precaución contra pérdidas de contenido de la memoria principal.

- Un interconector entre ordenadores que hace posible el intercambio de información entre los dos miniordenadores.

Equipo periférico

El equipo periférico se incluye para comunicación hombre-máquina, necesaria para la realización de las funciones de supervisión y mantenimiento. Entre los periféricos se incluye una pantalla de video, un teleimpresor y un modem (si la central es supervisada desde un centro remoto).

Software del sistema

Más de 700 programas individuales intervienen en la operación de una central PC-2000. Los tipos de funciones

realizadas incluyen tratamiento de llamadas, señalización, recuperación de fallos, mantenimiento "on-line" y "off-line" y comunicación hombre-máquina. En respuesta a las solicitudes de mejora del sistema serán añadidos los programas adicionales necesarios.

Consideraciones de tráfico

Desde el punto de vista de tráfico, se ha mejorado el comportamiento del sistema PC-2000 modificando los elementos de selección de línea y grupo, así como por la introducción del control por programa almacenado.

Unidades de selección

Cada una de las unidades de selección tiene una etapa primaria y una secundaria en una organización de conmutación por mallas. Se utilizan los principios de selección conjugada y ayuda mutua para minimizar el bloqueo interno inherente a los sistemas de mallas debido a la carencia ocasional de mallas libres para alcanzar una salida.

La selección conjugada asegura que la elección de una salida en la dirección requerida se hace con la condición de que existe al menos una malla libre que accede a dicha salida. Esto tiene la ventaja adicional de aumentar la velocidad de selección al elegirse el camino más adecuado.

La ayuda mutua consiste en la existencia de mallas que interconectan secciones primarias de cada unidad de selección, de forma que proporcionan una red de desbordamiento. Así, si aparece una llamada a una sección primaria de una unidad de selección y no hay mallas libres con la sección secundaria deseada, la llamada se encamina a otra sección primaria que tiene mallas libres con la sección secundaria deseada.

La capacidad de las unidades de selección de línea es variable, dependiendo de la utilización de una o dos mallas entre cada sección primaria y su secundaria correspondiente. La primera configuración atiende a 1040 abonados con una capacidad máxima de 230 E; la segunda atiende a 2080 abonados con una capacidad máxima de 160 E.

Las unidades de selección de grupo se han diseñado de forma que su configuración de capacidad máxima de 420 mallas por unidad proporcione una buena respuesta a la sobrecarga. Su control local (los marcadores) no limita el rendimiento del sistema de mallas. La carga por malla se ha limitado a 0,72 E, aunque en condiciones normales, y con una relación de bloqueo interno-externo de 10%, se pueden aceptar mayores cargas. La capacidad de los marcadores llega a más de 12.000 llamadas, con un tiempo medio de espera de 18 ms.

Los límites prácticos para una central local PC-2000 se han definido en 40.000 líneas, utilizando una unidad de control común que comprende hasta tres SPMR.

En la aplicación como centrales de tránsito, no hay prácticamente límites, puesto que es posible configurar una estructura de bloques en la matriz de conmutación con 3120 salidas en cada bloque y tantas unidades SPMR como sea necesario. La capacidad de cada bloque, con 3120 salidas es 2400 E.

Multiregistrador con programa almacenado

La capacidad de tráfico de un SPMR se calcula de acuerdo con la configuración y mezcla de llamadas de la central. Las premisas en que se basan los cálculos son que el SPMR trabaja en modo simplex (esto es, sólo un mini-procesador maneja todo el tráfico), y que la ocupación máxima permitida en este miniprocesador es 95%.

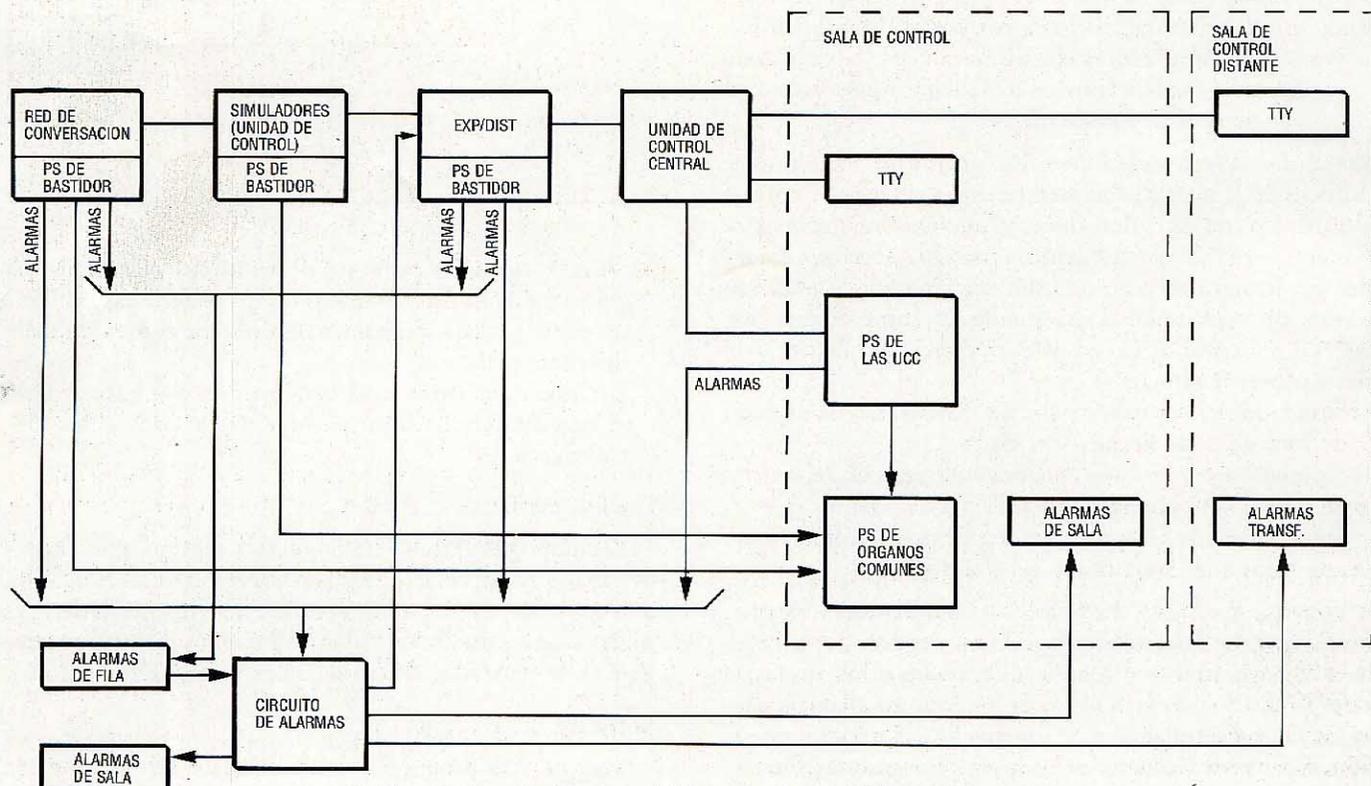


Fig. 6 Organización general del sistema de supervisión y alarmas.

La ocupación de procesador depende de tres factores:

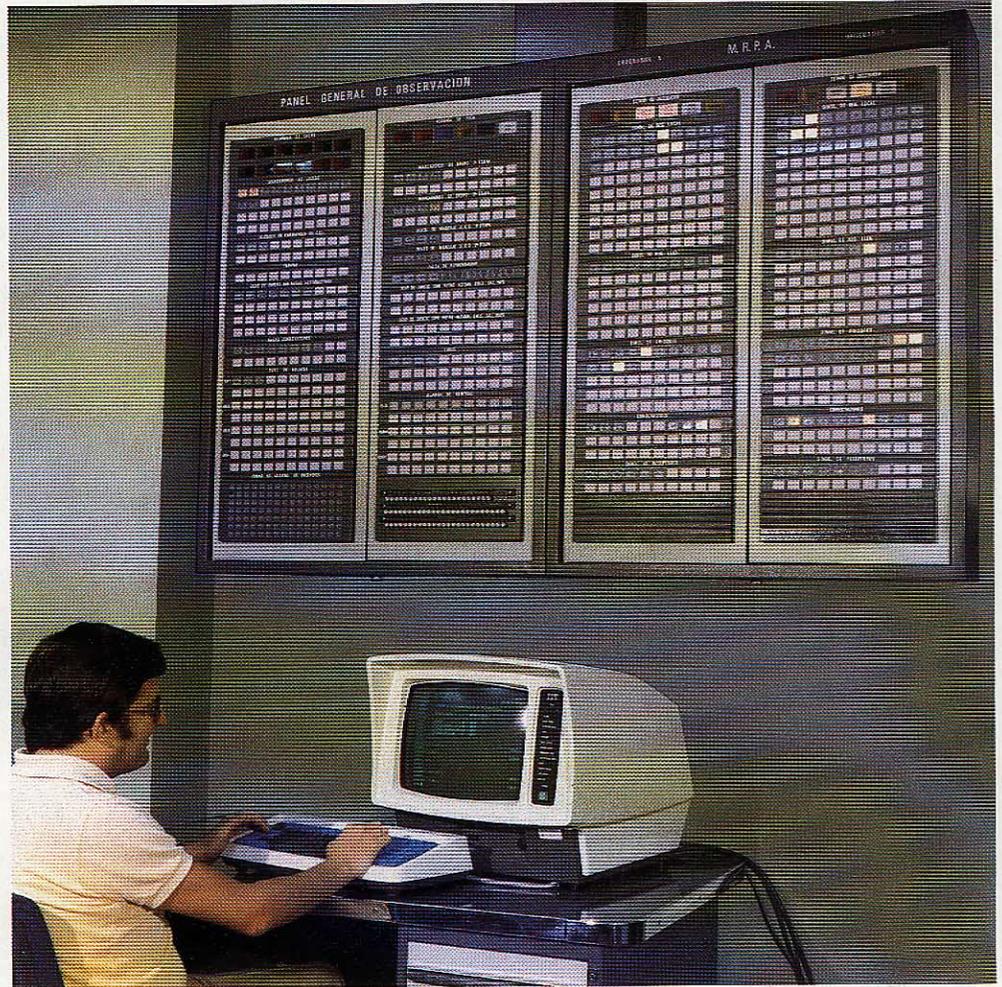
- La configuración de equipo, particularmente el número de simuladores de registrador y su tipo de señalización.
- El número y la mezcla de intentos de llamada en la hora cargada.
- Capacidad para la introducción de nuevas facilidades de abonado en el futuro.

Teniendo estos factores en cuenta, la máxima capacidad de un SPMR ha sido estimada en alrededor de 70.000 in-

Supervisión

La supervisión del funcionamiento de la central se realiza a dos niveles: a nivel de bastidor, y a nivel de sala de control (Fig. 6). En cada bastidor, un panel de supervisión refleja el estado actual (libre, ocupado, o alarma) de cada circuito del bastidor. En la sala de control, un panel general de observación proporciona continuamente indicaciones visuales (por ejemplo, lámparas de alarma y lámparas de ocupación de órganos) del estado de los varios órganos

Fig. 7 Panel de observación general de una central PC-2000 en la sala de control. Presenta una indicación visual continua de los estados de las diferentes unidades de la central. Las condiciones de alarma se identifican mediante lámparas y mensajes en la pantalla, o por teletipresor.



tentos en la hora cargada, con unos 300 simuladores de registrador.

Supervisión y mantenimiento

El sistema PC-2000 utiliza al máximo la capacidad de los miniordenadores en operaciones de supervisión, ejecución de pruebas, detección de fallos y toma de acciones correctivas. El personal de conservación necesario se ha reducido de forma importante, lo que facilita la supervisión de centrales situadas en zonas alejadas desde una unidad de conservación centralizada, a la cual se transmite la información, que queda reflejada en un teletipresor o en una pantalla.

de la central. Las alarmas no se identifican sólo de forma luminosa, sino también de forma audible y en forma de mensajes por teletipresor o pantalla de vídeo. La comprobación del grado de servicio de la central se realiza mediante la cadena de pruebas y el robot de llamadas. La cadena de pruebas permite al operador de la central seleccionar la línea de un abonado en particular para realizar medidas sobre la misma. El enviador de llamadas comprueba el funcionamiento de los circuitos de la central, generando y observando ciclos de 10 llamadas simultáneas.

Mediante contadores de sucesos y registradores de tráfico se obtienen estadísticas del tráfico cursado por la central. Los contadores se utilizan en circuitos que tienen un

tiempo de ocupación corto y constante. Los registradores miden el tráfico cursado por circuitos cuyo tiempo de ocupación no es constante ni corto, y para los cuales un simple contador no proporciona una indicación adecuada del volumen de tráfico. Las medidas de tráfico cursado por los órganos de la unidad de control se almacenan en la memoria principal de los miniprocesadores. El operador de la central puede obtener mensajes por teleimpresor de las siguientes clases de información:

- número de llamadas iniciadas,
- número de llamadas completadas,
- número de falsas llamadas,
- número de envíos incompletos,
- número de reposiciones prematuras,
- número de fallos (renovaciones, fallas en la central),
- número de llamadas a abonado ocupado,
- número de llamadas no completadas por fallo en la central (congestiones internas),
- número de llamadas no completadas por fallo en central distante.
- número de renovaciones

Detección de fallos y reconfiguración

La detección de fallos en el equipo electromecánico la realizan programas que vigilan continuamente el proceso de establecimiento de llamadas. Los datos sobre fallos se almacenan en la memoria principal de los miniprocesadores, y son transmitidos por mensajes de teleimpresor, siempre que el operador de la central tenga permitida esta facilidad. En la central existen diccionarios de errores y manuales de operación que ayudan al operador a interpretar los mensajes y a tomar las acciones necesarias de reconfiguración.

También existen almacenes para registrar el número de fallos en que ha incurrido cada circuito. Si este número excede de un umbral especificado, se transmite un mensaje de alarma por teleimpresor. Si se trata de un simulador electromecánico, además, se le pasa una prueba, como consecuencia de la cual, y si se detecta fallo, el circuito queda fuera de servicio, y se transmite un mensaje identificando el tipo de fallo y la acción tomada. Los programas de tratamiento de llamadas, y los de tratamiento de periféricos no telefónicos, detectan los fallos en el equipo electrónico de la unidad de control. Cuando un fallo se produce, el órgano implicado queda fuera de servicio y se transmite un mensaje de alarma por teleimpresor.

Comunicación hombre-máquina

El operador de la central puede comunicarse con la unidad de control (ya sea localmente o desde un centro de control remoto) por medio del teleimpresor o la pantalla de vídeo. Por ejemplo, puede modificar los datos siguientes:

- traducción de un prefijo (código de marcaje, restricciones, tarifa),
- correspondencia entre un número de directorio y su posición en el equipo,
- tarifa para cada prefijo,
- estado de la hora interna de los ordenadores (año, mes, día, hora, minuto),
- umbrales de fallos,

- número de renovaciones,
- temporizaciones.

Operación del sistema

Llamadas locales

El tratamiento de las llamadas locales comprende tres fases: preselección, selección de grupo y selección de línea.

La preselección incluye la conexión del abonado con la unidad de control y el envío del tono de invitación a marcar. Cuando se detecta un descuelgue, se elige una línea que llama mediante un proceso que incluye una sección primaria, un simulador de registrador, un conector, un marcador y una sección terminal. La identidad del abonado es enviada separadamente a la unidad de control a través del haz conector. A partir de ésta, la unidad de control determina la categoría del servicio del abonado y envía el tono de invitación a marcar. También como parte de la preselección se alcanza un selector primario del elemento de selección de grupo.

La selección de grupo incluye la conexión del selector primario alcanzado durante la preselección a un alimentador local, o un circuito de relés de corte del hilo m , dependiendo de la configuración de la central. Cuando se han recibido suficientes dígitos, la unidad de control identifica la ruta, obtiene el código de marcaje apropiado y transmite este código al marcador de grupo mediante el haz conector. La unidad de control provoca el punto de cruce de los selectores de grupo. Tan pronto como se ha realizado este punto de cruce, el marcador se libera.

La fase de selección de línea comienza una vez que la selección de grupo se ha completado y la unidad de control ha recibido todos los dígitos marcados por el abonado. La unidad de selección de línea a la que está conectado el abonado llamado se identifica, y la unidad de control envía al marcador de línea la posición del abonado en el elemento de selección de línea. El marcador informa a la unidad de control si la línea del abonado llamado está libre u ocupada; si está libre, la unidad de control envía la orden de conexión.

Una vez se ha establecido la conexión hasta la línea llamada, la unidad de control ordena al alimentador establecer el puente de alimentación y hacerse cargo de la supervisión de la llamada. Una vez realizado esto, se libera.

Llamadas salientes

La preselección para una llamada saliente se realiza de la misma forma que para una llamada local. La unidad de control almacena los dígitos recibidos y realiza la selección de grupo, después de la cual el abonado estará conectado a un enlace de salida con acceso a la central distante.

El marcador de grupo informa a la unidad de control de la categoría del enlace de salida. La unidad de control toma un simulador de emisor con señalización compatible con la central distante y se realiza el envío. La unidad de control ordena al enlace de salida establecer el puente de alimentación y supervisar la llamada, después de lo cual repone.

Llamadas entrantes

Tan pronto como un enlace de llegada sea tomado desde la central distante, comienza un proceso de preselección, a

fin de que la unidad de control reciba los dígitos requeridos para procesar la llamada. El enlace de llegada se conecta a la unidad de control a través de las etapas buscadoras y un simulador de registrador de llegada. A continuación la unidad de control recibe la categoría del enlace de llegada y entonces señala con la central distante por medio de un simulador de receptor que tenga un tipo de señalización compatible. Cuando se hayan recibido suficientes dígitos comienza la selección de grupo; cuando se han recibido todos los dígitos comienza la selección de línea. Ambas fases son realizadas de la misma forma que en una llamada local.

Llamadas de tránsito

Las centrales PC-2000 son capaces de manejar tráfico de tránsito entre cualesquiera tipos de sistemas de conmutación. Cuando solamente hay involucradas centrales de señalización multifrecuencia, la unidad de control en la central de tránsito recibe solamente los dígitos requeridos para permitir la selección de un enlace de salida perteneciente a la ruta deseada. Una vez que dicha selección se haya llevado a cabo, la unidad de control espera la indicación desde la central de destino de que un simulador de registrador ha sido asociado. Esta informa entonces de ello a la central de origen, y libera. La supervisión de la llamada en una central de tránsito puede ser realizada en el enlace de llegada o en el de salida.

Interconexión

El sistema PC-2000 se puede interconectar libremente con cualquier tipo de sistema de conmutación, tanto en lo que se refiere a señalización de línea como a señalización entre unidades de control.

Señalización de línea

Uno de los objetivos a conseguir en el diseño del sistema PC-2000 era minimizar los cambios requeridos cuando se introducen centrales PC-2000 en redes existentes. La adaptación del sistema PC-2000 a la existente señalización de línea se hace mediante los enlaces, convirtiendo las señales de línea de llegada al tipo de señalización empleada dentro de la central y viceversa. A no ser que una Administración tenga requerimientos especiales, no son necesarias modificaciones en la organización de la señalización existente.

Señalización de la unidad de control

Se pueden presentar dos tipos de señalización entre unidades de control en una determinada área: señalización por impulsos directos, controlados por el disco del abonado, u otra disposición no apta para detectar una señal de invitación a transmitir, o señalización en código multifrecuencia controlada por un registrador o unidad de control. La señalización de la unidad de control del sistema PC-2000 se adapta a la de la central distante a través de los apropiados simuladores de emisor y receptor.

Para tráfico saliente, la unidad de control selecciona un simulador de emisor que sea capaz de señalar con la central distante. El simulador envía impulsos de señalización a través de un enlace saliente sin repetición. El enlace inserta

el puente de alimentación para el abonado llamante y los dispositivos de supervisión sólo después de completarse la selección.

Para tráfico entrante, una parte de la unidad de control se ha diseñado para aceptar cada uno de los diferentes tipos de señalización. Simuladores de registrador especializados se encargan de cada tipo de señalización. Alternativamente, simuladores de registrador universales se pueden emplear para acceder a los simuladores de auxiliares especializados. El acceso desde los enlaces de llegada a la unidad de control varía de acuerdo con los requerimientos de señalización: buscadores de registradores de acceso rápido pueden utilizarse, en caso necesario, para señalización por impulsos decimales; buscadores de enlaces y buscadores de registrador se usan para otros tipos de señalizaciones.

Numeración

La unidad de control puede almacenar cualquier número de dígitos, por lo que el sistema PC-2000 cubre las necesidades de cualquier tipo de numeración nacional o internacional. Dispone de un receptor que le permite señalar con aparatos de teléfono de teclado sin necesidad de modificación del equipo de conmutación. A una línea de abonado se le puede asignar una categoría que permite la conexión simultánea de aparatos de teclado y disco. La flexibilidad de la unidad de control en el almacenamiento y análisis de dígitos, y la organización de la red de conversación, hacen posible que el número de pasos de selección sea independiente de la numeración de la red.

Tarificación y registro

Los sistemas de tarificación usados en el sistema PC-2000 son sencillos y altamente fiables. Como registros se pueden usar contadores individuales para cada línea de abonado o equipo automático capaz de producir información detallada sobre cada llamada para su registro.

El cómputo puede ser sencillo o múltiple. El sencillo se usa normalmente para llamadas locales y consiste en el envío al contador del abonado llamante, de un único impulso de cómputo por llamada.

En el caso de cómputo múltiple, los impulsos de cómputo son enviados, durante la conversación, al registro del abonado llamante a intervalos dependientes de la distancia a que se encuentran las zonas de la red entre las que se establece la llamada. La información de tarifa es suministrada al equipo de conmutación por la unidad de control. Tarificación global o detallada puede ser instalada bajo petición. Si se instala tarificación global, la factura del cliente muestra el total de impulsos de cómputo registrados durante un periodo de tiempo, multiplicado por el precio del impulso.

El sistema de tarificación detallada proporciona información completa sobre cada llamada como en el caso de servicio interurbano con operadora, incluyendo los números de ambos abonados y la hora, fecha y duración de la llamada. Opcionalmente la tarifa y el importe por llamada también pueden ser incluidos.

Conclusiones

El sistema PC-2000 se ha desarrollado para satisfacer las especificaciones de un sistema que ofrece al mismo tiempo

la fiabilidad de un sistema electromecánico ya probado, el PENTACONTA 1000, y unas características funcionales mejoradas que se obtienen a través de la aplicación de tecnología de ordenadores. El éxito del PC-2000 en alcanzar este objetivo está demostrado por el número de centrales ya pedidas por la Administración española.

Referencias

- [1] J. M. Baraja Mucientes, F. González Vidal, A. Herranz Herranz y M. D. Pachón Veira: Sistema SPMR; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 4, págs. 293-302 (en este número).
- [2] M. Gamella Bacete, M. de Miguel Domínguez, S. Navas Gutierrez y M. D. Pachón Veira: La programación de control del sistema SPMR; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 4, págs. 303-313 (en este número).
- [3] R. Peña Mari: Técnicas empleadas en el desarrollo de la programación del sistema SPMR; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 4, págs. 314-318 (en este número).

Ignacio de la Torre Agua nació en Guadalajara, España, en 1947. Recibió el título de ingeniero técnico industrial en Madrid, en 1970. Durante su último año de estudios, disfrutó de una beca en SESA, y finalmente in-

gresó en la compañía en 1970 al formarse el grupo de Ingeniería de Tráfico, donde ha permanecido hasta 1977, realizando estudios de tráfico de los sistemas PC. Ha participado en el grupo de sistema PC-2000, donde se incorporó, en 1977, y donde permanece hasta ahora.

Juan Gregorio Gallego García nació en Colmenar Viejo (Madrid), España, en 1937. En 1960 recibió el título de ayudante de ingeniero de telecomunicación y en 1966 el título de ingeniero en el mismo campo. Ingresó en la compañía en 1962 como diseñador de circuitos (sistema PC-1000) y actualmente está al cargo del grupo de diseños electromecánicos del proyecto PC-2000. Ha recibido premios primero y segundo en ideas e invenciones, en SESA.

Andrés Herranz Herranz nació en Madrid, España, en 1946. Recibió el título de ingeniero técnico de telecomunicación en 1968. Ingresó en SESA en este año como diseñador de circuitos en el departamento de Ingeniería de Conmutación. En 1972 comenzó a trabajar en el desarrollo del sistema SPMR como jefe de proyecto. Actualmente es jefe del proyecto PC-2000.

María Dolores Pachón Veira nació en Tánger, Marruecos, en 1945. Recibió el título de ingeniero de telecomunicación en 1970. Ingresó en SESA en este año como ingeniero de diseño en el departamento de Ingeniería de Desarrollo (sistema PC-1000). En 1972 comenzó a trabajar en el proyecto SPMR y actualmente es jefe del grupo software de PC-2000.

Sistema SPMR

La unidad de control con programa almacenado es una unidad de control central electrónica que puede utilizarse para ampliar las centrales del sistema PENTACONTA* 1000; también se utiliza con el nuevo sistema PENTACONTA 2000. La configuración de miniordenadores, proporciona además de la función de control actual, una serie de facilidades de mantenimiento, supervisión y operación de toda la central.

J. M. BARAJA MUCIENTES

F. GONZALEZ VIDAL

A. HERRANZ HERRANZ

M. D. PACHON VEIRA

Standard Eléctrica, S.A., Madrid, España

Introducción

El desarrollo del sistema SPMR (Stored Program Multi-register) trata de proporcionar un modo de modernizar el Sistema PC-1000, mejorando el mantenimiento de la central y añadiendo flexibilidad para cambiar o introducir nuevas funciones, para Administración o abonados, en su unidad de control. El producto resultante es una nueva unidad de control, basada en el uso de microprocesadores, que se puede aplicar en sustituciones de unidades de control PC-1000 existentes o en nuevas centrales. El sistema proporciona una reducción de espacio de un 60% aproximadamente de la unidad de control convencional.

Objetivos y estado del desarrollo

Teniendo en consideración la necesidad de cumplir diferentes características en las diferentes Administraciones, el desarrollo del SPMR se ha orientado a facilitar su adaptación a sus diferentes aplicaciones; esto se ha tratado de conseguir mediante una partición del equipo en dos bloques principales (un bloque universal compuesto por procesadores e interfaces electrónicos y otro bloque dependiente de la aplicación compuesto por el interfaz electromecánico) y mediante el diseño modular del software.

El nivel de sustitución se ha elegido de manera que facilite el proceso de instalación: la nueva unidad de control puede funcionar en paralelo con la existente, durante los trabajos de sustitución en la central.

En el desarrollo se ha tenido un especial cuidado con las estrategias de mantenimiento, debido a que el nuevo equipo electrónico introducido en la central PENTACONTA será operado y conservado por personal entrenado principalmente en conservación de equipos electromecánicos. Los procesos de mantenimiento resultantes, proporcionan un buen nivel de detección de fallos en el equipo electrónico e introduce algunas nuevas facilidades tales como capacidad de autoprueba de todos los circuitos de unidad de control, detalle de alarmas de la central, operación en datos de encaminamiento y categorías de la unidad de control, todo ello gobernado por teleimpresor local o remoto.

La primera maqueta del sistema SPMR aplicado a PC-1000 se probó en diciembre de 1974, en una maqueta SESA de este último sistema. Actualmente el SPMR está aplicado como unidad de control en el sistema PC-2000, desarrollado por SESA, que se describe en otro artículo.

* Marca registrada del sistema ITT

Las pruebas de campo del sistema PC-2000 y por tanto del sistema SPMR, se realizan en la central Madrid-Aluche; la central tiene 5000 abonados de capacidad inicial y 20.000 de capacidad final y está en funcionamiento desde el día 29 de diciembre de 1978.

Diseño del equipo SPMR

En el desarrollo del equipo (hardware) del SPMR se fijaron los siguientes objetivos básicos:

- que su aplicación a cualquiera de las variedades del sistema PENTACONTA supusiera un mínimo de nuevos desarrollos;
- que las unidades de tecnología electrónica fueran funcionalmente sencillas y de fácil mantenimiento, con el fin de que no supusiera un gran esfuerzo de adaptación del personal de conservación, de la administración, habituado a las técnicas electromecánicas convencionales;
- el nuevo equipo debe integrarse en la filosofía de operación y mantenimiento del sistema PENTACONTA, aunque proveyendo nuevas facilidades sobre todo en lo referente al nuevo equipo en sí;
- mantener el número de componentes empleados en los nuevos desarrollos dentro de un mínimo indispensable, con las consiguientes ventajas en el suministro, fabricación y mantenimiento.

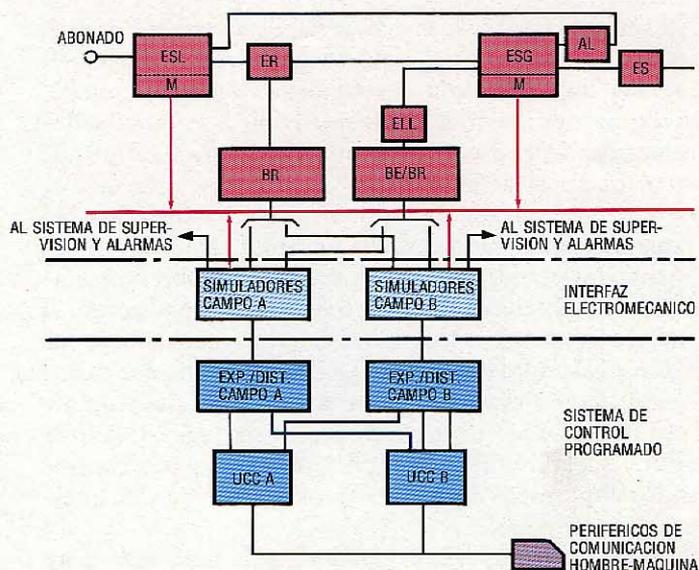


Fig. 1 Diagrama de bloques del equipo SPMR mostrando la división en dos bloques principales que emplean tecnologías diferentes: el interfaz electromecánico y el sistema electrónico de control por programa.

A la vista de estos objetivos, el hardware del SPMR se divide en dos grandes bloques de tecnologías diferentes (Fig. 1).

Interfaz electromecánica: es el elemento de unión entre el SPMR y el resto de la central. Sus puntos de unión son los buscadores de registrador, el haz conectador y el sistema de supervisión y alarmas.

Frente al resto de la central, la misión del interfaz electromecánico simula la presencia de los órganos convencionales de la unidad de control del sistema PENTACONTA (registradores, emisores, conectadores, robot de supervisión, etc.). Por tanto, por cada órgano de control sustituido existe un órgano que simula su presencia. Este órgano recibe el nombre de simulador.

En cuanto a su conexión con el otro bloque de la unidad SPMR (el llamado sistema de control programado) su misión consiste en proporcionar un interfaz normalizado en cuanto a sus características eléctricas; esto significa que los diferentes niveles, impedancias, frecuencias, etc. de la señalización con el equipo convencional, se convierten en una señalización uniforme (-48 V, tierra y circuito abierto), hacia el sistema de control programado; con lo que se consigue la universalidad y la sencillez en el diseño de este último.

Sistema de control programado (SCP): este bloque está realizado completamente con tecnología electrónica y su conexión con la central se realiza exclusivamente a través del interfaz electromecánico. Como este último entrega una señalización normalizada, independientemente del sistema en que se aplique, el diseño del SCP es universal.

Este bloque se divide en tres unidades:

- el explorador-distribuidor o interfaz electrónico,
- la unidad de control central,
- los periféricos de comunicación hombre-máquina.

En este bloque se encuentra concentrada toda la "inteligencia" que gobierna el funcionamiento del SPMR. Los programas almacenados en el ordenador de la unidad de control central se adaptarán a cada aplicación particular del sistema.

Para alcanzar las exigencias de fiabilidad propias de toda aplicación telefónica, se requiere que el equipo del SPMR se encuentre duplicado. El esquema de duplicación seguido en este diseño consiste en dividir el equipo en dos campos independientes y completos desde el punto de vista funcional de tratamiento de llamadas; cada uno de estos campos consta de un interfaz electromecánico, un explorador-distribuidor y una unidad de control central, estando los periféricos de comunicación hombre-máquina compartidos entre ambos. La redundancia en el acceso al explorador-distribuidor garantiza que ningún fallo simple a este nivel impide su funcionamiento; por ello el nivel de conmutación en caso de fallo se establece a la altura del acceso al explorador-distribuidor, con lo cual caso de fallo de una UCC, la UCC en buen funcionamiento pasa a controlar los dos campos de exploración-distribución y de interfaz electromecánico.

La independencia funcional durante el funcionamiento en duplex de ambos campos se basa en que el SPMR no controla las llamadas en fase de conversación (que son supervisadas de forma convencional por alimentadores y en-

Tabla de abreviaturas

Ab	- abonado
ACC	- acceso
AL	- alimentador local
BE/BR	- buscador enlace/buscador registrador
BR	- buscador de registrador
CTR	- circuito transmisor-receptor
E/D	- explorador/distribuidor
E/S	- entrada/salida
ELL	- enlace de llegada
ER	- enlace de registrador
ES	- Enlace de salida
ESG	- equipo selector de grupo
ESL	- equipo selector de línea
Exp./Dist.	- explorador/distribuidor
HC	- haz conectador
INT.ORD.	- interconexión de ordenadores
M	- marcador
SRL	- simulador de registrador local
SRLl	- simulador de registrador de llegada
SPMR	- multiregistrador con programa almacenado (stored program multiregister)
SUP.PRC	- supervisor de procesador
TTY	- teleimpresor
UCC	- unidad central de control

laces); por ello, en caso de fallo de una UCC sólo se pierden las llamadas en fase de establecimiento, efecto admitido en los sistemas de conmutación SCP; pero no se requiere una comunicación entre UCC relativa al tratamiento de llamadas que cada una está estableciendo.

El interfaz electromecánico

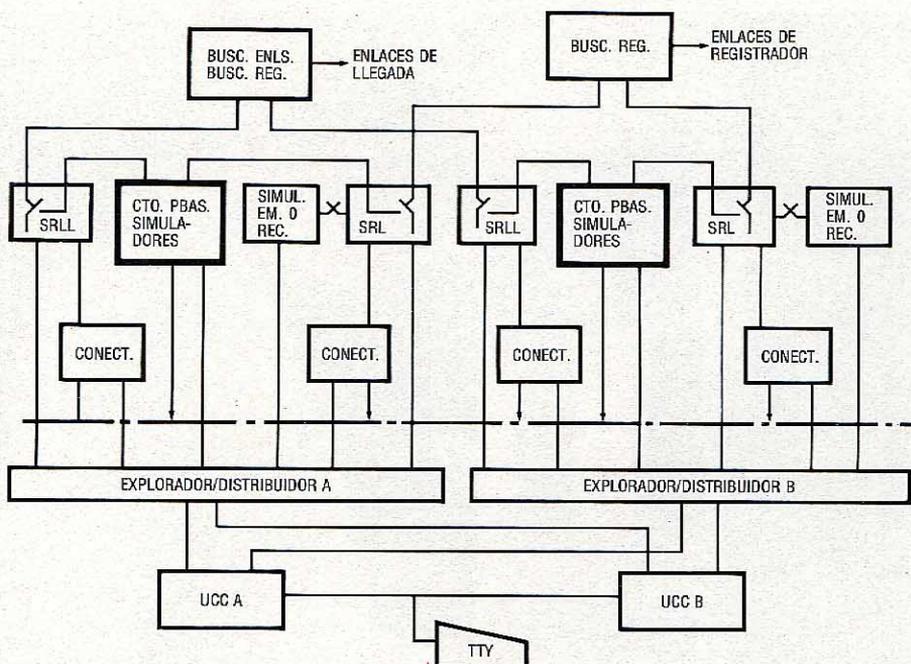
La primera misión de este interfaz es simular hacia el equipo electromecánico la presencia de los órganos de control convencionales, manteniendo la señalización interna y externa establecida en el sistema PENTACONTA. Por tanto, la existencia de los órganos convencionales es suplida con un órgano equivalente denominado simulador; así existen simuladores de registrador local y de salida, de registrador de llegada MF, de registrador de llegada rotary 7A, de emisores MF, de emisores 7A, etc.

La principal diferencia entre un simulador y su órgano equivalente convencional, reside en que los simuladores están prácticamente desprovistos de lógica, ya que ésta ahora reside en el programa almacenado en la UCC. Por este motivo el equipo de estos simuladores es muy reducido; a título de ejemplo, en un cuadro PENTACONTA ancho se pueden equipar siete simuladores de registrador local y de salida; o tres simuladores de registrador de llegada MF Socotel.

La segunda misión del interfaz electromecánico consiste en presentar una señalización normalizada hacia el explorador distribuidor, de tal forma que sólo se requiere un tipo de circuito electrónico para muestrear los estados del interfaz (el punto de exploración) y otro tipo de circuito para el envío de órdenes (o punto de distribución). La tabla 1 da las características principales de interconexión.

Para facilitar el mantenimiento del SPMR se provee al interfaz electromecánico del circuito de pruebas de simuladores, que gobernado desde la UCC, está conectado a todos los simuladores de un campo (ver Fig. 2); este circuito permite la realización de pruebas en buclé de los simulado-

Fig. 2 Conexión del circuito de pruebas de simuladores.



res del SPMR, provocando secuencias de comprobación que permiten el diagnóstico y localización de averías en los simuladores, en la interconexión entre ellos y en los puntos de exploración-distribución asociados con los mismos.

Otro aspecto relacionado con el mantenimiento, dentro de este interfaz, es la conexión a las memorias del robot de supervisión. Esto es necesario para recoger información de fallos relacionada con dispositivos no sustituidos por el SPMR (por ejemplo marcadores). Realmente la perforadora del robot de supervisión (convencional de PC-1000) esta sustituida con amplitud por un teleimpresor y un sistema potente de comunicación hombre-máquina, pero la conexión mencionada es necesaria para un mejor control de los datos de fallos. El SPMR se conecta al "robot" como "órgano activo" con el fin de leer datos de "órganos pasivos" cuando sea necesario. El SPMR puede también recoger datos de otros órganos activos (por ejemplo, marcadores) de la misma forma que el robot de supervisión convencional.

El interfaz electromecánico se realiza en la práctica de equipo del sistema PENTACONTA, con los componentes electromecánicos convencionales (relé standard PENTACONTA, multiselector y tarjetas electrónicas). Se ha diseñado el equipo de forma modular teniendo como base de esta modularidad el bastidor; así por ejemplo, en aplicaciones de PENTACONTA 2000 se define como módulo un bastidor con 42 simuladores de registrador local y de salida (6 cuadros) más un cuadro con 6 conectadores (ambivalentes para preselección y selección).

Unidad de control central (UCC) y periféricos de comunicación hombre-máquina

El principal elemento de la UCC es un miniprosesor de 16 bits. Este procesador se comunica con la periferia a través de un bus de E/S. Todas las unidades que componen la UCC se conectan a este bus. En la figura 4 se muestra un

diagrama de bloques de las unidades que componen las dos UCC del sistema SPMR:

Controlador del E/D: Su misión consiste en convertir el sistema de señalización del bus de E/S del ordenador en el protocolo utilizado en el bus E/D, supervisando todas las transferencias de E/D. Una descripción de su funcionamiento se dio en el apartado anterior del interfaz electrónico.

Control de estados: Supervisa el correcto funcionamiento de la UCC, tanto SW como HW. Los métodos de supervisión se pueden resumir en:

- un temporizador de seguridad, que debe ser inicializado por la programación a intervalos regulares (200 ms)
- supervisión de relojes y señales claves del bus de E/S
- supervisión de todo el sistema de alimentación
- supervisión de los tiempos empleados por el ordenador en cada una de sus funciones.

Cuando se detecta cualquier anomalía en estas funciones el control de estados realiza las acciones conducentes a la regeneración del sistema que consisten en:

- conmutar el acceso de los campos de E/D hacia la UCC que continúa en buen funcionamiento
- ordenar una recarga de programas desde el subsistema de almacenamiento externo. Primero se cargarán programas que prueban la UCC en sospecha de fallo. En caso de superarse las pruebas, la UCC vuelve a cargar sus programas operativos y se le vuelve a dar acceso a su campo de E/D.

Todos estos estados y conmutaciones son reflejados por el control de estados en el panel de control del sistema, que asimismo da facilidades para la operación manual del mismo.

Almacenamiento externo: Está constituido por unidades de disco flexible (floppy disk) en el se encuentran almacenados los programas operativos del sistema, los progra-

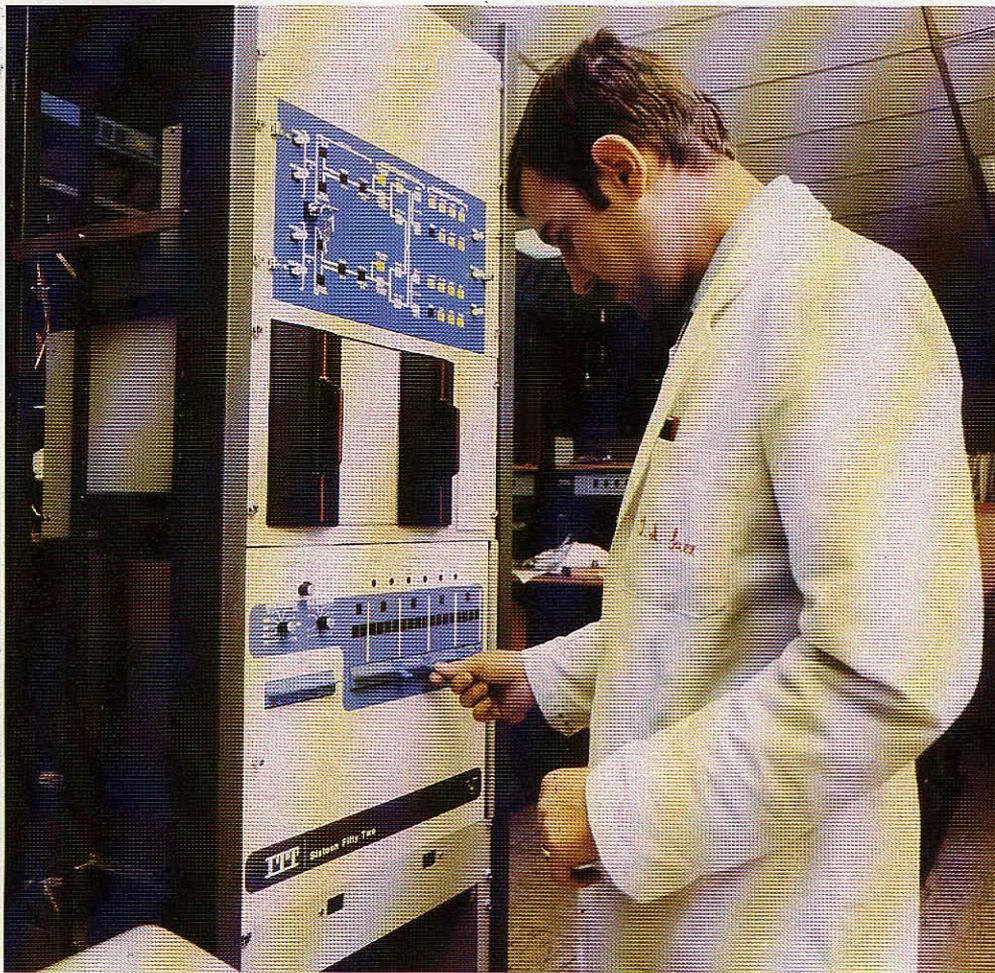


Fig. 3 Vista de un bastidor del SPMR mostrando la pantalla de presentación y el mini-procesador.

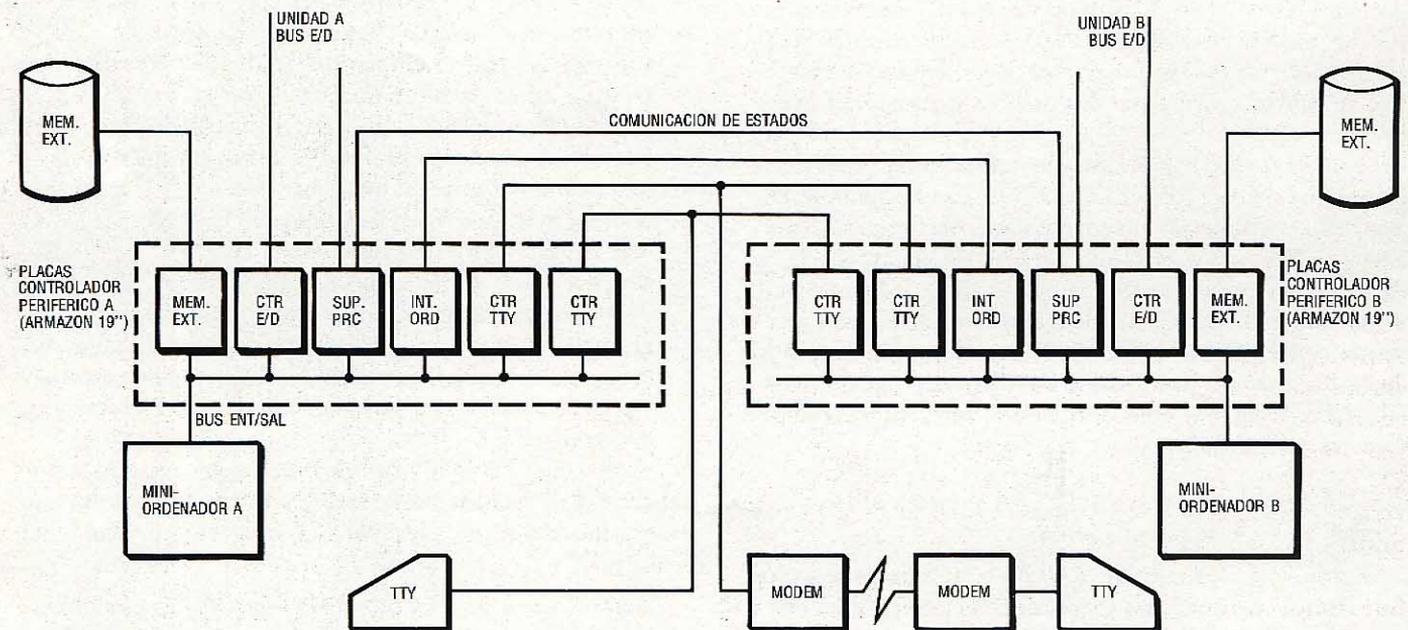


Fig. 4 Diagrama de bloques de la UCC y periféricos.

Tabla 1 - Características eléctricas principales del interfaz electro-mecánico

	"0" Lógico	"1" Lógico
Punto exploración	Nivel tierra	Batería -48 V
Punto distribución	Circuito abierto Transistor cortado	Nivel tierra a través de 330 ($I_{m\acute{a}x} \approx 50 \text{ mA}$)

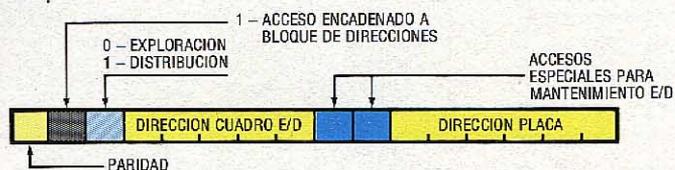


Fig. 5 Palabra de direccionamiento de E/D.

más de prueba de la UCC, y aquellos programas (mantenimiento de simuladores, periféricos, etc.), que se cargan a petición en memoria residente.

Interconexión entre ordenadores: Este módulo establece un paso de información entre ambas UCC. El tipo de información trasvasada no se refiere a tratamiento de llamadas, sino a aspectos de operación y mantenimiento, estado de simuladores, actualización de tablas, etc. No se intercambia información sobre proceso de llamadas.

Controladores de comunicación hombre-máquina: Su misión es proveer un interfaz con periféricos de comunicación del tipo asíncrono con transmisión serie que cumplan la recomendación CCITT V.24. Pueden ser conectados a teleimpresores con teclado, bien directamente, o a través de modems; a terminales de pantalla, etc. La particularidad que presentan estos controladores es la posibilidad de multiplexar dos de ellos, uno de cada UCC, al nivel de su interfaz V.24, de forma que el teleimpresor (o similar) puede ser utilizado por las dos UCC del SPMR tanto en salida como en entrada. Para resolver los conflictos de acceso, los controladores van provistos de unos circuitos de exclusión y toma.

Alimentación: Todos los niveles de tensión continua necesarios para la operación de la UCC se obtienen a partir de los -48 V de la alimentación principal, mediante convertidores CC/CC. Estos convertidores se montan en una estructura, que se encuentra equipada en la parte posterior del bastidor de 19". Por otra parte, el suministro de CA necesario para la alimentación de periféricos y sistema de ventilación del bastidor, se toma de la red industrial de 220 V 50 Hz, pudiendo conmutarse, caso de fallo, a un inversor que suministra dicha energía a partir de los -48 V principales de la central.

Interfaz electrónico. El explorador distribuidor (E/D)

Este interfaz realiza la adaptación de los niveles y velocidades propios de la tecnología electromecánica a los ni-

veles y velocidades del ordenador. Los principales elementos de este interfaz son el punto de exploración y el punto de distribución, cuyas características se dan en la tabla 1.

Un grupo de 15 puntos de exploración o de distribución forman la unidad de información tratable desde el ordenador, que es de 16 bits, usándose el decimosexto como control de paridad, y que se denomina dirección de exploración o distribución.

Los puntos de exploración o distribución se equipan en tarjetas ISEP del tipo largo; en cada tarjeta se pueden equipar dos direcciones, es decir 30 puntos, del mismo tipo. Estas tarjetas se equipan en cuadros de tipo ancho de práctica de equipo PENTAONTA. En cada cuadro se puede equipar un máximo de 32 tarjetas de exploración o distribución, obteniéndose 960 puntos por cuadro.

La comunicación entre el cuadro de E/D y la UCC se realiza a través del bus de E/D; este bus está compuesto por 16 líneas bidireccionales de información y 9 de control y supervisión. Por las 16 líneas de información se envían

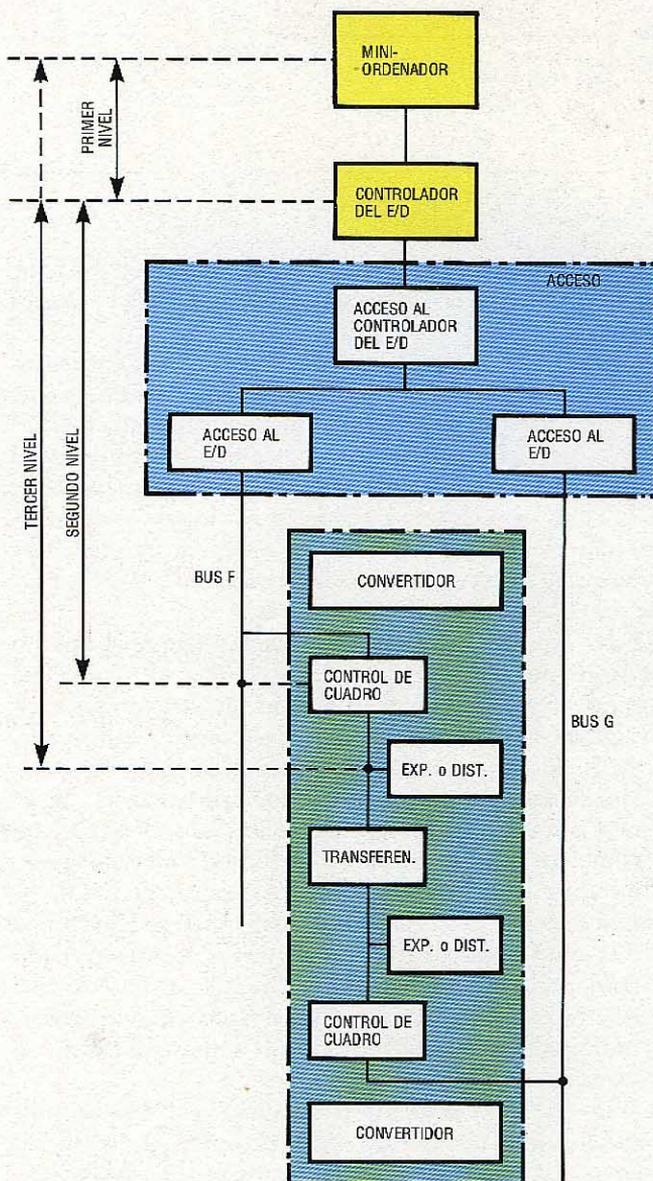


Fig. 6 Niveles de supervisión de la unidad de exploración/distribución.

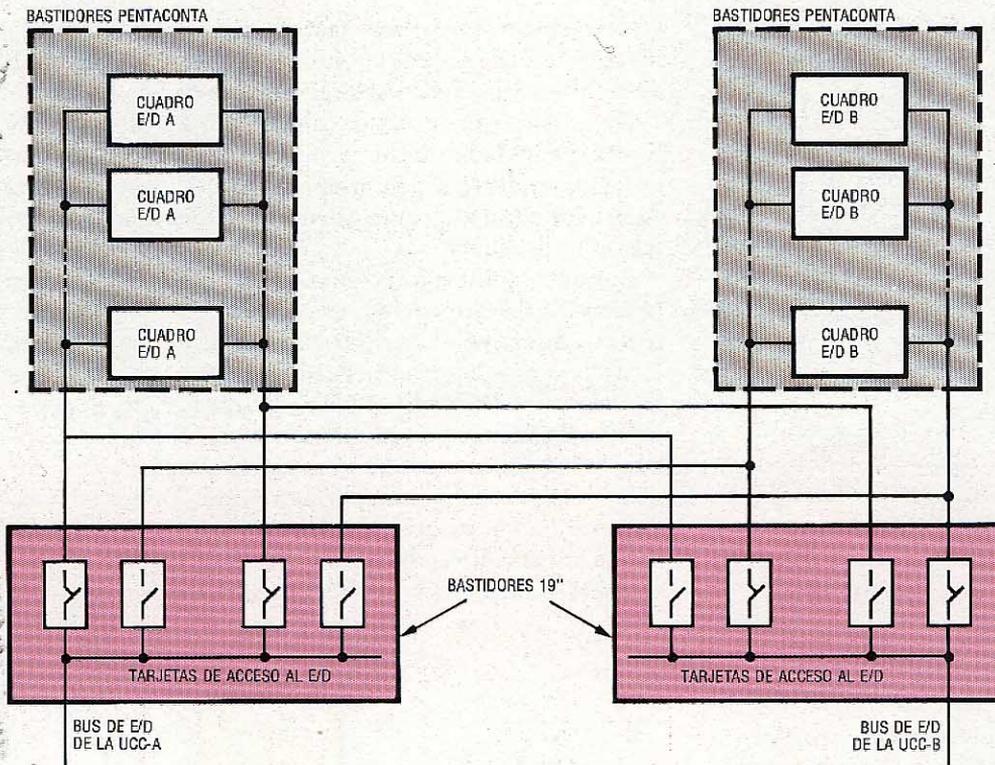


Fig. 7 Diagrama de bloques del E/D.

sucesivamente la dirección a explorar o distribuir y a continuación se envía el dato de distribución o se recibe el dato de exploración.

En la figura 5 se muestran los formatos de estas palabras de dirección y datos. Del formato de la dirección se puede ver que existen 5 bits para el direccionamiento de cuadro, lo cual fija la capacidad lógica de direccionamiento del grupo SPMR en 32 cuadros de E/D con un máximo de 30720 puntos, más otros 6 bits para elegir una de las 64 direcciones del cuadro. Además se reserva un bit para indicar si la dirección a la que se desea acceder es de exploración o distribución.

En la figura 6 se muestra esquemáticamente el camino recorrido por la información desde el ordenador hasta una placa de exploración o distribución, mostrando también niveles de supervisión para la transferencia de información. Sucintamente el funcionamiento es como sigue:

- a) El ordenador, por su bus de entrada/salida, envía la dirección con la paridad correcta al controlador de E/D. Este comprueba que la paridad es correcta (1^{er} nivel de supervisión) y envía la dirección a los cuadros de E/D.
- b) Los circuitos de control de cuadro muestrean los bits de dirección de cuadro. Aquel que resulte seleccionado comprueba nuevamente la paridad de la dirección; si ésta es correcta, envía una señal hacia el controlador, indicativa de que la transmisión se ha realizado con éxito (2^o nivel de supervisión).
- c) Si la operación es una distribución, (lo cual se ha indicado en la palabra de direccionamiento), el ordenador envía el dato con su paridad al controlador, éste la comprueba y envía el dato con su paridad al circuito de control de cuadro previamente direccionado; éste vuelve a

comprobar la paridad del dato, envía el dato a todas las tarjetas del cuadro, y a continuación, con los 6 bits que ha almacenado de la palabra de dirección, los decodifica y mediante un sistema matricial selecciona la dirección a la que va destinada el dato; la tarjeta de distribución graba el dato y retorna una señal de comprobación (3^{er} nivel de supervisión) que indica que el direccionamiento se ha producido.

En el caso de una operación de exploración, en el paso 2, al comprobar el circuito de control de cuadro que se trata de una operación de exploración, direcciona la tarjeta de exploración que envía el dato de exploración hacia el control de cuadro, junto con la señal de comprobación de que ha sido direccionada. El circuito de control de cuadro calcula y añade el bit de paridad y envía el dato producido al controlador de E/D. Este vuelve a comprobar la paridad. La operación final es que el ordenador muestrea la información de exploración.

Los cuadros de E/D se montan en bastidores PENTACONTA, con capacidad de 7 cuadros por bastidor. Desde la UCC acceden a cada bastidor dos buses de E/D que se multiplan a todos los cuadros de E/D. De los dos buses sólo uno es activo en un momento determinado y la duplicación se realiza por motivos de seguridad. La alimentación de los cuadros se realiza con convertidores de -48 V a ± 5 V, y en cada cuadro se equipan dos convertidores en redundancia activa para aumentar la fiabilidad.

Entre la UCC y los bastidores de E/D se encuentra el subsistema de acceso al E/D. Su principal misión consiste en permitir el acceso de cada UCC a su campo de E/D en funcionamiento duplex y, en caso de puesta fuera de servicio de una UCC, permitir el acceso de la otra para contro-

lar ambos campos. Un esquema que muestra el principio de funcionamiento de este subsistema se muestra en la figura 7.

Además este subsistema proporciona un sistema de transmisión a CC diferencial; esta transmisión se utiliza en el tramo de cableado del bus de E/D entre el bastidor de UCC y los bastidores de E/D, porque puede ser de gran longitud, asegurando así una adecuada protección contra ruidos y diafonías.

Programación del SPMR

El desarrollo de la programación del SPMR comprende cuatro paquetes de programas:

- El paquete de programación de control realiza las funciones lógicas de la unidad de control de las centrales PENTACONTA urbanas, y lleva a cabo las operaciones necesarias para el mantenimiento de la unidad SPMR.
- El paquete de instalación incluye los programas necesarios para la prueba de instalación del equipo electrónico y electromecánico del SPMR, utilizando los propios ordenadores operacionales.
- El paquete de simulación ambiental permite la prueba y puesta a punto, mediante técnicas de simulación por ordenador, de los programas del paquete de programación y control.
- Los programas de ingeniería de clientes realizan la generación de paquetes de programación de control y simulador adaptados a una central determinada.

Estos dos últimos paquetes, aunque fueron desarrollados por vez primera para cumplir funciones de ayuda al sistema SPMR, son de uso general y han sido utilizados posteriormente en otros productos. Este artículo trata fundamentalmente del paquete de programación de control que constituye la parte básica de la programación del SPMR. Mayor detalle puede hallarse en [1, 2, 3].

Fase de análisis

Se empleó el método SADT (structured analysis and design techniques). Este método permitió obtener unas especificaciones bastante completas del sistema antes de empezar las etapas siguientes de diseño y codificación. Además mejoró la comunicación entre los diseñadores del producto.

Fase de diseño

Durante esta fase se utilizó la técnica de modularidad en acceso a datos. Es decir, las unidades básicas de compilación (submódulos) no comparten la misma zona de memoria para almacén de datos. Esta técnica disminuye la repercusión de un cambio en un submódulo entre otros submódulos.

Se realizó también un modelo de simulación del sistema de programación (software) que permitió decidir:

- prioridad de funciones dentro del sistema de tiempo real desarrollado
- temporizaciones
- tipo de lenguaje a utilizar en el submódulo (alto o bajo nivel).

Durante esta fase se tuvieron en cuenta condicionantes impuestos por los programas de ingeniería de clientes para permitir la generación del sistema.

Fase de codificación

Se utilizó lenguaje de alto nivel exceptuando los módulos críticos en tiempo, en los cuales se utilizó assembler. Se emplearon normas de programación estructurada en cuanto al formato del listado.

Fase de pruebas

Se realizaron pruebas de las unidades de compilación pasando rápidamente a las pruebas de simulación del paquete completo. Esta técnica resultó muy eficaz ya que, habiéndose utilizado lenguaje de alto nivel en la mayor parte de los programas, las pruebas de las unidades de compilación básicas detectaron pocos fallos. Las pruebas de simulación permitieron detectar gran parte de los defectos de diseño y codificación. De esta forma se consiguió que los paquetes enviados a pruebas de campo estuvieran muy depurados.

Para el control del desarrollo y documentación, el paquete de programación de control se estructuró en los niveles siguientes:

- módulo funcional
- módulo
- submódulo (unidad de compilación)
- programas

Los niveles que tienen un significado software son el submódulo (unidad de compilación) y los programas; el resto de los niveles tienen como objeto facilitar la documentación y descripción del software del sistema.

Paquete de control de programación

Módulo funcional común

Comprende dos módulos:

- planificador operacional
- misceláneos

El módulo planificador está encargado de las siguientes funciones: Dar control, de acuerdo con las prioridades y necesidades de tiempo, a los programas de entrada cíclica del sistema. La duración de cada ciclo del sistema viene expresada en unidades básicas de tiempo, siendo estas unidades múltiplos del tiempo de interrupción del reloj interno del ordenador, controlar el estado del periférico de máscaras de interrupciones y controlar el acceso a la zona de extensión de memoria.

El módulo misceláneo comprende funciones comunes auxiliares a los distintos módulos funcionales de la programación de control; en este módulo se mantienen datos comunes a todo el software de control tales como: datos de exploración-distribución, estados de simuladores, y estados de procesador.

Módulo funcional de tratamiento de llamadas

Es el encargado de supervisar y encaminar hacia las rutas adecuadas las llamadas locales entrantes, salientes y de tránsito que se desee establecer en la central. Para ello explora el estado de los simuladores electromecánicos y controla las acciones a tomar según el análisis de los mismos.

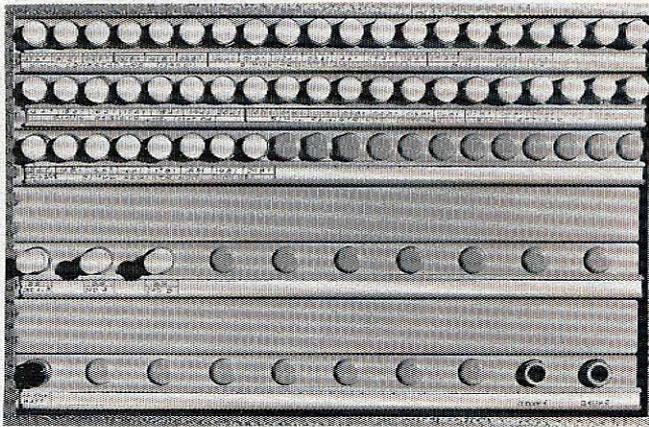


Fig. 8 Panel de control de un bastidor de simuladores de registradores locales.

Existen dos tipos básicos de módulos de tratamiento de llamadas:

- entrada cíclica
- tratamiento de secuencias

Los módulos de entrada cíclica son aquéllos que tratan señales de tipo impulsivo que deben explorarse o enviarse con prioridad debido a que su duración es limitada.

Las "secuencias" son programas encargados de realizar la señalización telefónica que se efectúa a secuencia obligada. Son de menor prioridad que los de entrada cíclica ya que la señal a explorar permanece fija hasta obtener una respuesta del procesador. Las secuencias están gobernadas en el tiempo por los programas del módulo de tratamiento de secuencias. Este módulo tiene capacidad para gobernar dos señalizaciones a secuencia obligada en paralelo para cada simulador de registrador.

Módulo funcional de mantenimiento

El módulo funcional de mantenimiento se ocupa del tratamiento automático de defectos detectados durante la operación normal, de la supervisión de umbrales de fallos, control de prueba y cambios de estados inmediatos o planificados. Estas funciones se realizan para:

- Los ordenadores, asegurando los procesos de recuperación de un ordenador en fallo y de sustitución, en su caso, por el asociado para mantener el control de toda la central.
- El explorador/distribuidor.
- Los simuladores electromecánicos.
- Los periféricos no telefónicos: teleimpresores y unidades de disco.
- Eventos del tráfico: contabilización y supervisión de llamadas iniciadas, completadas y en fallo; reposiciones prematuras; informaciones del robot de supervisión; tiempo de ocupación de los ordenadores en tratamiento de llamadas.

Módulo funcional de comunicación hombre-máquina

Los programas de comunicación hombre-máquina proporcionan el soporte necesario para que la unidad SPMR permita una explotación sencilla de la central. La comunicación hombre-máquina se puede realizar tanto desde el

centro local de mantenimiento como desde un centro remoto de conservación centralizada. Sus funciones principales son:

- control y planificación de tareas de CHM
- carga desde el disco de programas no residentes permanentemente en memoria principal
- actualización en disco de ficheros que han sido modificados en memoria
- tratamiento y control de los periféricos: TTY, disco e intercomunicador entre ordenadores IEO
- lectura y análisis de los mensajes del operador compuestos por comando-operando y sus parámetros
- ejecución de las peticiones del operador
- almacenamiento y ensamblaje de los mensajes producidos por todos los programas del sistema.

Operación y mantenimiento

Paneles de supervisión

La supervisión de simuladores electromecánicos se realiza mediante un panel situado en el bastidor. Este panel está constituido por un conjunto de lámparas señalizadoras de "ocupación" e "indisponibilidad" de los simuladores equipados en el bastidor, y una lámpara señalizadora de fusible del bastidor fundido.

La supervisión de bastidores de exploración/distribución se realiza mediante un panel como el de los simuladores constituido por lámparas señalizadoras de fallo de convertidor de alimentación de cuadro de exploración/distribución, y falta de placa de control de cuadro de exploración/distribución. También se refleja la alarma de fusible del bastidor fundido.

La supervisión de las unidades de control central (UCC) se realiza mediante un panel de control equipado en uno de los bastidores. Como puede observarse en la figure 3 este panel está compuesto por dos conjuntos idénticos (sistemas A y B) de llaves y lámparas, uno para cada una de las dos UCC de un SPMR, y dos llaves comunes de control.

Un grupo de lámparas permite señalar averías de las UCC, otro grupo refleja el acceso de estas a los campos de exploración/distribución, y un tercero proporciona informaciones complementarias referentes a los cuadros de E/D y a los estados de las UCC en "fuera de servicio". Mediante doble control de llaves de seguridad puede realizarse el arranque y parada de las UCC.

La citada supervisión está también centralizada en un panel mural donde se visualizan los estados de "órganos comunes" de la central; las nuevas unidades (explorador/distribuidor y procesadores) son consideradas como nuevos "órganos comunes".

Teleimpresor

El teleimpresor en el sistema SPMR es fundamental, al comportarse como fuente permanente de información sobre el estado de los órganos importantes del sistema, y como elemento de entrada del técnico para solicitar de aquél información sobre datos, estado de equipos, informes, pruebas; y realización de modificaciones de datos y asignaciones de equipos.

Se utiliza como periférico compartido por las dos UCC de un SPMR, y el sistema permite la utilización simultánea

de hasta cuatro teleimpresores compartidos pudiéndose asignar a cada uno de ellos introduciendo una orden por un teleimpresor, las siguientes funciones: alarmas, mensajes de fallos del equipo electromecánico de la central en que vaya equipado el SPMR, informes automáticos de alarmas e informes bajo petición.

Alarmas

En el SPMR se mantiene el método convencional de alarmas visuales y audibles localizadas en paneles de supervisión de bastidor, filas y salas de equipos, pero el SPMR proporciona además mensajes detallados de alarmas por teleimpresor local y remoto.

El SPMR explora puntos de alarma correspondientes a otras unidades de la central, como generadores de tonos, y proporciona mensajes por teleimpresor mejorando de este modo el sistema de alarmas de toda la central.

La tabla 2 resume la integración del sistema de alarmas del SPMR y el sistema convencional de las centrales PENTACONTA.

Detección de fallos en el equipo electrónico del SPMR

El sistema SPMR detecta, de forma automática, los fallos que se producen en su equipo electrónico: ordenador, explorador, distribuidor y los accesos de aquél a éste, y periféricos no telefónicos; y si el fallo ocurrido impide el funcionamiento correcto del órgano afectado, el sistema realiza reconfiguraciones del equipo.

Los dos ordenadores de una unidad SPMR son supervisados mediante un dispositivo exterior a ellos, el supervisor de proceso, que forma parte del subsistema de control de estados. Los supervisores de proceso mantienen una comunicación constante entre sí. Cuando un ordenador

Tabla 2 - Nivel de integración del sistema SPMR en la organización de alarmas de una central PENTACONTA

Situación que causa la alarma	(A)	(A)	(A)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	Categoría
	Mensaje inmediato por TTY	Almacenamiento temporal en memoria	Panel de control de UCC	Panel general de observ.	Panel de superv. de bast.	Alarma en sala de fuerza	Alarma de fila	Alarma de sala	
(1) Fus. de fila fundido o disy. saltado	•	•					LT1	L1	1ª
(2) Fallo alimentación de UCC	•	•	•	•			LT2		
(1) Fus. de bast. fundido (1ª categoría)	•	•			•				
(2) UCC indisponible	•	•	•	•					
(2) Fallo unidad de discos o IEO	•	•	•	•					
(2) Cuadro expl./dist. en fallo	•	•	•						
(1) Avería urgente de circuito	•	•			•		LT4		
(1) Fallo de suministros auxiliares	•	•			•		LT6		
(1) Fus. fundido en lado de CC o equipo de distrib. de energía	•	•				•		L2	2ª
(1) Fus. de bast. fundido (2ª categoría)	•	•			•		LT3		
(2) Acc. a cuadro expl./dist. en fallo	•	•	•				LT5		
(2) Cto. de control cuadro E/D en fallo	•	•	•		•				
(2) Conv. de cuadro expl./dist. en fallo	•	•			•				
(1) Falsallamada, avería en enlace, o falta en localizador	•	•			•				
(1) Congestión o avería de circuito	•	•			•				
(1) Fus. fundido en lado de CA del equipo de fuerza o sala de baterías	•	•				•			

(1) Equipo convencional más SPMR
(A) Alarmas presentadas por SPMR

(2) Equipo SPMR
(b) Alarmas convencionales del PC-2000

falla, su propio supervisor de proceso lo pone fuera de servicio e informa al asociado para que se haga cargo de los dispositivos que controlaba el ordenador en fallo. A continuación el propio supervisor de proceso intenta la recuperación y posterior entrada en servicio.

Durante el tiempo de tratamiento de llamadas, el sistema supervisa las transferencias de información entre ordenador y explorador/distribuidor. Cuando una transferencia falla, el sistema, por medio de un conjunto de "estrategias de mantenimiento", detecta el órgano en el que se ha producido el fallo (placa de E/D, cuadro de E/D, bus de acceso, etc.), pone fuera de servicio al órgano implicado e informa al otro ordenador del suceso, si fuera necesario. Análogos procesos se siguen para supervisar el flujo de información entre ordenadores y periféricos no telefónicos.

En todos los casos descritos, el sistema informa al técnico del fallo ocurrido y de las operaciones de reconfiguración del equipo, posteriormente realizadas, por mensaje de teleimpresor y por indicaciones luminosas y sonoras.

Considerando, por ejemplo, un sistema SPMR con nueve cuadros de E/D totalmente ocupados por placas E/D (en total 391 placas de E/D, ordenadores y controladores de periféricos no telefónicos). Las estrategias y programas de mantenimiento del sistema permiten identificar con toda precisión los fallos de 340 placas, es decir, el 87% de las placas del sistema. En el resto de los casos los mensajes e indicaciones luminosas no identifican la placa en fallo, pero orientan sobre la localización de suceso.

Detección de fallos en el equipo electromecánico del SPMR

El SPMR se ocupa de la detección de fallos, no sólo en su equipo electromecánico; sino también en los dispositivos no controlados por los procesadores. Los procesadores del SPMR recogen datos de fallos en llamadas, los tratan e identifican los órganos sospechosos de fallo, bien sea un simulador o un órgano no controlado por el ordenador.

Para los órganos SPMR, los datos de fallo de llamada se conocen en el procesador que ha tratado las llamadas. La identificación de los simuladores implicados en fallos y su estado en el momento de la detección del fallo, se almacenan en memoria.

Para órganos no controlados por los procesadores (como los marcadores) se proporciona una conexión a las memorias del robot de supervisión a través del E/D; de este modo los procesadores pueden recibir información de fallos de aquellos órganos.

Los datos de fallo en llamadas se analizan en los procesadores mediante contadores de fallos asignados a cada dispositivo. Cuando un contador de fallos alcanza un umbral, se transmite un mensaje de alarma por teleimpresor si el dispositivo correspondiente no es del SPMR. Si el dispositivo es un simulador, además se prueba, y si está realmente en fallo, se pone fuera de servicio y se informa al operador por teleimpresor.

Independientemente de las anteriores acciones del sistema, el operador puede pedir la salida de mensajes con datos de fallo de cada llamada en el momento de detectarse el fallo. El permiso de salida de estos datos se puede especificar por grupos de dispositivos electromecánicos.

Pruebas de simuladores

Dentro de los programas de mantenimiento del SPMR está el módulo de pruebas de simuladores. Estas pruebas se realizan utilizando un dispositivo electromecánico conectado al E/D (circuito de pruebas de simuladores). Cada campo de E/D de un SPMR tiene un circuito de pruebas de simuladores que se puede conectar a cualquier simulador de ese campo de E/D; la conexión se hace bajo el control del procesador correspondiente.

Las pruebas de simuladores se realizan mediante secuencias de distribución/exploración seguidas de una comparación de los datos explorados con datos de tablas internas.

Las pruebas de simuladores se realizan automáticamente si un simulador sobrepasa su umbral de fallos o por petición del operador por teleimpresor. Los resultados de las pruebas se imprimen por teleimpresor, y el análisis del fallo y la separación subsiguientes se realizan con la ayuda de diccionarios de fallos.

Referencias

- [1] I. de la Torre Agua, J. Gregorio Gallego, A. Herranz Herranz y M. D. Pachón Veira: El sistema de conmutación PENTACONTA 2000; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, nº 4, págs. 283-292 (en este número).
- [2] M. Gamella Bacete, M. de Miguel Domínguez, S. Navas Gutiérrez y M. D. Pachón: La programación de control del sistema SPMR; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, nº 4, págs. 303-313 (en este número).
- [3] R. Peña Mari: Tecnologías empleadas en el desarrollo de la programación del SPMR; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, nº 4, págs. 314-318 (en este número).
- [4] M. A. del Coso Lampreabe: Simulación ambiental para sistemas software en tiempo real; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, nº 2, págs. 120-126.

José Manuel Baraja Mucientes nació en Valladolid (España). En 1970 obtuvo el título de ingeniero técnico industrial. En 1977 obtuvo el título de licenciado en ciencias económicas por la Universidad Complutense de Madrid. Desde 1972 ha trabajado en SESA, hasta 1975 como diseñador de circuitos en ingeniería de desarrollo y desde 1975 en el desarrollo del sistema SPMR, encargándose del diseño de adaptadores electromecánicos y del sistema de conservación posteriormente. Desde 1977 ha estado encargado de elaborar documentación de conservación y entrenamiento en el sistema SPMR PCM-2000.

Francisco González Vidal nació en La Habana (Cuba). Estudió en la Universidad Politécnica de Madrid donde se graduó como ingeniero superior de telecomunicación en 1973. Durante el curso 1972-1973 disfrutó de una beca en CTNE en la especialidad de transmisión y radio. En 1973 ingresó como ingeniero de diseño electrónico en SESA, trabajando en el proyecto SPMR. En 1973 pasó a formar parte del grupo de sistemas de PC-2000. Actualmente es adjunto al jefe del grupo de desarrollo hardware electrónico del PC-2000. En la actualidad desarrolla su tesis doctoral en el departamento de ordenadores de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid.

Andrés Herranz Herranz nació en Madrid en 1946. En 1968 obtuvo el título de ingeniero técnico de telecomunicación. En 1968 ingresó en SESA como diseñador de circuitos en ingeniería de desarrollo (sistema PC-2000). En el año 1972 comenzó a trabajar en el desarrollo del actual sistema SPMR como jefe de proyecto. Actualmente es jefe del proyecto PC-2000.

María Dolores Pachón Veira nació en 1945 en Tanager (Marruecos). Obtuvo el título de ingeniero superior de telecomunicación en 1970 y en ese año ingresó en SESA como ingeniero de diseño de ingeniería de desarrollo (sistema PC-2000). En 1972 comenzó a trabajar en el proyecto SPMR, siendo actualmente el jefe del Grupo Software del PC-2000.

La programación de control del sistema SPMR

La programación de los programas almacenados en las memorias de los ordenadores del sistema SPMR (stored program multiregister) controla las operaciones necesarias para el encaminamiento de todo tipo de llamadas telefónicas y para el mantenimiento y operación de los equipos y del propio software. En este artículo se describen las funciones que cumple esta programación así como su organización y estructura.

M. GAMELLA BACETE
M. DE MIGUEL DOMINGUEZ
S. NAVAS GUTIERREZ
M. D. PACHON VEIRA
Standard Eléctrica, S. A. Madrid, España

Introducción

El sistema SPMR (multirregistrador de programa almacenado) sustituye la unidad de control de centrales telefónicas PENTACONTA* por un equipo basado en dos miniordenadores. Los órganos de la unidad de control SPMR actúan como periféricos controlados y utilizados por los ordenadores, y los programas almacenados en sus memorias contienen, por lo tanto, la lógica de control del conjunto del equipo.

En la figura 1 se muestra un esquema de la configuración de órganos de una unidad de control SPMR. El número de teimpresores compartidos de la configuración es opcionalmente variable entre uno y cuatro, de los que todos menos uno pueden residir, también opcionalmente, en centros distantes. La conexión entre cada ordenador y su parte del explorador/distribuidor puede ser conmutada desde el supervisor de proceso, de manera que un solo ordenador tiene la posibilidad de hacerse cargo del control de la central completa.

Requerimientos básicos de la programación

Los requerimientos básicos que debe cumplir el programa del SPMR caen en siete categorías principales: capacidad de tratamiento de llamadas; mantenimiento automático; facilidades de operación; operación en tiempo real; tratamiento de las memorias; reproducibilidad y adaptabilidad, y modificabilidad.

Capacidad de tratamiento de llamadas

La programación del SPMR detecta tomas de registrador y dígitos, encamina las llamadas de acuerdo con los dígitos recibidos, y trata, según estrategias preestablecidas, los fallos que puedan producirse en cada una de sus fases. Estas tareas pueden ser múltiples, es decir, pueden presentarse, y deben tratarse, llamadas simultáneas por distintos simuladores de registrador. Las llamadas a tratar pueden ser locales, salientes o entrantes con cualquiera de las señalizaciones existentes (MF, 7A, 7D, etc.).

Mantenimiento automático

La programación del SPMR responde automáticamente, con alarmas y acciones correctivas para minimizar la degradación del servicio, a defectos en el equipo y a um-

brales de valores críticos, detectados durante el funcionamiento. En particular cualquier fallo que afecte al funcionamiento de conjunto de un ordenador desencadena tratamientos de recuperación en el ordenador afectado y de sustitución por parte del ordenador asociado.

Facilidades de operación

Mediante órdenes por teimpresor, el personal de operación y mantenimiento puede realizar cambios de estado de órganos y datos de operación (por ejemplo, tablas de categorías y códigos de marcaje), solicitar informes de estado y datos de operación y encargar pruebas de mantenimiento preventivo y diagnóstico de defectos.

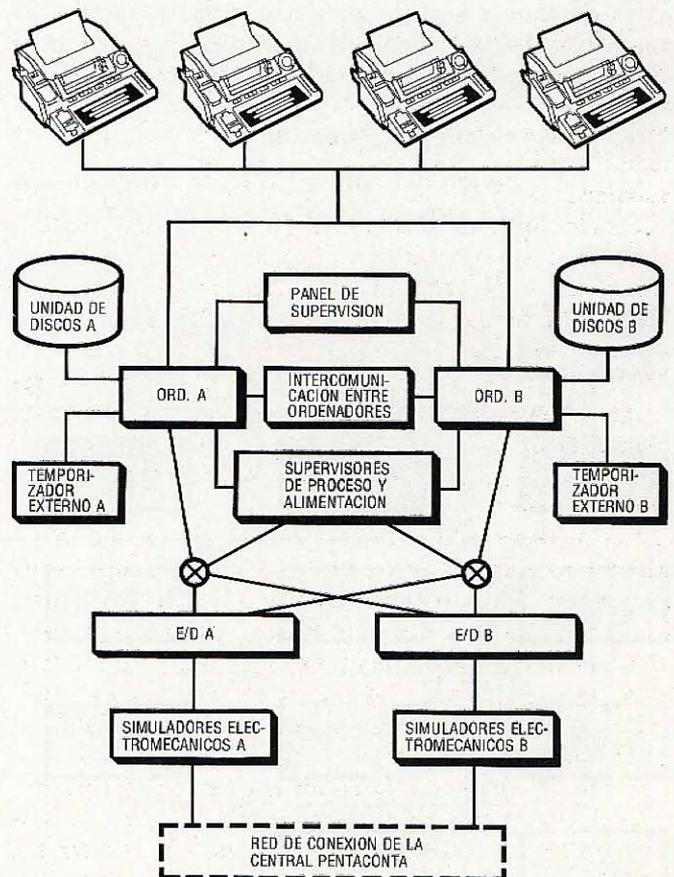


Fig. 1 Configuración de órganos de la unidad de control del SPMR.

* Marca registrada del sistema ITT

Operación en tiempo real

La programación incluye tratamientos cíclicos y tratamientos por interrupción de distintos periféricos. Los tratamientos cíclicos se ordenan por niveles de prioridad, de manera que cualquiera puede ser interrumpido en su ejecución por otro de prioridad más elevada, asegurándose así el cumplimiento de las especificaciones de tiempos críticos de exploraciones y de respuestas.

Tratamiento de las memorias

El volumen de la programación necesaria, la distinta frecuencia de ejecución de los programas y la necesidad de un almacenamiento de reserva, dan lugar a una distribución de la programación entre una memoria principal (directamente accesible por los procesadores), extensiones de memoria posicionables sobre la memoria principal, y ficheros en discos. Estos últimos permiten las recargas generales de la programación residente y la carga de programas no residentes para su ejecución en la memoria principal.

Reproducibilidad y adaptabilidad

Mediante adaptación y selección de módulos puede generarse mecánicamente la programación específica para cada "familia" de centrales. Dentro de una familia, los datos particulares de cada central se traducen en el contenido de tablas utilizadas por los programas generales.

Modificabilidad

La organización modular de la programación facilita la introducción de las mejoras y nuevas facilidades que se decidan durante la vida del producto. Pueden aprovechar también las nuevas tecnologías que aparezcan, y proporcionar nuevas características a las administraciones.

Organización de la programación

La programación de sistema SPMR se divide en una programación genérica compuesta por los programas y da-

Tabla de abreviaturas

CHM	- comunicación hombre-máquina
E/D	- explorador/distribuidor
E/S	- entrada/salida
IEO	- intercomunicador entre ordenadores
IRTR	- interrupción de reloj de tiempo real
MF	- multifrecuencia
NP	- nivel de prioridad
PC	- PENTACONTA
PGS	- formato de almacenamiento de datos y programas
TTY	- teleimpresor
UBT	- unidad básica de tiempo

tos generales del sistema y otra específica compuesta por las tablas particulares de cada central.

La programación genérica está organizada jerárquicamente de la siguiente forma:

- módulo operativo,
- módulos funcionales,
- módulos,
- submódulos,
- programas y datos.

En la figura 2 se representa esta organización. La unidad de compilación es el submódulo que está compuesto de datos y los programas que acceden a éstos.

La organización modular se ha hecho con el criterio de agrupar los submódulos que compartan un determinado tipo de recursos (generalmente periféricos). Una consecuencia de este criterio es que la realización de una función completa suele implicar la ejecución sucesiva de programas de diferentes módulos. Por la misma razón, programas de un mismo módulo pueden ejecutarse en niveles de prioridad diferentes.

Las centrales se agrupan en familias. Una familia comprende las centrales para las cuales la programación genérica es común. Las tablas particulares de una central forman lo que se llama el elemento de generación de datos.

Cuando se quiera obtener el paquete específico de una central es necesario hacer el montaje de los submódulos

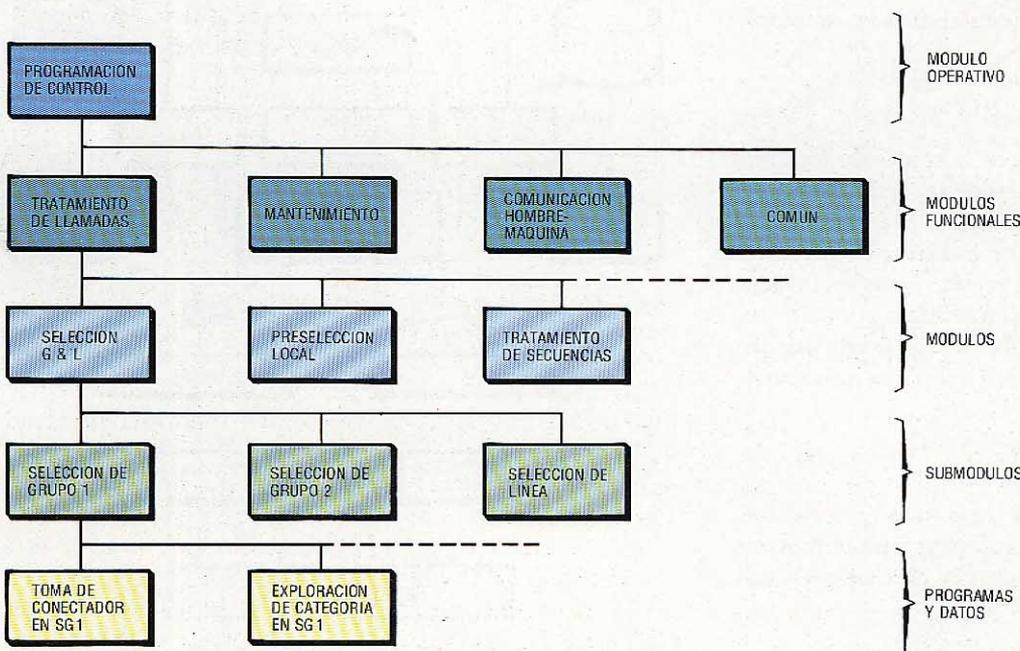


Fig. 2 Organización de la programación de control.

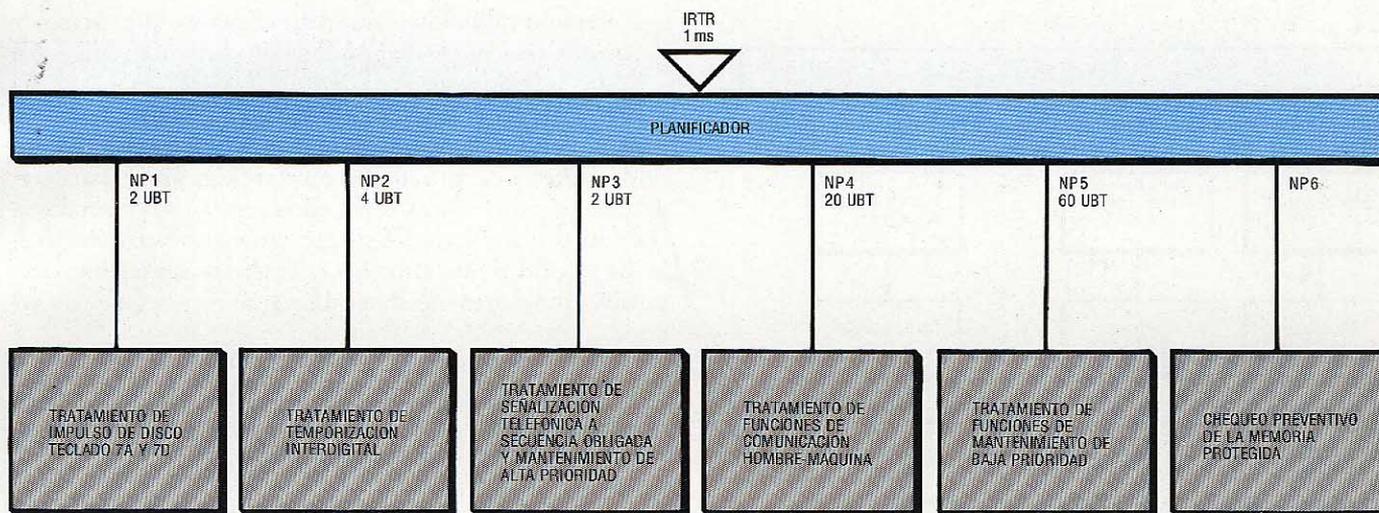


Fig. 3 Niveles de prioridad.

comunes del paquete genérico correspondientes a su familia con el elemento de generación de datos específicos.

Ubicación de los programas en la memoria

El sistema SPMR utiliza dos tipos de memoria. La primera, la memoria interna del miniordenador ITT-1652 con una capacidad máxima de 256 kpalabras. De éstas son direccionables directamente 64 kpalabras de las cuales 32 pueden utilizarse indistintamente para programas y datos y las otras 32 sólo para datos. El resto hasta las 256 kpalabras puede posicionarse sobre las 64 kpalabras direccionables directamente en módulos de 4 kpalabras. La segunda es una memoria auxiliar constituida por unidades de disco flexible.

Los programas del sistema pueden clasificarse en dos tipos en función de su ubicación en la memoria del ordenador:

- Programas residentes permanentemente en el disco y en la memoria principal.
- Programas bajo petición que no residen permanentemente en memoria principal. Están almacenados en el disco y se cargan en una zona reservada de la memoria principal cuando es necesaria su ejecución. Esta zona de carga está dividida en dos. Una denominada zona rápida, en donde se cargan los programas cuya ejecución es del orden de segundos. En la otra, zona lenta, se cargan los que su ejecución es del orden de minutos. Aparte de los anteriores, existen programas no residentes que por su tamaño necesitan usar simultáneamente las dos zonas, utilizando la rápida para la carga de los datos y la lenta para la carga de las instrucciones.

Entre los programas residentes están los programas del sistema operativo, los de tratamiento de llamadas y algunos de mantenimiento que deben ejecutarse frecuentemente.

La memoria interna del ordenador está dividida en zonas protegidas y no protegidas. En las primeras están almacenados los programas y los datos fijos. En las segundas

están almacenados los datos variables. Un intento de modificación de una zona protegida produce automáticamente una recarga del sistema.

Módulo funcional común

Está distribuido en dos módulos: planificador operacional y miscelaneos. El módulo planificador está encargado de:

- distribuir el tiempo del ordenador entre los distintos programas del sistema,
- controlar el estado del posicionamiento de la memoria,
- supervisar, en colaboración con programas de mantenimiento, el correcto funcionamiento de la programación.

El módulo planificador mide el tiempo, tomando como base la interrupción que recibe del "reloj de tiempo real" del ordenador. Esta interrupción (IRTR) ocurre cada 1 ms en el ordenador ITT-1652. El planificador solamente realiza trabajo cada 5 IRTR. A este período de tiempo se le llama unidad básica de tiempo (UBT).

Los programas del sistema se agrupan desde el punto de vista de tiempo real en seis niveles de prioridad (NP). Los programas de un mismo NP se ejecutan cíclicamente cada cierto tiempo diferente para cada uno de ellos. Este tiempo se denomina ciclo de entrada y se mide en UBT. En la figura 3 se representan los diferentes NP del sistema y las principales funciones tratadas en ellos. El último NP no tiene ciclo de entrada porque se ejecuta siempre que el sistema no tiene trabajo.

Cuando le corresponde ejecutarse a un determinado NP, el planificador analiza si existe otro con más prioridad que no haya finalizado su trabajo. Si es así, deja bloqueado al de menos prioridad y le cede control al más prioritario. Esto puede traer como consecuencia que los niveles de más baja prioridad puedan incluso perder un ciclo de entrada si permanecen bloqueados un tiempo excesivo.

En el dimensionado del sistema se ha previsto que los NP 1 y 2 finalizan siempre su trabajo y que los NP 1, 2 y 3

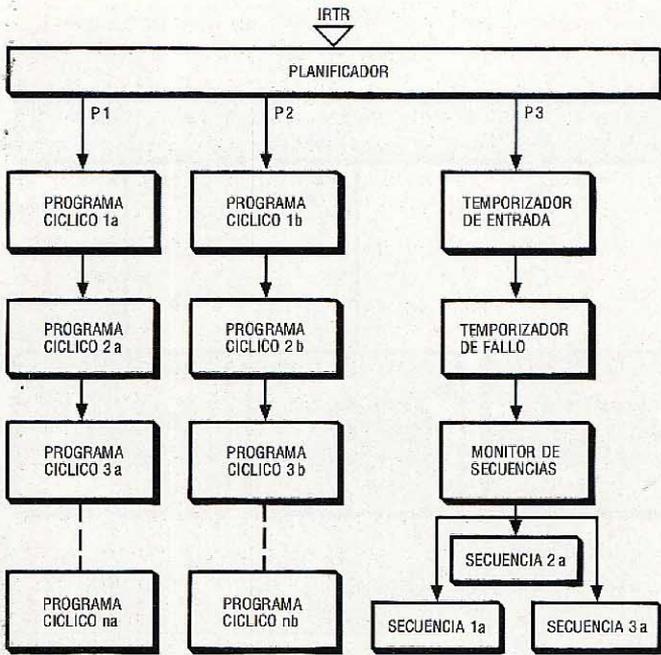


Fig. 4 Tiempo real de proceso de llamadas.

ocupan menos de un 98% del tiempo total del sistema. El módulo planificador supervisa que se cumplen estas dos condiciones. Si no se cumple la primera se supone que es debido a un bucle u otro funcionamiento anómalo de la programación. Además, el no cumplimiento de la condición puede traer consigo una pérdida de información en impulsos. Por lo tanto, el tratamiento de esta situación anómala es una recarga de la programación.

El no cumplimiento de la segunda condición supone que el ordenador está en una situación de sobrecarga. En este caso, no existe el peligro de pérdida de información pero sí el de contestar con lentitud a los órganos electromecánicos. En esta situación, el sistema reacciona cambiando los ciclos de entrada de los NP y las temporizaciones y renovaciones de las llamadas, con lo cual se consigue disminuir el tiempo de ocupación en vacío.

El módulo misceláneo está compuesto por los submódulos que manejan recursos comunes a las funciones de tratamiento de llamadas, mantenimiento y comunicación hombre-máquina. Un ejemplo de estos submódulos son los que manejan el periférico explorador-distribuidor a través del cual los programas se comunican con los periféricos telefónicos. Programas de estos submódulos son utilizados para realizar funciones de tratamiento de llamadas o mantenimiento indistintamente.

Otros recursos manejados por submódulos de este módulo son los estados del ordenador y los de los simuladores electromecánicos.

Módulo funcional tratamiento de llamadas

Este módulo está encargado de realizar las siguientes funciones:

- Señalización con los simuladores electromecánicos con objeto de cursar llamadas.

- Detección de fallos o anomalías durante el proceso de cursar llamadas y señalización con el módulo funcional de mantenimiento.

Desde el punto de vista de tiempo real, los programas de tratamiento de llamadas se dividen en programas de entrada cíclica y de entrada secuencial (Fig. 4). Los programas de entrada cíclica son aquéllos a los que da paso directamente el planificador. Estos programas ocupan los niveles de prioridad más altos 1 y 2. Tratan señales de tipo impulsivo que tienen una determinada duración y que no esperan respuesta del sistema.

Los de entrada secuencial son aquéllos a los que da paso el planificador a través de otro programa que se llama monitor de secuencias. Estos programas ocupan el NP3, a continuación de los programas cíclicos. Tratan señales a secuencia obligada y reciben el nombre de secuencias.

El control de la ejecución de las secuencias se divide en las siguientes funciones:

- Temporizar la entrada de la secuencia para que la señal PC esté presente. Esta función es realizada por el programa temporizador de entrada.
- Poner en ejecución según unas prioridades, a las secuencias que tengan vencida su temporización de entrada. Esta función es realizada por el programa monitor de secuencias.
- Supervisar el fallo en la secuencia que ocurre cuando no llega la señal PC. Esta función es realizada por el programa temporizador de fallos.

Estos programas tienen capacidad para gobernar dos señalizaciones a secuencia obligada en paralelo para cada simulador de registrador.

Tipos de llamadas tratadas

Los programas de tratamiento de llamadas son capaces de tratar llamadas locales, salientes y entrantes MF, 7A y 7D.

Para cursar llamadas locales los programas señalizan con el simulador de registrador local y de salida que está presente durante el tiempo de establecimiento de la llamada. A su vez, los programas asocian a este simulador el circuito conector una vez durante la fase de preselección y dos veces en cada una de las fases de selección de grupo o línea. Si la categoría del abonado es de teclado, los programas asocian al simulador de registrador un receptor de teclado con objeto de detectar las señales de MF.

En llamadas salientes, además del circuito conector, es necesario asociar al simulador de registrador un emisor con objeto de señalar con la central distante.

En llamadas entrantes los programas señalizan con simuladores de registrador de llegada especializados para cada tipo de señalización.

Los programas de tratamiento de llamadas determinan la categoría del abonado a partir de su número de equipo que reciben a través del conector. La categoría la obtienen de una tabla almacenada en la memoria. Asimismo, elaboran los códigos de marcaje durante las selecciones a partir de los dígitos marcados por el abonado. El código de marcaje de selecciones de grupo se obtiene de una tabla almacenada en memoria y el de selección de línea mediante un algoritmo.

Detección de anomalías durante las llamadas

Durante el establecimiento de las llamadas los programas pueden detectar determinadas anomalías que son comunicadas a los programas de mantenimiento para su tratamiento.

Estas anomalías pueden clasificarse en:

- Anomalías en la llamada debidas al abonado, como reposición prematura, envío incompleto, etc. Cuando se detecta este tipo de incidente se libera la llamada y se contabiliza.
- Fallo de los circuitos de distribución-exploración. En este caso, se libera la llamada, si no puede continuar, y se indica a programas de mantenimiento la dirección del circuito que ha fallado.
- Fallo en señalización por vencimiento de temporización o por detección de código incorrecto. En este caso, se realiza una renovación o una liberación dependiendo de la situación de la llamada. Si en el fallo hay implicados órganos externos a la unidad de control se señala con el robot de supervisión a fin de conocer su identidad. Se envía información de estos fallos a los programas de mantenimiento.
- Detección de indisponibilidades intempestivas en simuladores que se comunican a programas de mantenimiento.

Módulo funcional de mantenimiento

En el módulo funcional de mantenimiento se han incluido todas aquellas tareas que sin estar directamente relacionadas con el encaminamiento de las llamadas, resultan necesarias para asegurar el funcionamiento del sistema, ante todo tipo de incidencias. Estas tareas comprenden:

- El tratamiento automático de fallos detectados en cualquier operación o en exploraciones cíclicas.
- La supervisión preventiva de umbrales de valores críticos.
- El tratamiento de peticiones inmediatas o planificadas a hora fija, de pruebas, informes y cambios de estado de órganos y datos.

Vamos ahora a describir la aplicación de estas tareas a las distintas áreas del sistema.

Ordenadores

La programación del ordenador afectado suspende la señalización de supervisión de estado en los casos de:

- extravío de los programas,
- incumplimiento de los tiempos previstos para los programas cíclicos.
- incapacidad del monitor de secuencias para terminar su tarea en un tiempo máximo,
- violación de zonas protegidas de memoria,
- fallos de chequeo de memoria,
- fallos de potencia en fuentes de alimentación.

Todo esto provoca una interrupción del supervisor de estados, que desencadena un intento de recuperación. Este proceso comprende la carga desde disco y ejecución de programas de pruebas de instrucciones y memoria, y en caso de éxito, la recarga e inicialización de los programas operacionales y la vuelta al servicio del ordenador.

Cuando el ordenador asociado está también fuera de servicio, la recarga se realiza directamente sin ejecutarse las pruebas (recarga rápida). La puesta fuera de servicio de un ordenador es detectada por el ordenador asociado mediante una interrupción del supervisor de estados. Se procede entonces a tomar el control de su parte del explorador/distribuidor, a registrar el cambio de estado del sistema en memoria, en el panel de supervisión y mediante mensajes.

La petición de vuelta a servicio de un ordenador después de una recuperación con éxito, se detecta también por el ordenador asociado mediante interrupción del supervisor de estados y provoca una liberación lenta (salvando llamadas en curso) de los simuladores correspondientes, seguida de la conmutación de éstos al ordenador que vuelve al servicio.

En el caso de fallo del controlador del explorador/distribuidor, el ordenador no intenta la recuperación y queda fuera de servicio, indisponible hasta la reparación. En el caso de fallo en una unidad de discos o en el intercomunicador entre ordenadores (IEO), el ordenador que lo detecta libera sus simuladores, los conmuta para el ordenador asociado y queda fuera de servicio, pero en estado disponible, de manera que puede volver parcialmente a servicio en caso de fallo del otro ordenador.

Por petición del operador puede también solicitarse la puesta fuera de servicio de un ordenador de dos modos distintos: con recarga, inicializando así toda la programación, y con paso a un estado disponible con control de los simuladores correspondientes, para poder realizar modificaciones y pruebas de los programas.

Combinando todo lo anterior puede confeccionarse el esquema de estados y transiciones para los dos ordenadores que muestra la figura 5.

Explorador/distribuidor (E/D)

El equipo explorador/distribuidor está integrado por placas distribuidas en cuadros accesibles desde su controlador por vía doble (buses F y G). Cada vez que en cualquier programa se ejecuta una operación de exploración/distribución, se comprueba el éxito o fracaso con una instrucción de prueba, y en caso de fallo, se repite la operación por el otro bus y se da paso a programas de mantenimiento que averiguan el alcance del fallo (ruido, placas de exploración/distribución o transferencia, bus F o G en un cuadro, bus F o G general, controlador) sacan de servicio los órganos averiados y registran los cambios en memoria en el panel de supervisión y mediante mensajes.

El operador puede consultar por teleimpresor los estados de todos estos órganos, que se mantienen actualizados en las memorias de los ordenadores, y puede también solicitar la vuelta a servicio de los órganos en falta una vez reparados.

Simuladores electromecánicos

Durante la exploración cíclica de tomas de registradores y cada vez que se va a tomar algún simulador de los otros tipos, se comprueba si simuladores registrados en memoria como libres aparecen físicamente indisponibles. En este

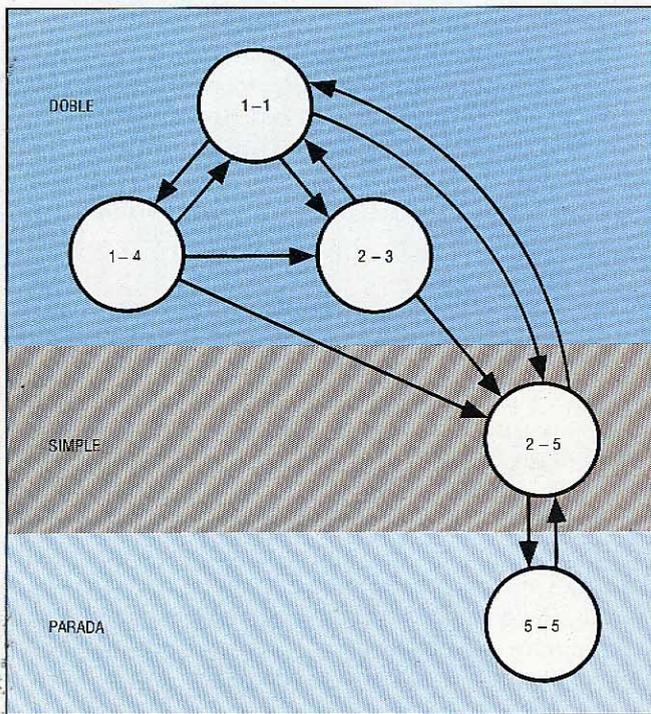


Fig. 5 Esquema de estados y transiciones.

Los dos números dentro de cada circuito indican estados estables de cada ordenador de la pareja y las flechas indican transiciones del conjunto.

1. en servicio con sus simuladores
2. en servicio con todos los simuladores
3. fuera de servicio disponible con simuladores
4. fuera de servicio disponible sin sus simuladores
5. fuera de servicio indisponible.

caso, programas de mantenimiento se encargan de verificar la indisponibilidad, anotarla, sacar de servicio los simuladores implicados y preparar mensajes. Se comprueba además si la indisponibilidad puede deberse a acciones transitorias (falta de alimentación, desconexión de placas electrónicas, jack de ocupación) y en tal caso se mantiene una supervisión cíclica hasta detectar la desaparición de la incidencia.

Desviando los hilos que unen a los simuladores con el resto de la central hacia un circuito de pruebas controlado por el ordenador a través del E/D, puede comprobarse el establecimiento de todos los caminos eléctricos de cada simulador. Los programas de pruebas ponen fuera de servicio a los simuladores en fallo y producen mensajes de diagnóstico. El operador puede solicitar por teletipos estas pruebas, así como la puesta de simuladores en servicio o fuera de servicio, y los programas se encargan de verificar si se alcanza un umbral crítico de simuladores fuera de servicio.

Los programas de mantenimiento se encargan también de traducir cifras para el registrador de pruebas de la central y de explorar cíclicamente los circuitos de supervisión general y de concentración de alarmas para preparar mensajes indicando la aparición de alarmas generales y por sala de la central.

Periféricos no telefónicos

Cuando al intentar acceder a un teletipos no se recibe en un margen de tiempo la interrupción de disponibilidad, se da paso a programas de mantenimiento que se encargan de supervisar periódicamente el TTY para ponerlo de nuevo en servicio si la incidencia desaparece. El operador puede también solicitar pruebas de lectura y comprobación de todos los sectores de los discos.

Incidencias del tráfico

Los programas de mantenimiento tratan contadores que registran números de llamadas iniciadas, completadas, fallos, falsas llamadas, envíos incompletos y reposiciones prematuras (por cadena local 7A, 7D, MF). Estos contadores pueden ser consultados e inicializados por el operador a través del teletipos. Cuando un simulador en 100 tomas, u otro órgano de la central en 5 minutos, se ve implicado en un número de llamadas en fallo superior a un cierto umbral, se produce un mensaje de alarma y, en el caso de los simuladores, se ejecuta un programa de prueba. Para cada llamada en fallo se prepara una información sobre la identidad y el estado de los órganos implicados. Los datos correspondientes, en este caso, a órganos de la central externos al SPMR se obtienen mediante el robot de supervisión, con el que los ordenadores se comunican a través del explorador/distribuidor. El operador puede seleccionar, por grupos de órganos, los mensajes que se imprimen con esta información.

Mediante un dispositivo temporizador externo se llevan a cabo medidas del tiempo empleado por el ordenador en los programas de tratamiento de llamadas y de niveles de prioridad superiores. Si este tiempo supera un umbral determinado se prepara un mensaje de congestión y se modifican los valores de las temporizaciones, el número de renovaciones permitidas y los ciclos de algunos niveles de prioridad. Este tiempo de ocupación puede también solicitarse por teletipos.

Módulo funcional de comunicación hombre-máquina

El módulo funcional de comunicación hombre-máquina (CHM) es responsable de la gestión de los periféricos no telefónicos y funciones asociadas a ellos. La programación de este módulo permite una comunicación bidireccional, a través de teletipos locales o remotos, entre el operador de mantenimiento y el sistema. El operador puede, desde un teletipos, introducir una orden a uno cualquiera de los dos ordenadores para pedir información o producir modificaciones al sistema (mensaje de entrada o comando) y un ordenador puede suministrar de forma automática o bajo petición, información al operador (mensaje de salida).

Esta comunicación le otorga al sistema la posibilidad de disponer de los siguientes tipos de facilidades:

- modificación de datos, del estado de equipos y tareas,
- ediciones de informes de datos, del estado de equipos, alarmas y tareas,
- prueba de equipos,
- medidas estadísticas,
- edición de mensajes automáticos del sistema.

Además, con el sistema en simple, si el ordenador que está fuera de servicio está disponible con sus simuladores, se permite obtener y modificar el contenido de la memoria.

El módulo funcional comunicación hombre-máquina (CHM) posibilita al sistema la realización de todas estas facilidades mediante el control, la interpretación y ejecución de los mensajes de entrada y la edición de las de salida. Para ello se utilizan los siguientes periféricos: discos, teleimpresores y equipo de comunicación entre ordenadores (IEO).

El control y la operación de los dos discos de que consta cada unidad, la realiza este módulo para cargar programas

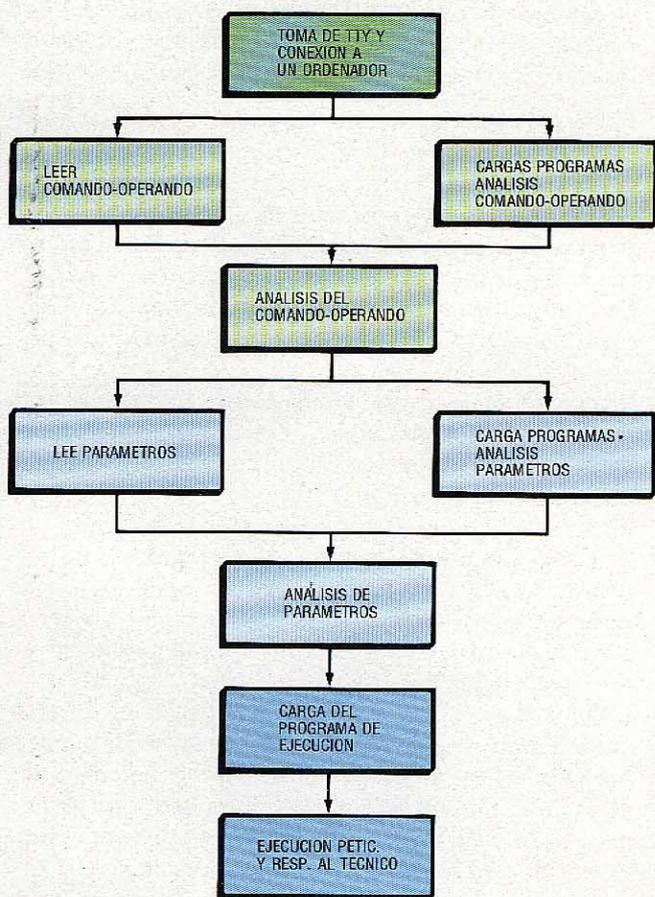


Fig. 6 Secuencia de operación de un mensaje de entrada.

bajo petición, escribir y leer alarmas, escribir y leer parches a la programación y escribir tablas de datos en disco.

El control y la gestión del periférico IEO permiten al sistema poner en comunicación la programación de los dos ordenadores. Esta comunicación ordenador-ordenador coordina e informa de la transferencia de teleimpresores entre dichos ordenadores, tanto en entrada (conexión del teleimpresor al ordenador solicitado por el técnico) como en salida de mensajes (de acuerdo con las prioridades establecidas en el sistema). En la gestión de órdenes por teleimpresor para comandos dobles coordina su ejecución en

ambos ordenadores. Permite mantener en ambos la información actualizada del estado del sistema, calendario, periféricos y equipos fuera de servicio, así como la medida de eventos de la unidad de control del sistema.

Mensajes de entrada

El teleimpresor utiliza, tanto en entrada como en salida, todos los caracteres del código ASCII, siendo tarea del módulo CHM su traducción e interpretación.

Los mensajes de entrada constan de una serie de caracteres alfabéticos que especifican el ordenador al que van dirigidos (direccionamiento) y el tipo de petición (comando-operando) y otra alfanumérica que define los parámetros de esa petición. El tratamiento de estos mensajes es siempre realizado por CHM siguiendo el mismo esquema básico:

- análisis de la clave de toma del teleimpresor introducida por el operador de mantenimiento,
- lectura y análisis del direccionamiento,
- lectura y análisis del comando-operando,
- lectura y análisis de los parámetros del comando*,
- traducción de la petición,
- ejecución de la petición o, en su caso, planificación a hora fija.

Evidentemente no todos los programas que ejecutan estas tareas se realizan con la misma frecuencia, ni son simultáneos en el tiempo, por lo que están almacenados en el disco, y es el sistema operativo de CHM el encargado de efectuar su carga en memoria (zonas de carga) cuando los programas en cuestión (análisis y ejecución) son requeridos.

Características de los mensajes de entrada

Desde el punto de vista de su direccionamiento los comandos pueden ser dirigidos o indiferentes. Comandos dirigidos son aquellos en los que el teleimpresor se conecta al ordenador especificado en el direccionamiento del mensaje y su ejecución se realiza en el mismo ordenador. Los indiferentes son los que, tanto la conexión del teleimpresor como la ejecución de la petición, se realiza en uno cualquiera de los ordenadores.

Por otro lado, se llaman comandos dobles a aquellos cuya ejecución se realiza en ambos ordenadores. Con el sistema en simple el comando doble es rechazado. Comandos simples son los que se ejecutan en un solo ordenador.

Algunos comandos tienen restricciones para su uso, protegiendo con ellas al sistema de una mala utilización de estas facilidades por el técnico. Son de cuatro tipos:

- Comandos protegidos. Están condicionados por el posicionamiento de una llave física.
- Comandos locales. Son admitidos solamente desde un teleimpresor local y son rechazados desde un teleimpresor remoto.

* "Comando" se utiliza en esta técnica para denominar una orden por teleimpresor. N. del E.

- Comandos para el sistema en doble. No son admitidos cuando el sistema está en simple.
- Comandos fuera de servicio. Sólo se admiten con el ordenador fuera de servicio, disponible, y con sus simuladores.

Desde el punto de vista de su ejecución, los comandos pueden ser:

- Inmediatos. Su ejecución se realiza en un tiempo relativamente bajo (tiempo del ordenador).
- Diferido. Su ejecución se realiza en un tiempo relativamente alto (tiempo PENTACONTA).
- Planificados. Son aquellos cuya ejecución de la petición se ha especificado para una hora determinada.

Mensajes de salida

El módulo CHM bajo demanda de los módulos de mantenimiento, tratamiento de llamadas o él mismo, se encarga de almacenar los mensajes de salida. Posteriormente, los ensambla y traduce en ASCII y los escribe por teleimpresor. En el caso de alarmas, además las almacena en el disco para su posterior edición en informes por TTY. Estos mensajes están agrupados en cuatro unidades lógicas: alarmas, mensajes de robot, informes bajo petición e informes automáticos de alarmas. El operador puede asignar por comando una unidad lógica a uno cualquiera de los cuatro teleimpresores posibles. Tiene también la posibilidad de no asignarla a ninguna unidad física, con lo que el conjunto de mensajes en él agrupado no será editado por ningún teleimpresor.

Desde el punto de vista de la programación, los mensajes de salida pueden ser divididos en tres tipos:

- Mensajes de información al operador sobre el estado del sistema. Son todos ellos generados automáticamente por el sistema e informan de situaciones anómalas en la central. Incluyen mensajes e informes de alarmas y mensajes del robot de supervisión.
- Respuestas a mensajes de entrada. Se generan como consecuencia de una petición del técnico (mensaje de entrada), pudiendo ser subdividido en las que corresponden a la toma del teleimpresor y las que suministran información específica para cada petición. En las primeras, tras la clave de entrada tecleada por el técnico, el módulo CHM contesta, en el caso de su aceptación, con una serie de caracteres que identifican la unidad SPMR accedida. En las segundas, el sistema informa sobre la ejecución, planificación o estado de la configuración según sea la petición formulada por el técnico.
- Mensajes de supervisión de la petición del técnico. Son producidas por el módulo CHM como consecuencia de una formulación incorrecta del mensaje de entrada por parte del técnico. Por un lado, están los que se generan en el análisis de la petición debido a un error sintáctico: error en el direccionamiento, en el comando-operando y en los parámetros. En segundo lugar, los que obedecen a peticiones que no cumplen las restricciones de seguridad a las que se encuentran sometidas. Por último los mensajes de salida que se generan por retardo del técnico al teclear la petición o al teclear un número de caracteres superior al permitido.

En este último caso, el sistema le quita al técnico el control del teleimpresor y saca un mensaje de salida consistente en un retorno de carro y un salto de línea. En los dos primeros, los mensajes de salida informan explícitamente del error cometido.

Funciones con el disco

El CHM define siete ficheros para el tratamiento con el disco.

- Fichero de programas bajo petición. Incluye todos los programas no residentes permanentemente en memoria. Es un fichero directoriado en donde cada subfichero comprende un conjunto de programas "montados" que realizan una función de análisis o ejecución de un comando. Contiene sus datos en PGS y es de sólo lectura.
- Fichero de tabla de volcaje. Contiene las tablas modificables por comando, dividido en varios subficheros: tabla de asignación de periféricos; tabla de umbrales de fallos de órganos externos; tabla de umbrales de fallos de órganos internos; tabla de traductor; tablas de categorías fuera de numeración; tabla de no correspondencia línea-directorio, y tabla de categoría de abonados. Contiene datos en PGS y es de sólo escritura sin lectura previa.
- Ficheros para escritura de páginas de alarmas. Existen dos ficheros, uno por página (50 alarmas). Contiene sus datos en ASCII y son de escritura con lectura previa para poder completar sectores.
- Ficheros de páginas de alarmas para lectura. Son dos ficheros (uno por página) con su contenido en ASCII. Son de sólo lectura. El dividir las tablas de páginas de alarmas en dos: una para lectura y otra para escritura, permite efectuar estas operaciones simultáneamente en la misma página del disco.
- Fichero de correcciones provisionales (patches) del operador. Contiene las modificaciones de memoria que realice el operador mediante comando. Su contenido está en PGS, siendo un fichero de sólo escritura sin lectura previa. La lectura de las correcciones y tablas de volcaje se efectúan en la recarga de paquete residente.

El módulo CHM como operación previa a la escritura en disco, realiza un empaquetamiento de ceros o blancos (según sean datos en PGS o en ASCII) para optimizar la ocupación de la memoria de masas.

Las operaciones físicas con el disco se realizan sector a sector. Por el contrario, los programas que usan el sistema operativo de E/S del disco, leen o escriben a través de un almacén por registros lógicos (línea ASCII de 80 caracteres o registro binario PGS). Esto obliga, como dijimos con anterioridad, a efectuar una lectura previa del sector cuando realizamos la escritura de una alarma en páginas del disco.

El formato de almacenamiento por sector es el siguiente:

- 128 bits utilizados por el controlador
- 1 palabra conteniendo el número de sector
- 288 palabras de almacenamiento de la información
- 16 bits de paridad
- número, variable según pistas por disco.

Comunicación entre ordenadores

El control y gestión del IEO la realiza el CHM almacenando los datos a transferir a medida que se le van suministrando y pasándolos por interrupciones al otro ordenador. El funcionamiento de este periférico tanto de emisor como de receptor se realiza impidiendo el paso de más de un número máximo prefijado de datos en un tiempo determinado. Esto permite condicionar su alta velocidad de transmisión y por tanto sus intervalos de prohibición de interrupciones a otros periféricos, a las necesidades del resto del sistema.

El CHM supervisa el buen funcionamiento del IEO mediante dos tipos de controles. Uno comprueba que entre los datos consecutivos no transcurre más de un tiempo dado. El otro es una comprobación de paridad de los datos enviados. En caso de anomalía, el sistema saca por teleimpresor un mensaje de alarma identificando el error producido.

Entre los datos a transferir figura una identificación del programa al que ha de dirigir los datos el IEO funcionando como receptor. En el caso de emisor, el programa que desea transferir un conjunto de datos repite la llamada mientras no haya capacidad de transferencia.

Tratamiento de funciones simultáneas

Al igual que el planificador operacional del módulo común, mediante el uso del reloj de tiempo real, permite una ejecución simultánea de las funciones de tratamiento de llamadas, mantenimiento y comunicación hombre-máquina, la entrada/salida por interrupciones de los periféricos no telefónicos permite a CHM la ejecución simultánea de varias funciones de este módulo. Las limitaciones a esta simultaneidad vienen determinadas por tres motivos diferentes. Determinadas funciones necesitan, para su ejecución, la misma zona de carga. El sistema no admite simultaneidad en la toma de un ordenador para introducir mensajes de entrada. No se permite la entrada de una nueva petición hasta que haya finalizado el análisis de la anterior. Las funciones realizadas sobre una determinada petición se ejecutan en secuencia y por tanto son incompatibles en el tiempo.

La lectura del comando-operando y los parámetros puede simultanearse con la carga de programas y tablas, el tratamiento del fin de operación del disco, la escritura de mensajes de salida por otro TTY, la ejecución de programas de prueba de simuladores y la edición bajo petición o automática de informes.

El análisis de comandos-operandos y parámetros, y la ejecución de una petición son compatibles en el tiempo con la carga de otros programas y tablas, el tratamiento del fin de operación del disco, la escritura por TTY de mensajes de salida, la ejecución de programas de prueba de simuladores y la edición bajo petición o automática de informes.

Por último, la salida de mensajes por teleimpresor, la ejecución de pruebas de simuladores y la edición de informes son funciones de CHM compatibles entre sí.

La programación del módulo comunicación hombre-máquina, distribuye en diferentes niveles de prioridad es-

tas funciones para su tratamiento en paralelo y establece una redistribución por niveles del área dinámica asignada a este módulo. En la figura 7a, las tareas incluidas en una caja son compatibles entre sí y las prioridades relativas vienen definidas por los números asignados.

Tecnología empleada y resultados obtenidos

Durante el desarrollo del producto se han empleado las siguientes técnicas.

Análisis

Partiendo de las especificaciones básicas del sistema se analizó el subsistema SPMR "programación" utilizando la técnica de análisis estructurado por medio de actigramas y datagramas. Para su revisión y aprobación se empleó el procedimiento de ciclo autor-lector y supervisión por un comité técnico.

El resultado obtenido fue una descripción funcional por medio de diagramas de actividades y descripciones anejas, descompuestas en niveles que variaban de 3 a 6 subniveles. Esta documentación sirvió como base para el diseño del sistema.

Diseño

Para el diseño se utilizó la técnica de Parnas de modularidad por recursos. Definiendo previamente unos niveles de abstracción, cuya aplicación dio lugar a una jerarquía de módulos que definen la estructura del sistema. El resultado fue un conjunto de diagramas de módulos cada uno de los cuales es una representación gráfica de sus funciones, los recursos que maneja y las relaciones intermodulares. Además, se prepararon un documento de especificación funcional y unas normas de implementación de cada función. Estos documentos sirvieron como especificación para la realización.

Realización

La primera fase de realización fue la codificación y prueba unitaria. Para la codificación se decidió el uso de lenguaje de alto nivel ESPL 1 (subconjunto del PL 1, definido por ITT para proyectos de aplicación telefónica), que permitió la utilización de las técnicas de programación estructurada. Las partes críticas en tiempo de la programación se codificaron en lenguaje ensamblador. Esta parte representa un 10% del total. Cada función unitaria se realiza en un proceso (programa). Los programas se caracterizan por ser lineales (una entrada, una salida) y tener una documentación clara y sencilla.

La prueba unitaria de funciones sirvió para comprobar que se cumplían las especificaciones del submódulo.

La segunda fase fue la integración de submódulos y su prueba. Para ello se utilizó la técnica de simulación ambiental en la cual un ordenador programado y conectado

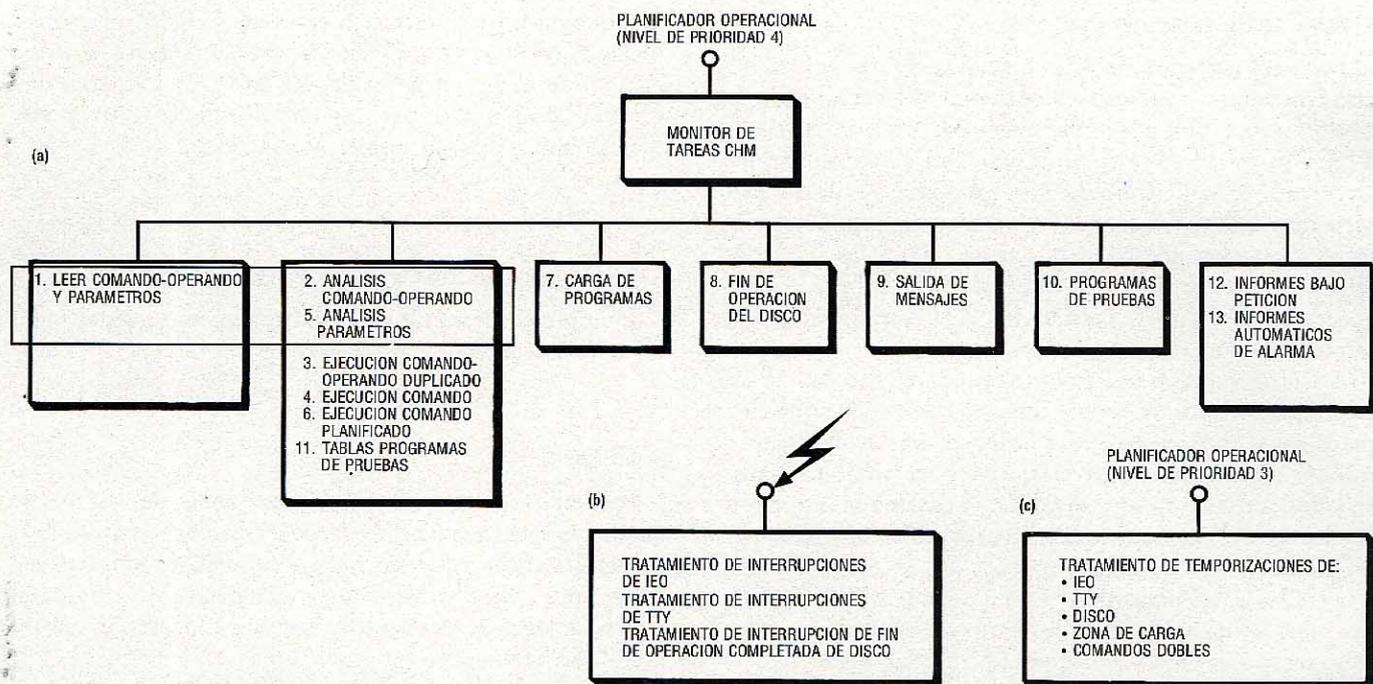


Fig. 7 Control y niveles de prioridad de las funciones de CHM.

a) niveles de prioridad de comunicación hombre-máquina, b) interrupciones de periféricos no telefónicos, c) entrada cíclica del mecanismo temporizador.

“ad hoc” a otro ordenador que contiene la programación operacional, simula las condiciones de funcionamiento real del sistema completo. Por medio de un lenguaje de alto nivel se programan modelos de prueba de las funciones del sistema. Estas pruebas reducen considerablemente la dependencia entre la prueba de programas operacionales y la prueba del equipo; como consecuencia se facilita el proceso de integración programación-equipo en la instalación del sistema, como se ha comprobado con el proyecto PC-2000 Aluche (Madrid).

La tercera fase fue la integración del paquete de programación operacional con el equipo. Primeramente se integró el paquete en una maqueta del sistema, la cual tenía la unidad de control central completa y el resto de la central con equipo reducido. Por último, se probó la integración en la central de Aluche siguiendo un plan de pruebas previamente analizado.

Además de las técnicas convencionales de prueba en campo se utilizó un analizador programado que, conectado como periférico a un ordenador, permitió obtener información de los comportamientos anómalos del sistema.

La documentación detallada del sistema refleja la estructura modular de la programación, con documentos específicos para cada procedimiento (función unitaria) y cada módulo (funciones y recursos que utiliza). Los resultados obtenidos fueron:

- debido a la estructura modular, una gran facilidad para introducir modificaciones en el paquete de programas,
- pruebas del paquete software independientes en un 90% de las pruebas del equipo instalado en Aluche. Un 70%

se realizó en pruebas unitarias y pruebas de simulación y un 20% en pruebas de maqueta.

La cuarta fase consiste en generar automáticamente el paquete de programación para cada instalación a partir de los datos específicos de la central. Este proceso ya se ha empleado para la generación del paquete de programas bajo petición de comunicación hombre-máquina y mantenimiento de la central de Aluche, con las ventajas de control y reproducibilidad que el proceso lleva implícitas.

Conclusión

Como conclusión, se trata de un proceso de instalación rápido y buena capacidad para modificaciones o mejoras en función de nuevas necesidades del cliente.

Manuel Gamella Bacete nació en Madrid en 1949. Ingeniero de Telecomunicación por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid. Desde 1973 trabaja en el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S.A., donde participa en la realización del sistema COBIT (Computer Based Installation Testing) y posteriormente en la del sistema SPMR como jefe de grupo del subsistema de mantenimiento.

Manuel de Miguel Domínguez nació en Badalona (Barcelona), en 1939. Cursó la carrera de Licenciado en Ciencias Físicas en la Universidad de Zaragoza, graduándose en 1962. Trabajó en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de 1962 a 1968, en investigación sobre espectroscopia molecular y nuclear; especializándose en electrónica cuántica.

tica en la Universidad de París. En 1968 ingresó en el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S.A., trabajando durante tres años en el desarrollo de programas de planificación de redes telefónicas, tres años en la dirección de un proyecto de desarrollo de un sistema de pruebas de fabricación basado en ordenador. Desde 1975 ha dirigido el desarrollo de la programación de comunicación hombre-máquina del sistema SPMR. Desde 1968 a 1972 fue profesor de física de la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid.

Salvador Navas Gutiérrez nació en Málaga en 1946. Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid. Trabajó durante un año en una empresa de instalaciones eléctricas.

Desde el año 1973 trabaja en Standard Eléctrica, S.A., donde, después de un período de entrenamiento de un año, forma parte del equipo que ha realizado el sistema SPMR. Actualmente es jefe de grupo del subsistema comunicación hombre-máquina del mencionado proyecto.

María Dolores Pachón Veira nació en Tánger (Marruecos) en 1945. Se graduó en 1970 como Ingeniero de Telecomunicación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid. Desde esta fecha se incorpora a la empresa Standard Eléctrica, S.A. Comienza trabajando en diseño de circuitos electromecánicos. En 1972 colabora en el estudio de factibilidad de diversas aplicaciones de ordenadores a telefonía. A continuación participa en el desarrollo del sistema SPMR ocupando los puestos de adjunto al grupo de software y de jefe del grupo de software.

Centralitas PABX para los Ferrocarriles Argentinos

CITESA ha firmado un contrato con Ferrocarriles Argentinos para el suministro de centralitas PABX a instalar en su red privada de los alrededores de Buenos Aires.

La responsabilidad de CITESA abarca el desarrollo completo del equipo y la fabricación del 60% del total del equipo.

El contrato cubre el desarrollo, fabricación e instalación de 12 PABX terminales, 3 centrales interzonas, 4 centrales de larga distancia y 17 terminales de larga distancia, con un total de 5.400 líneas.

Compañía Internacional de Telecomunicación y Electrónica, S.A., España

Técnicas empleadas en el desarrollo de la programación del sistema SPMR

Mediante el empleo de nuevas metodologías se ha conseguido resolver los problemas del desarrollo de la compleja programación del multirregistrador por programa almacenado. Con el análisis estructurado y la técnica de diseño empleando el concepto de modularidad por recursos, se ha obtenido un paquete de programas flexible, fiable y comprensible.

R. PEÑA MARI

Centro de Investigación IIT de Standard Eléctrica, Madrid, España

Introducción

El sistema SPMR constituye la unidad de control de las centrales PENTACONTA* 2000 y consta de dos ordenadores IIT-1652 conectados entre sí, más sus periféricos asociados. Sus funciones y organización han sido explicadas con detalle en otros artículos [1, 2]. Este trabajo se dedica fundamentalmente a exponer las técnicas y metodologías empleadas en el desarrollo de su programación.

De la magnitud del trabajo de programación desarrollado pueden dar idea: su ocupación de unos 120 kbytes de memoria residente y unos 300 kbytes de programas en disco; el número de instrucciones codificadas equivalentes a 106.000 instrucciones máquina, y ocho tipos distintos de periféricos, unos convencionales, otros de creación propia, seis de los cuales compartidos por ambos ordenadores.

El diseño de la programación hubo de tener en cuenta desde el principio que no se trataba de crear un producto único, sino una familia de productos: a partir de una librería de programas y de las características específicas de una central telefónica particular, es posible producir automáticamente, mediante los procedimientos de la ingeniería de clientes, los programas y datos que han de controlar esa central.

Otro de los requerimientos importantes del sistema es la necesidad de funcionamiento ininterrumpido a lo largo de su vida útil. Ello obligó a un diseño elaborado de forma que los programas fueran capaces de:

- Detectar cualquier situación anormal en su propia ejecución o en el funcionamiento de los periféricos bajo su control.
- Poder recuperarse de estos fallos.
- Asegurar una calidad de servicio durante su recuperación. Esto último no sería posible si ambos ordenadores fallasen a la vez, lo que es de probabilidad despreciable según los estudios de fiabilidad realizados.

Para terminar esta introducción señalamos que, en el comienzo del proyecto - febrero de 1975 -, el estado de las técnicas y metodologías de desarrollo de programas estaba muy lejos de la actual efervescencia y proliferación de publicaciones. Aun así, creemos que el SPMR marcó en su día el camino hacia la concepción de la programación como una ingeniería más, con sus etapas, métodos y técnicas bien definidos. Gran parte de los éxitos obtenidos en la puesta a punto final y en la actual facilidad de modificación del sistema son debidos, sin duda, al esfuerzo realizado para aplicar nuevas tecnologías en su desarrollo.

* Marca registrada del sistema IIT

La fase de análisis

La metodología SADT

Aunque suponemos el SADT (structured analysis and design technique) conocido por muchos lectores, resumiremos aquí sus características principales. Puede encontrarse más información en [3, 4, 5].

Su propósito es realizar, mediante un conjunto de técnicas y procedimientos, el análisis funcional y el diseño de la programación, aunque también es posible reflejar los elementos físicos del sistema. Aclaramos que en el sistema SPMR sólo fue usada en la fase de análisis. No la consideramos útil para la fase de diseño, entendiéndolo por tal aquella en la que se crea y especifica la arquitectura de los programas del sistema, es decir, el conjunto de módulos y sus relaciones mutuas.

Las técnicas introducidas por el SADT consisten básicamente en un lenguaje gráfico formado por cajas, flechas y etiquetas con el que es posible representar y nombrar las actividades y datos del sistema, así como las relaciones del tipo "la actividad A produce o consume el dato B". Con este lenguaje y unos textos asociados, se construyen diagramas, y con éstos, modelos funcionales del sistema. Hay dos modelos funcionales complementarios: el de actividades y el de datos. Ambos están estructurados jerárquicamente y se construyen estrictamente "de arriba hacia abajo" en niveles progresivos de detalle. Representan una descomposición de las funciones y recursos del sistema atendiendo lo más posible a cual es el problema a resolver antes que al cómo se resuelve.

En cuanto a los procedimientos operativos, merecen destacarse los siguientes:

- Especial énfasis en que todo, decisiones, dudas, sugerencias, etc., se registre por escrito.
- Método autor-lector para producción y comentario de los diagramas. Antes de mantener una reunión para resolver las discrepancias, debe existir una completa comunicación escrita. Las reuniones se restringen al mínimo.
- Existencia de un fuerte soporte administrativo que facilita y sincroniza la labor de los analistas: el "secretario" es el encargado de mantener actualizados los ficheros generales del sistema, de comunicar a los autores y lectores entre sí y de conservar información del avance del trabajo.
- Creación de un comité técnico que revisa el conjunto de los diagramas, resuelve las discrepancias y recomienda las mejores soluciones técnicas.

Aplicación de SADT al SPMR

Una de las primeras aplicaciones del SADT en el CIISE fue precisamente la programación del SPMR [6]. Después de un entrenamiento de dos meses, y asistidos en las primeras semanas por dos monitores expertos en SADT, comenzó la producción de diagramas. Actuaron como autores las tres cuartas partes de los miembros del proyecto y como lectores la totalidad. El resultado final fue un modelo funcional de actividades muy completo, de hasta seis niveles de detalle, un modelo funcional de datos bastante más incompleto y numerosas hojas de textos donde estaban reflejadas las decisiones más importantes y su evolución histórica.

Los comentarios presentados corresponden únicamente a la programación operativa o de control del SPMR. La técnica SADT también se aplicó paralelamente, y con éxito similar, a los otros proyectos relacionados con el SPMR: la programación de simulación ambiental, la del CAE (customer application engineering) y la simulación de tráfico. Los diagramas SADT fueron el principal vehículo de comunicación entre todos estos proyectos.

Volviendo a la programación de control, al final de la fase de análisis estaban tomadas las principales decisiones y concretados muchos de los detalles del producto a construir. En concreto, se decidieron las funciones de comunicación hombre-máquina y de mantenimiento, los periféricos a emplear y el modo de utilización (en el caso de los discos flexibles, su organización en ficheros y contenido de los mismos), el uso de memoria extendida para alcanzar más de 64 kbytes y se detallaron hasta niveles prácticamente de diseño las funciones de tratamiento de llamadas.

Valoración del uso del SADT

En conjunto puede decirse que la metodología SADT fue muy beneficiosa para el desarrollo del SPMR. Su principal virtud fue establecer un lenguaje común fácil de entender y un vehículo de comunicación entre todos los miembros del proyecto incluida la dirección del mismo.

El hecho de circular y registrar por escrito todas las ideas – aún las incorrectas o incompletas – y los comentarios a las mismas, permitió una potenciación mutua de las capacidades individuales de cada analista y evitó repeticiones estériles y reuniones interminables. Así se pudo avanzar de manera ordenada desde unos requerimientos ambiguos y difusos hasta unas especificaciones escritas que, aún no siendo formales, eran una base suficientemente sólida para comenzar el diseño. El éxito del sistema de comunicación escrita autor-lector-autor fue tal que en la fase de diseño se siguió empleando intensamente. Haciendo uso de los mismos mecanismos administrativos (“secretario”, fotocopias múltiples y archivos del proyecto), se produjeron en esta fase muchos documentos más que no empleaban ya el lenguaje de cajas y flechas sino lenguaje natural y diagramas de diverso tipo.

Conclusión

Resumiendo este apartado, se puede afirmar que el SADT ha sido útil en el SPMR, y su empleo supuso un paso adelante en las técnicas de desarrollo de sistemas. Es

recomendable utilizarlo en futuros proyectos en tanto no aparezca una herramienta mejor.

Fase de diseño

El método de la modularidad por recursos

Con este nombre se conoce en CIISE una metodología de diseño [7] basada en las ideas de varios autores [8 a 12]. Estas ideas evolucionaron posteriormente y han dado lugar a lo que hoy se conoce como tipos abstractos de datos y método de las máquinas virtuales anidadas [13, 14, 15]. Esta fue la metodología empleada en el SPMR, siendo uno de los primeros proyectos del CIISE donde se utilizó. Las ideas básicas de esta metodología son las siguientes:

- La mínima unidad de programación que se asigna a un programador y que constituye un ente indivisible a efectos de especificación, realización, pruebas, etc., es el llamado módulo multifuncional.
- Un módulo multifuncional está constituido por un conjunto de funciones o procedimientos más los recursos que utilizan en común (Fig. 1).
- Se entiende por recursos las zonas permanentes de datos (tablas y almacenes no temporales) y los periféricos. Un recurso está indisolublemente ligado a un módulo y sólo puede ser accedido por las funciones de ese módulo.
- Las funciones de un módulo se dividen en externas o internas. Sólo las funciones externas son “conocidas por” (pueden ser llamadas por funciones de) otros módulos. Las únicas conexiones permitidas entre distintos módulos son llamadas desde cualquier función de un módulo a las funciones externas del otro módulo.
- El sistema total está compuesto por la suma de estos módulos multifuncionales relacionados entre sí como se ha descrito. Los módulos se ordenan jerárquicamente según la relación de uso (módulo A usa al módulo B) formando progresivos niveles de abstracción, los más

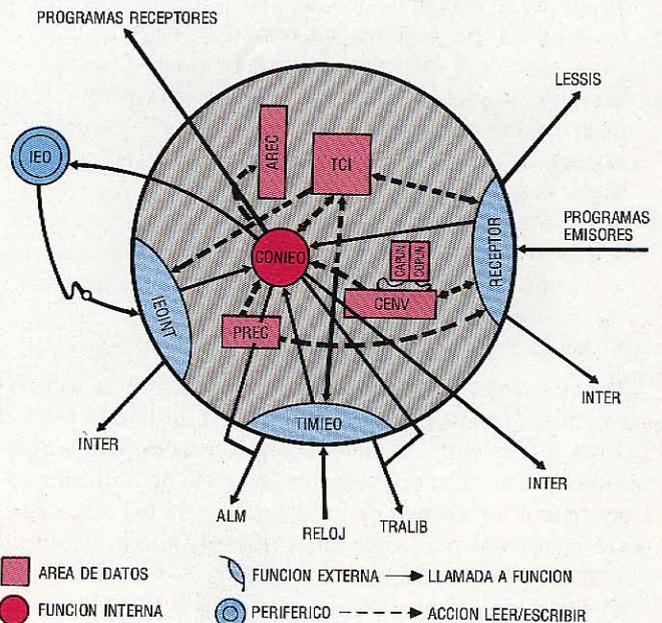


Fig. 1 Módulos pertenecientes al diseño del SPMR.

Tabla 1 - Recursos asignados a cada módulo funcional

<p><i>Recursos del módulo común</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Reloj de tiempo real - Estado de los procesos del sistema - Circuitos del explorador/distribuidor - Estados de los simuladores - Estado de los ordenadores y del sistema - Fecha y hora del día <p><i>Recursos del módulo tratamiento de llamadas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Categorías de abonado - Información asociada a prefijos - Correspondencia entre número de línea y directorio - Estado de cada llamada: fase, dígitos recibidos, temporizaciones en curso, etc. - Fallos producidos durante las llamadas <p><i>Recursos del módulo mantenimiento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Periféricos exclusivos: temporizador externo, supervisor de estados, supervisor de alimentación, panel de supervisión y consola, y algunos simuladores específicos - Memoria protegida - Estado de los periféricos del sistema - Fallos acumulados en las llamadas - Eventos de tráfico - Estado de las pruebas en curso - Tareas planificadas a hora fija <p><i>Recursos del módulo comunicación hombre-máquina</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Periféricos exclusivos: teleimpresores, discos flexibles, intercomunicador de ordenadores - Organización y estado de ficheros de los discos - Colas de mensajes para TTY y textos fijos para su ensamblaje - Colas de peticiones de E/S para los periféricos - Información asociada al diálogo en curso: commando-operando, parámetros - Zonas de carga de programas bajo petición - Estado de las tareas en curso o planificadas de comunicación hombre-máquina - Estado de las asignaciones de unidades lógicas
--

bajos cercanos a la máquina y los más altos cercanos al problema.

- El diseño se realiza en dos fases: primero se determinan los módulos del sistema, sus funciones externas con sus parámetros y el efecto de dichas funciones. Completada esta fase, se puede dividir el trabajo y el responsable de cada módulo es quien diseña su "interior". Es decir, la estructura y funcionamiento del recurso y las funciones internas que necesita.
- Se ha creado en el CIISE un lenguaje gráfico para representar los módulos (ver Fig. 1) que permite expresar sus relaciones mutuas y mostrar sus estructuras internas.

Aplicación al SPMR

Puede sorprender la falta de relación entre la metodología empleada para el diseño y el SADT utilizado para el análisis. De hecho, no encontramos en el SPMR ningún camino directo para producir los módulos de la programación a partir de las cajas de los diagramas SADT. Este aparente inconveniente no es tal, a nuestro juicio, debido a que el propósito de ambas metodologías y su punto de vista son completamente diferentes. En el SADT se pretende entender y analizar un problema complejo haciendo un especial esfuerzo para no pensar en soluciones especifi-

cas. Por el contrario, una metodología de diseño se plantea encontrar tales soluciones creando una arquitectura de programas que sea directamente realizable en código.

En el SPMR el diseño procedió en tres fases:

- Se realizó una partición inicial en cuatro macromódulos llamados módulos funcionales: tratamiento de llamadas, mantenimiento, comunicación hombre-máquina y común. Se comenzó a descomponer en módulos cada uno de estos cuatro subsistemas y, a medida que avanzaba el diseño, se fue especificando la "frontera" entre ellos, consistente siempre en llamadas a funciones con parámetros explícitos y nunca en datos o recursos compartidos.
 - Cada macromódulo es "responsable" de un número determinado de recursos, los cuales pueden ser accedidos por otros módulos sólo a través de las funciones del módulo responsable. Esta distribución de recursos sirvió de base para la descomposición interna de cada macromódulo funcional, realizada por cada grupo del proyecto. Puede verse en la tabla 1.
 - Una vez obtenidos los módulos integrantes de cada módulo funcional y sus relaciones mutuas, se asignaron uno o varios módulos a cada programador, quien procedió a diseñar las estructuras de datos internos y a descomponerlos en funciones directamente codificables. En este momento se editó una documentación de diseño completa, antes de escribir una sola instrucción, en la que quedaba reflejada la arquitectura construida. Es interesante apuntar que la edición final de esta documentación era idéntica a esta previa en un 80%.
- El resultado de esta triple fase de diseño está resumido en la tabla 2.

Algunas características del diseño de SPMR

Para valorar el diseño conseguido mediante la modularidad por recursos, se resume a continuación algunos de los problemas planteados y su resolución en el SPMR.

Gestión en tiempo real

El sistema necesita explorar el entorno exterior al menos cada 10 ms para no perder información de los abonados. Puede ser interrumpido en su operación hasta por 6 tipos distintos de interrupciones provenientes de los periféricos.

El SPMR está organizado como un conjunto de procesos concurrentes, cada uno con sus propias áreas de datos locales (área dinámica). La estrategia de conmutación de procesos está basada en niveles de prioridad (6 principales y 12 secundarios para tareas de comunicación hombre-máquina) explorados cíclicamente según intervalos predefinidos.

Se han construido primitivas de sincronización del tipo "activar/desactivar proceso" y "bloquear/desbloquear proceso" para gestionar las esperas de los procesos por operaciones de E/S a los periféricos. La comunicación de datos entre distintos procesos se realiza a través de áreas compartidas, todas ellas formando parte del recurso interno de algún módulo. Ello facilita enormemente la exclusión mutua en el acceso a datos, ya que es una sola persona (el responsable del módulo) quien debe resolver los conflictos.

Gestión de memoria residente y de masas

La tabla 3 resume las distintas categorías de memoria empleadas en el SPMR. La gestión de la memoria extendida y de las áreas dinámicas está centralizada en el macromódulo común. La violación de la protección de la memoria residente es tratada por el macromódulo mantenimiento. La carga de programas bajo petición desde los discos, gestión de las zonas de carga en memoria residente y el tratamiento de la protección contra escritura en disco, las realiza el macromódulo de comunicación hombre-máquina.

Detección de fallos y recuperación automática

Es responsabilidad del módulo mantenimiento. El sistema puede detectar fallos en todos los periféricos sacándolos de servicio en su caso, o, incluso, provocando la caída de uno de los dos ordenadores si el periférico en fallo pone en peligro la continuidad del trabajo de ese ordenador. Existe un periférico especial (supervisor de proceso) utilizado para supervisar el trabajo del ordenador, controlando que éste no se para bruscamente o se queda en un bucle. Se emplean a este fin dos controles programados, que aseguran la entrada regular de los procesos que tratan llamadas. Ello además de las protecciones de las memorias explicadas anteriormente.

El sistema es capaz de recuperarse automáticamente de todos estos fallos, provocando, en su caso, una recarga en el ordenador afectado. Entretanto, el otro ordenador se hace cargo del tratamiento de todas las llamadas.

Generación automática de la programación del cliente (CAE)

El diseño del SPMR tuvo en cuenta desde el principio el hecho de que en realidad se estaba diseñando una programación para controlar una amplia variedad de centrales telefónicas en vez de una sola. Para poder crear procedimientos automáticos que generasen la programación específica de cada central, era necesario imponer algunas restricciones al diseño. Se definieron dos conceptos fundamentales:

- Elemento de generación. Unidad mínima que se puede incluir o excluir de un paquete de programas. Es precisamente el módulo multifuncional. Se crean dos o más módulos alternativos cuyas funciones externas y parámetros son idénticos, diferenciándose en los tratamien-

Tabla 3 - Categorías de memorias usadas en el SPMR

Residente	Fija	- Programas y datos sólo lectura (protegida) - Datos permanentes lectura/escritura (no protegida) - Datos temporales del área dinámica (no protegida)
	Intercambiable por bloques de memoria extendida Bloques de memoria extendida	- Programas (protegida) - Programas (protegida) - Datos (no protegida)
De masas (discos flexibles)	- Copia del sistema residente (sólo lectura, protegida) - Programas bajo petición (sólo lectura, protegida) - Datos de la central (lectura/escritura, no protegida)	

tos internos. De esta forma se construyen paquetes funcionalmente distintos.

- Cargable de datos. La programación de todas las centrales de una cierta "familia" es idéntica funcionalmente en cuanto a instrucciones ejecutables (cargable de programas), pero difiere en el tamaño o contenido de sus datos que se generan y cargan por separado (cargables de datos). Este concepto se reflejó en el diseño en la creación de tablas de dimensión variable accedidas a través de apuntadores para todos aquellos datos dependientes, en valor o tamaño, de la central específica a controlar.

Dimensionado del sistema mediante simulación de tráfico

En paralelo con el diseño se construyeron modelos de simulación de tráfico [16] que permitieron dimensionar el sistema. Una pareja de ordenadores del SPMR puede sustituir hasta un máximo de 300 registradores PENTACONTA. No existe ningún límite teórico al número de parejas que es posible instalar en una central.

Valoración de la fase de diseño

El uso de la modularidad por recursos ha dado muy buenos resultados en el diseño del SPMR. Entre éstos podemos citar:

- Diseño de mejor calidad. Poca complejidad en cada módulo. Relaciones sencillas y abstractas entre módulos. Como consecuencia, sistema más fiable.
- Diseño detallado del interior de cada módulo realizado por programadores independientes. Poca comunicación entre programadores.
- El método de diseño facilita el CAE y la resolución de los problemas derivados de la concurrencia de procesos.
- Sistema fácilmente modificable. Poca impacto de los cambios que afectan generalmente a un solo módulo pero no modifican las conexiones entre módulos.
- Facilidad para realizar pruebas unitarias de módulos y macromódulos con independencia del resto del sistema.
- Posibilidad de repartir el trabajo entre los programadores antes de completar el diseño en todos sus detalles.

Tabla 2 - Descomposición modular del SPMR

Módulo funcional	Número de módulos	Número total de funciones
Común	12	109
Tratamiento llamadas	26	150
Mantenimiento	22	203
Comunicación hombre-máquina	156*	220
	216	682

* Unos 100 módulos corresponden a los programas principales de los cargables bajo petición y tienen una sola función

Realización y puesta a punto

Lo más interesante a resaltar respecto a la realización es el empleo de lenguaje de alto nivel en la práctica totalidad del sistema: 90% de las instrucciones en ESPL1 y 10% en lenguaje ensamblador, empleado en aquellas partes en que era importante la eficiencia en tiempo de ejecución. Esto ha permitido un uso extensivo de las normas de la programación estructurada: empleo exclusivo de las tres estructuras básicas de control, codificación sin sentencias GO-TO y autodocumentación del código mediante el empleo de mnemotécnicos, comentarios y escalonamiento del texto fuente. Otra consecuencia ha sido elevar la productividad de la fase de codificación. En cuanto a la tecnología empleada en la puesta a punto del sistema, ha sido fundamental el uso de la simulación ambiental [17], desarrollada en paralelo con la programación de control. Se codificaron 170 patrones de prueba que en conjunto crean una amplia variedad de condiciones de entorno al sistema bajo prueba. Todo paquete enviado a realizar pruebas reales en la maqueta o en la propia central, había pasado previamente con éxito muchos o la totalidad de estos patrones. El uso de la simulación ha permitido disminuir drásticamente el tiempo de puesta a punto en campo.

Desde diciembre de 1978 está en funcionamiento una primera central en Madrid-Aluche con resultados satisfactorios, y actualmente se están poniendo a punto algunas modificaciones y ampliaciones solicitadas por el cliente, que ha encargado un total de 250.000 líneas para el período 1979-1981.

Conclusiones

Se han expuesto las distintas técnicas empleadas en cada fase del desarrollo de la programación de SPMR y los resultados obtenidos. Actualmente dichas tecnologías se encuentran en un estado más avanzado y vivimos un momento de profundo cambio en la manera de diseñar y construir sistemas de programación. El SPMR escogió este camino en su día. El estudio, la aplicación y la posterior evaluación de nuevas tecnologías permitirán abordar la creciente complejidad de los sistemas telefónicos basados en ordenador y obtener productos fiables.

Referencias

- [1] J. M. Baraja Mucientes, F. González Vidal, A. Herranz Herranz y M. D. Pachón Veira: Sistema SPMR; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 4, págs. 293-302 (en este número).
- [2] M. Gamella Bacete, M. de Miguel Domínguez, S. Navas Gutiérrez y M. D. Pachón Veira: La programación de control del sistema SPMR; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 4, págs. 303-313 (en este número).
- [3] An Introduction to SADT, Structured Analysis and Design Technique: Softech, Inc., febrero 1976.

- [4] Structured Analysis Author Guide: Softech, Inc., mayo 1975.
- [5] Structured Analysis Technical Reader Guide: Softech, Inc., mayo 1975.
- [6] M. A. del Coso Lampreabe: Experiencia con el Método de Análisis SADT en el SPMR; Centro de Investigación IIT de Standard Eléctrica, S.A., octubre 1978.
- [7] R. Peña Mari, A. Pérez Riesco, C. Sánchez Moreno y J. Yun Cabrera: Presentación de la Metodología: Modularidad por Recursos; Centro de Investigación IIT de Standard Eléctrica, S.A., junio 1978.
- [8] D. L. Parnas: On the Criteria to be Used in Decomposing Systems into Modules; Association for Computing Machinery Communications, diciembre 1972, volumen 15, n° 12, págs. 1053-1058.
- [9] D. L. Parnas: A Technique for Software Module Specification with Examples; Association for Computing Machinery Communications, mayo 1972, volumen 15, n° 5, págs. 330-336.
- [10] D. L. Parnas: Information Distribution Aspects of Design Methodology; Proceedings of the International Federation for Information Processing Congress, Information Processing 71. Ljubliana, 23-28 agosto 1971, Amsterdam, North-Holland Publishing Co, 1972, volumen 1, págs. 339-344.
- [11] B. H. Liskov: A Design Methodology for Reliable Software Systems; Proceedings of the Fall Joint Computer Conference. Anaheim, 5-7 diciembre 1972, volumen 41, parte 1, págs. 191-199.
- [12] E. W. Dijkstra: The Structure of the "THE"-Multiprogramming System; Association for Computing Machinery Communications, mayo 1968, volumen 11, n° 5, págs. 341-346.
- [13] B. H. Liskov and S. N. Zilles: Specification Techniques for Data Abstraction; Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Software Engineering, marzo 1975, volumen SE-1, n° 1, págs. 7-19.
- [14] L. Robinson, K. N. Levitt, P. G. Newmann y A. R. Saxena: A formal Methodology for the Design of Operating System Software. In: R. T. Yeh(ed); Current Trends in Programming Methodology, New York, Prentice-Hall, 1977, volumen 1.
- [15] J. M. Spitzen, K. N. Levitt and L. Robinson: An Example of Hierarchical Design and Proof; Association for Computing Machinery Communications, diciembre 1978, volumen 21, n° 12, págs. 1064-1075.
- [16] L. Bermejo Saez, C. Díaz Berzosa, J. A. García Higuera y D. Gutiérrez García: Estudio de tráfico para la unidad de control del sistema PENTACONTA 2000; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 4, págs. 319-325 (en este número).
- [17] M. A. del Coso Lampreabe: Simulación ambiental para sistemas software en tiempo real; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 2, págs. 120-126.

Ricardo Peña Mari nació en Madrid en 1950. Se licenció en ciencias físicas en 1972 por la Universidad Complutense de Madrid en la especialidad de cálculo automático. Ingresó en el Centro de Investigación IIT de Standard Eléctrica, S.A. Ha participado en el desarrollo de diversos sistemas telefónicos basados en ordenador. En 1975 se unió al desarrollo del SPMR donde trabajó como responsable técnico del subsistema de comunicación hombre-máquina. Durante estos años ha colaborado activamente con el departamento de entrenamiento y con el staff técnico en lo referente a nuevas metodologías de desarrollo de programas, siendo el principal introductor de la metodología de diseño "modularidad por recursos". En la actualidad es responsable de formación avanzada y asesor técnico de la división de sistemas de conmutación telefónica del CIISE.

Estudio de tráfico para la unidad de control del sistema PENTACONTA 2000

A lo largo del desarrollo del sistema PENTACONTA 2000, el grupo de estudios de tráfico trabajó en constante colaboración con los diseñadores, utilizando diversas técnicas de modelación para evaluar configuraciones alternativas y así optimizar el diseño final.

L. BERMEJO SAEZ
C. DIAZ BERZOSA
J. A. GARCIA HIGUERA
D. GUTIERREZ GARCIA

Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S.A., Madrid, España

Introducción

Los estudios de tráfico pueden ayudar a los diseñadores de un nuevo sistema de conmutación para optimizar sus características. Sin embargo, en ocasiones existen dificultades para dar predicciones aproximadas de un sistema donde ciertos parámetros y decisiones de diseño no han sido definitivamente establecidas, y donde los componentes hardware y software pueden ser modificados.

La práctica usual para el grupo de tráfico consiste en diseñar un conjunto de modelos matemáticos en concordancia con las hipótesis iniciales de diseño y desarrollar nuevos modelos cada vez que el diseño se modifica. Naturalmente esta forma de trabajar incrementaba el tiempo necesario para los estudios de tráfico, reduciendo la utilidad de éstos estudios para el grupo de diseño.

Durante el desarrollo del sistema PENTACONTA 2000 estos problemas fueron minimizados adoptando las siguientes acciones:

- Establecimiento de una comunicación eficaz entre el grupo de diseño y el grupo de tráfico a lo largo del diseño del sistema; el uso de la técnica de análisis estructurado [1] estableció un buen vehículo de comunicación entre ambos grupos.
- Los modelos matemáticos y los programas de ordenador se diseñaron con posibilidad de ser fácilmente modificados; por ejemplo, los programas de ordenador son modulares, con lo cual los cambios de diseño se realizaron con facilidad alterando únicamente las rutinas afectadas.

Este camino ha sido un completo éxito. Se mantuvo un flujo continuo de información entre el grupo de diseño y el grupo de estudios de tráfico, permitiendo que cualquier cambio propuesto en el diseño pudiera ser rápidamente evaluado. Esta fuerte cooperación se continuó hasta que se identificó la configuración óptima para el sistema PENTACONTA 2000.

Se realizaron varios tipos de estudios, cuyo objetivo principal era la optimización de aquellos elementos de la unidad de control que se ven más afectados por las variaciones del tráfico: multirregistrador con programa almacenado (SPMR) y determinados órganos de control electromecánico, incluyendo marcadores, relés comunes, secciones primarias, conectadores y relés de marcaje. Los estudios comprenden:

- Optimización de la capacidad en los miniprocesadores en función de los intentos de llamada en la hora cargada.
- Determinación del efecto de la configuración del miniprocesador en el grado de servicio.
- Optimización de los tiempos de las temporizaciones cortas y largas.
- Optimización del funcionamiento del sistema en situaciones de sobrecarga.
- Formulación de reglas de dimensionado para la determinación del número de SPMR requeridos en una aplicación dada.
- Estudios del funcionamiento del sistema en una instalación piloto.

Este artículo describe las herramientas usadas y los estudios realizados.

Herramientas para los estudios de tráfico

Se desarrollaron modelos de simulación que usan programas de ordenador para los multiprocesadores y para los órganos de control electromecánico. Se realizaron de manera que los cambios en el diseño se pudiesen reflejar fácilmente alterando los valores de unos cuantos parámetros y realmente no fue necesaria una nueva programación. Para el modelo de los miniprocesadores, se adoptaron los principios de modelación flexible [2]; esta técnica desarrollada en el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S.A. (CIISE), permite adaptar la complejidad del modelo de acuerdo con la información recibida. Así, los datos de entrada incompletos y aproximados de que normalmente se dispone durante las primeras fases de un proyecto, y la información más detallada que estará disponible cuando el proyecto avance, pueden ser tratados sin modificar el modelo básico del ordenador.

Junto a estas herramientas de ordenador, el grupo de estudios de tráfico creó un conjunto de fórmulas para el cálculo de la ocupación de los miniprocesadores, y los resultados se usaron para la optimización y dimensionado del sistema.

Simulación de los miniprocesadores

Como ya se ha dicho, los modelos usados para simular los miniprocesadores utilizaron los principios de modelación flexible y así estos modelos pudieron ser adaptados progresivamente para tratar los estudios en sus diferentes grados de complejidad.

* Marca registrada de sistema ITT

Los estudios iniciales de tráfico mediante estos modelos de simulación determinaron la máxima capacidad de los miniprocesadores (en función del número de intentos de llamada en la hora cargada), y el número de registradores servidos por un SPMR, y detectaron los cuellos de botella en los miniprocesadores. De acuerdo con los objetivos, las simulaciones tienen en cuenta las características más importantes de la estructura de control, así como también el comportamiento de las fuentes de tráfico.

Como los programas de procesamiento de las llamadas son los que más contribuyen a la ocupación del procesador, su estructura fue representada en los modelos de simulación para estudiar la capacidad de cursar llamadas. Cada tipo de llamada (llamadas locales completadas, incompletas, reposición prematura) se descompone en una serie de tareas realizadas por programas de procesamiento de las llamadas. Una tarea típica es la toma de un registrador por un miniprocesador. En el sistema de conmutación real, un programa puede realizar varias tareas durante un tipo particular de llamadas, o puede realizar la misma tarea en varios tipos de llamadas. Los programas de procesamiento de llamadas están organizados en cuatro niveles de interrupción por prioridad. Todas las tareas, tipos de llamada y niveles de prioridad están representados en el modelo de simulación.

En resumen, los modelos incluyen las relaciones entre las diferentes tareas; esto es, a cada tarea precede una tarea y es seguida por otra tarea, dependiendo de la función realizada. Por último, también se considera la disciplina de servicio (primera llegada primera servida, última llegada primera servida, etc.).

En los modelos se consideraron las siguientes características de tráfico:

- Distribución de tráfico: 40% entrante, 40% saliente, 20% local (estos valores son valores típicos de tráfico).
- Call mix, (como se describe en [3]).
- Para simular la llegada de nuevas llamadas y dígitos, se utilizaron procesos de llegada poissonianos.
- Fue estudiada y considerada la correlación estadística entre las fases de preselección, selección de grupo y selección de línea de una llamada [2].

Las hipótesis hechas en relación a la señalización con abonados y con centrales distantes fueron: la necesidad de siete dígitos para originar una llamada, y que la señalización es multifrecuencia, siendo el intervalo medio de tiempo entre señales de multifrecuencia desde la central distante de 500 ms. El mismo programa básico de ordenador también fue usado para estimar la influencia de los miniprocesadores sobre el grado de servicio y para definir los controles óptimos de sobrecarga. Para el estudio del grado de servicio era necesario medir la influencia de los órganos de control electromecánico (principalmente marcadores y conectadores). La respuesta del sistema a diferentes niveles de tráfico en enlaces y en líneas de abonado fueron considerados sin cambiar el programa básico.

Para definir los controles óptimos de sobrecarga, era necesario añadir en el modelo la información de los registradores (ya que ellos limitan el número de llamadas que pueden ser cursadas simultáneamente por el procesador) y de otros órganos de señalización. La información acerca del tráfico también fue considerada con objeto de reflejar la in-

terdependencia entre las diferentes fases telefónicas y para tener en cuenta las causas principales de sobrecarga (intentos repetidos de llamadas, incremento en el porcentaje de llamadas ofrecidas, variaciones en la distribución de los tipos de llamada y los fallos).

Simulación de los órganos de control electromecánicos

Estos modelos de simulación representan los órganos hardware y el tráfico ofrecido. El objetivo básico era determinar la influencia de los órganos de control electromecánicos en el grado de servicio para diferentes cargas de tráfico y optimizar los tiempos de las temporizaciones de los miniprocesadores. Se consideraron los órganos que influyen en los tiempos de cada fase telefónica (preselección, selección de grupo y línea).

Las características de tráfico consideradas incluyen:

- distribución de los tiempos de espera para conectadores,
- call mix,
- distribución de llamadas: 40% entrantes, 40% salientes, 20% locales,
- la llegada de nuevas llamadas se simuló mediante un proceso de llegada de Poisson.

El modelo básico diseñado para representar la selección de línea se modificó para su uso en la modelación de la unidad de selección de grupo. Las diferencias entre los dos modelos eran pequeñas y atribuibles a las diferencias existentes entre los diagramas de bloques en las dos unidades de selección. El esfuerzo fue mínimo al aplicar el principio de modularidad por recursos [1] a los diagramas de datos preparados para la técnica de diseño y análisis estructurado. De esta forma, el modelo básico pudo ser modificado fácilmente, para representar diferentes configuraciones del equipo; en total se llegó a utilizar 13 variantes del modelo original.

Cálculo de la ocupación del miniprocesador

Se consideraron dos clases de ocupación: ocupación debida a funciones de procesamiento de las llamadas y ocupación debida a funciones de "overhead". La primera depende fundamentalmente del número de intentos de llamada en la hora cargada y del tiempo de ejecución de los programas de ordenador. La ocupación debida a "overhead" consta de una cantidad fija debida a los programas "clock" y "scheduler" que se encargan de manejar los ciclos de entrada del resto de los programas, y una cantidad variable debida a los registradores (detección del estado de cada registrador por mensajes de exploración).

Se desarrolló una fórmula para calcular el tiempo medio de ejecución de cada programa de procesamiento de llamada, que considera la ocupación del miniprocesador debida a las funciones de procesamiento de llamadas y al overhead variable. Se obtuvo una segunda fórmula para calcular la ocupación total partiendo de la suma de los resultados del cálculo obtenidos mediante la fórmula 1 y la ocupación producida por el overhead constante.

Fórmula 1:

$$t_i = t_{oi} + N_i \times \sum_k \sum_j n_{jk} t_{vjk} P_k$$

Tabla 1 - Valores típicos de los parámetros de una unidad SPMR

Carga por registrador (E)	0,6	-	0,7
Número de registradores locales	141	-	130
Número de registradores entrantes	70	-	75
Número de BHCA entrantes	18.000	-	19.400
Número de BHCA originadas	22.500	-	24.300
Número total de registradores que pueden ser tratados	211	-	205

Fórmula 2:

$$O_p = OVH_c + \sum_i t_i c_i^{-1}$$

Siendo:

- t_i - tiempo de ejecución del programa i
- t_{oi} - tiempo de overhead por ejecución del programa i
- t_{vjk} - tiempo variable gastado por el programa para ejecutar la tarea j en orden a establecer una llamada del tipo k
- P_k - porcentaje de llamadas del tipo k
- N_i - número medio de intentos de llamada que han de ser cursados por cada entrada del programa i
- n_{jk} - número de veces que el programa ejecuta la tarea j para establecer una llamada del tipo k
- c_i - ciclo del programa i
- OVH_c - overhead constante debido al "scheduler" y al programa "clock"
- O_p - ocupación del procesador

Capacidad máxima del procesador

El primer cálculo de la capacidad del miniprosesor consistió en un estudio inicial basado en estimaciones proporcionadas por el grupo de diseño, seguido por una serie de estudios de optimización. El objetivo principal del estudio inicial fue determinar si el diseño inicial cumplía las especificaciones del sistema. Un segundo objetivo era dar a los diseñadores un conjunto de márgenes de seguridad (por ejemplo, tiempo máximo de duración para programas críticos de procesamiento de llamadas) dentro de los cuales pudieran operar para asegurar el funcionamiento del sistema.

En la determinación inicial de la máxima capacidad, el grupo de estudios de tráfico determinó que la ocupación máxima de un miniprosesor, trabajando en modo simplex (esto es, un miniprosesor realiza todas las funciones de su SPMR, debido a que el otro ha fallado), debía ser del 95%. Las ocupaciones debidas a procesamiento de llamadas y overhead fueron calculadas por las fórmulas dadas anteriormente. Así, se permitió para los programas que no son de procesamiento de llamadas y para cambios en el software que pudieran hacerse, durante el desarrollo del sistema (por ejemplo, a causa de características especiales añadidas a petición de un cliente), un 35% de margen de seguridad. En consecuencia para el estudio inicial de tráfico el valor nominal estimado de la ocupación de los miniprosesores fue del 60%. Basados en esta estimación, los

valores dados en la tabla 1 fueron establecidos como típicos para el SPMR.

Estos resultados iniciales permanecieron esencialmente sin modificación durante los estudios de tráfico. De cualquier modo, debe destacarse que la capacidad de un miniprosesor para una central real no puede sólo basarse en datos tales como el máximo número de intentos de llamada que puedan ser cursados o el número de registradores que puedan ser atendidos; otros factores también deben ser tenidos en cuenta, como son el comportamiento de los abonados, tamaño de la central y tipo de señalización.

Una vez hecha la estimación inicial de la capacidad del miniprosesor, el siguiente paso fue realizar estudios de optimización. Estos incluían:

- Estudio del tiempo de los ciclos de programas de procesamiento de llamadas que contribuyen más a la ocupación del miniprosesor. Cambiando algunos de los ciclos, la ocupación fué mejorada.
- Estudio de la forma de dar entrada a los programas de procesamiento de las llamadas. Resultado de este estudio fue expresar los ciclos de los programas de procesamiento de llamadas como múltiplos del ciclo del programa que controla el reloj de tiempo real del sistema (1 ms). Una primera investigación determinó que la unidad básica de 5 ms era la mejor. Después se estudió el tiempo del ciclo de cada programa de procesamiento de llamadas y cuando fue necesario, se modificó; los nuevos ciclos fueron expresados en múltiplos de la unidad básica de 5 ms. Este cambio disminuyó en un 3% la ocupación de los miniprosesores.
- Cálculo de la prioridad de interrupción asignada a cada programa; los cambios realizados mejoraron el comportamiento del sistema.
- Estudio de los métodos de acceso a las tablas de categoría de abonado.
- Estudio para determinar si el lenguaje de programación usado para cada programa de procesamiento de las llamadas debía ser assembler o ESPL1. Mediante las fórmulas anteriores, el grupo de estudios de tráfico comparó los tiempos de ejecución de los programas usando cada uno de los lenguajes. Basándose en los resultados, la mayor parte de los programas de procesamiento de las llamadas fueron escritos en ESPL1.
- Estudio del efecto de las temporizaciones cortas. Estas temporizaciones tienen por objeto minimizar la ocupación del miniprosesor. Para determinar cómo influyen en la ocupación, es necesario estimar el número de veces que un determinado programa de procesamiento de las llamadas se ejecuta antes de que llegue una señal electromecánica, bajo diferentes condiciones de tráfico. El efecto de variar de las temporizaciones cortas es aumentar la ocupación del miniprosesor o los tiempos de ocupación de los órganos de control electromecánicos. Por tanto, la determinación de las temporizaciones cortas del miniprosesor debe hacerse teniendo en cuenta su impacto en la ocupación y en el grado de servicio del sistema de conmutación. Muy pocas de estas temporizaciones son afectadas por consideraciones de tráfico. Los valores óptimos para aquellas que se ven afectadas fueron obtenidas por simulación de los órganos de control electromecánicos.

- Estudio del efecto de la tarificación en la ocupación del miniprosesor, en los modos simplex y duplex.
- Estudio del tiempo de ejecución y de la ocupación de los programas que controlan los órganos de control electromecánicos y la señalización multifrecuencia. Donde fue oportuno se hicieron modificaciones en el tiempo de ejecución.

Estos estudios constituyen la fase más importante en la optimización de la capacidad de los miniprosesores. En este momento se hizo otra estimación de la capacidad máxima, con el objetivo principal de usar los resultados de los estudios de los programas completados para especificar la duración de los restantes programas. Otro objetivo era identificar los cuellos de botella del miniprosesor. Para los miniprosesores del PC-2000, el cuello de botella se encontró en la ejecución de los programas de procesamiento de llamadas con más baja prioridad, los más importantes de los cuales son los de señalización multifrecuencia.

Cuando hay tiempo disponible en el miniprosesor, son ejecutados los programas de todos los niveles de prioridad sin considerar el grado de servicio [5]. Cuando los miniprosesores operan bajo estas condiciones, la capacidad puede estimarse directamente por la ocupación; así el problema se resuelve determinando la ocupación en la cual el miniprosesor puede realizar todos sus programas.

Gracias a la mayor concreción del sistema fue posible hacer estimaciones más exactas de la ocupación que había que reservar, como se muestra en la tabla 2. Así la capacidad nominal de los miniprosesores fue estimada en 70% de la ocupación del procesador. Este valor fue obtenido por cálculo y verificado usando el modelo de simulación del ordenador. La diferencia entre ambos resultados fue menor del 1%.

Operación del miniprosesor en condiciones de sobrecarga

Se usaron los modelos de simulación para encontrar el modo más efectivo de funcionamiento del sistema en situaciones de sobrecarga. Como resultado de este estudio, se adoptó el método progresivo de control de sobrecarga [4]. Si se usa esta técnica, el primer paso es obtener el total de las ejecuciones de los programas de procesamiento de llamada durante cada segundo, y calcular el total. Si este total indica que la ocupación del miniprosesor es 100%, se toman tres acciones iniciales, para adaptar el funcionamiento del software del miniprosesor a la nueva situación:

- aumento de ciclos de ciertos programas de tratamiento de llamadas (estos programas entrarán con una frecuencia menor);
- disminución de las temporizaciones largas en los miniprosesores;
- supresión de todas las tareas que no son esenciales para el tratamiento de las llamadas.

Como resultado de estas acciones, la ocupación bajará del 100%. Si la situación de sobrecarga es muy grave y la ocupación llega de nuevo al 100%, un grupo de registradores es puesto fuera de servicio. De nuevo la ocupación bajará del 100%. Este proceso puede ser repetido poniendo

fuera de servicio otros grupos de registradores para mantener la ocupación por debajo del 100%; sin embargo no es probable que más de un grupo se vea afectado por esta medida. Cuando la ocupación alcanza el 75%, las acciones son canceladas en orden inverso a como fueron tomadas.

La ventaja más significativa del método progresivo de control de sobrecarga es que permite un incremento de la capacidad de cursar llamadas más allá de los valores de dimensionado en condiciones normales, debido a que las acciones tomadas disminuyen la ocupación por overhead. Este concepto se muestra en figura 1.

Tabla 2 - Reserva de ocupación en los miniprosesores

Margen de seguridad	5%
Programas de mantenimiento y de comunicación hombre-máquina	5%
Reserva para facilidades añadidas durante el desarrollo del sistema	15%
Tratamiento de fallos en los órganos PENTACONTA	5%

Estudios de dimensionado del SPMR

Se realizaron estudios para desarrollar un conjunto de normas para ayudar a las Administraciones a determinar cuántos SPMR se requieren para satisfacer la demanda de tráfico en una aplicación dada. Las especificaciones del sistema estipulaban que debía ser capaz de dar un servicio correcto en el modo simplex, esto es, con un miniprosesor fuera de servicio. Basándose en el análisis de la operación en modo simplex, el grupo de estudios de tráfico recomendó un máximo de ocupación del 92% durante el procesamiento de llamadas, con un 5% de margen de seguridad para asegurar un aceptable grado de servicio y un 3% de reserva para asegurar las operaciones adecuadas de los programas de comunicación hombre-máquina.

Para obtener resultados precisos, fue necesario considerar el tiempo de procesamiento de llamada para cada tipo de llamada en el call mix [3]. Se simplificaron los cálculos definiendo una fase típica la llamada y expresando el tiempo de ejecución para cada tipo de llamada en términos del número de fases típicas como se indica en la tabla 3.

Se determinó que el tiempo de una fase típica era el tiempo medio necesario para la preselección de una llamada local completada. La ventaja de esta aproximación es que la información de otras fases y tipos de llamadas puede ser incluida fácilmente en los cálculos, añadiendo la información apropiada.

El proceso de dimensionado desarrollado consta de los siguientes pasos:

- Cálculo del número total de intentos de llamada en la hora cargada y del número de intentos de cada tipo de llamada de acuerdo con el call mix y el tráfico por abonado.
- Cálculo del número de registradores necesarios usando las reglas de dimensionado para cada tipo de registradores.
- Cálculo de la ocupación por overhead de cada miniprosesor.
- Cálculo del número total de fases típicas ofrecidas a la central durante un determinado período de tiempo.

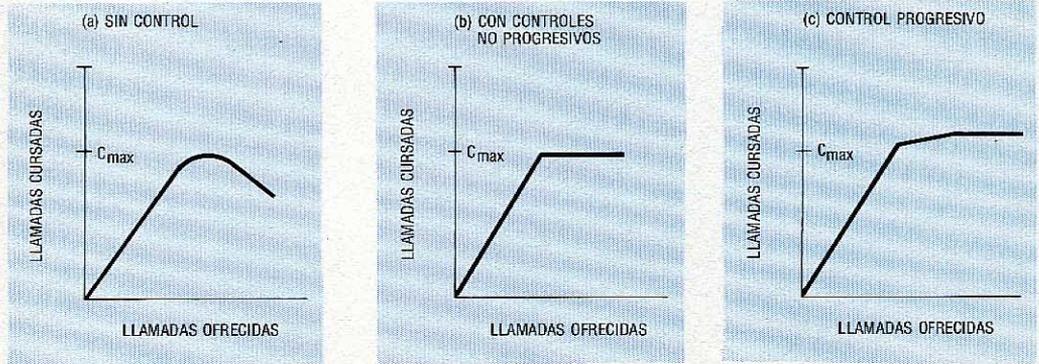


Fig. 1 Curvas de respuesta del sistema bajo varios métodos de control de sobrecarga.

- a) sin control de sobrecarga
- b) con control de sobrecarga no progresivo
- c) con control progresivo de sobrecarga

– Cálculo del número de SPMR requeridos, usando la siguiente fórmula:

$$n = \left[\left[\frac{N_{fo} \times T_{tip}}{3.600.000} + OVH_v \right] (0,92 - 0,128)^{-1} \right]^+$$

donde:

- n – número de SPMR
- N_{fo} – número total de fases típicas ofrecidas
- T_{tip} – tiempo de establecimiento de la fase típica
- OVH_v – ocupación debida a overhead
- $[\]^+$ – número entero superior
- 0,128 – ocupación por overhead, independiente del número de registradores.

Estudios de los órganos de control electromecánicos

Fueron realizados dos estudios sobre los órganos de control electromecánicos: la optimización de las temporizaciones largas de procesador y un análisis del comportamiento de los órganos bajo diferentes cargas de tráfico.

Optimización de las temporizaciones largas

Este problema puede ser presentado en los siguientes términos: un valor elevado de las temporizaciones largas produce una menor probabilidad de abortar llamadas que, no estando en fallo, están esperando para acceder a un órgano; por otro lado, cuando una llamada falla, continúa ocupando órganos durante un tiempo relativamente largo, lo cual tiene un efecto negativo en el grado de servicio. Valores pequeños de las temporizaciones largas dan lugar a detecciones de los fallos más rápidamente, lo cual tiene un efecto favorable sobre el grado de servicio. Sin embargo, existe una probabilidad alta de abortar llamadas que están esperando frente a un órgano o grupo de órganos.

Tabla 3 – Número de fases típicas por llamada

Tipo de llamada	Número de fases típicas por llamada
Llamada local completada (disco)	5,253
Llamada local completada (teclado)	5,491
Llamada saliente completada (disco)	8,402
Llamada saliente completada (teclado)	8,640
Llamada entrante completada	6,716

El grupo de estudios de tráfico identificó los mejores valores para las temporizaciones largas, y fueron proporcionados al grupo de diseño.

Estudio de los órganos de control electromecánico bajo diferentes cargas de tráfico

Este estudio se concentró en los órganos de control electromecánico que afectan al tiempo de establecimiento de las llamadas. Los parámetros y distribuciones de espera, que cuantifican el comportamiento de los órganos fueron estudiados bajo condiciones normales y de sobrecarga, usando los correspondientes modelos de simulación. En general puede afirmarse que las esperas introducidas por los órganos de control electromecánicos eran muy pequeñas en todos los niveles de tráfico.

Las figuras 2 a 5 ilustran los resultados de los estudios, expresados en función del número de llamadas cursadas por una pareja de marcadores.

El modelo de simulación de los órganos de control electromecánico fue también usado para comprobar desde el punto de vista de tráfico la mejora de su funcionamiento comparado con los órganos correspondientes del PEN-TACONTA 1000.

Otros estudios

Se han realizado también otros estudios de menor importancia:

- Dimensionado de la memoria del minip procesador para el caso más desfavorable, lo cual permite asegurar la memoria suficiente en la instalación inicial de la central para futuros cambios en la misma.
- Análisis de los umbrales de fallos para los simuladores; si un cierto número de fallos ocurre en un tiempo determinado, el órgano afectado se pone fuera de servicio y se inician acciones correctivas.
- Determinación del período de recarga de un minip procesador que ha estado fuera de servicio (la máxima espera antes que un minip procesador, que está disponible, vuelva a entrar en servicio).

Medidas de tráfico

Una central PENTACONTA 2000 con 5000 líneas de abonado fue puesta en servicio en Madrid en diciembre de 1978. El grupo de estudios de tráfico realizó medidas de diferentes aspectos del funcionamiento del sistema, para

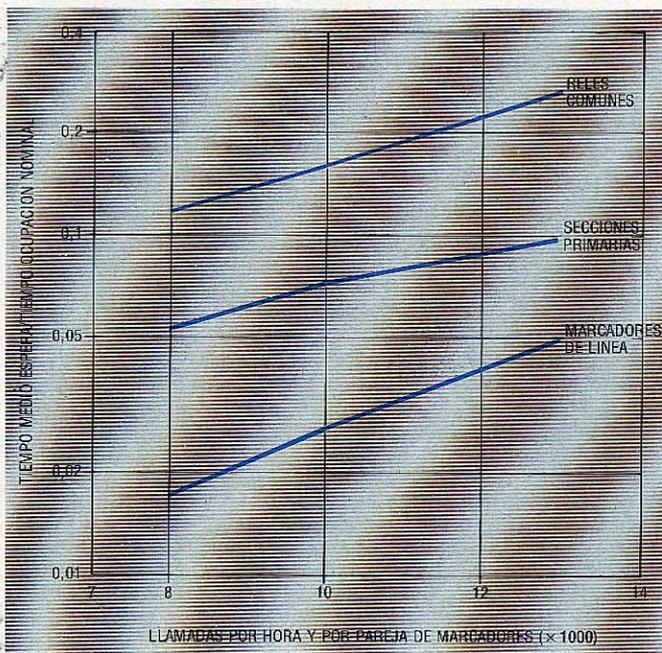


Fig. 2 Tiempos medios de espera frente a los tres órganos más significativos de la unidad de control de línea en función del número de llamadas por hora y por pareja de marcadores. Los órganos y sus tiempos de operación nominales son: relés comunes (320 ms), secciones primarias (360 ms), marcadores de línea (210 ms).

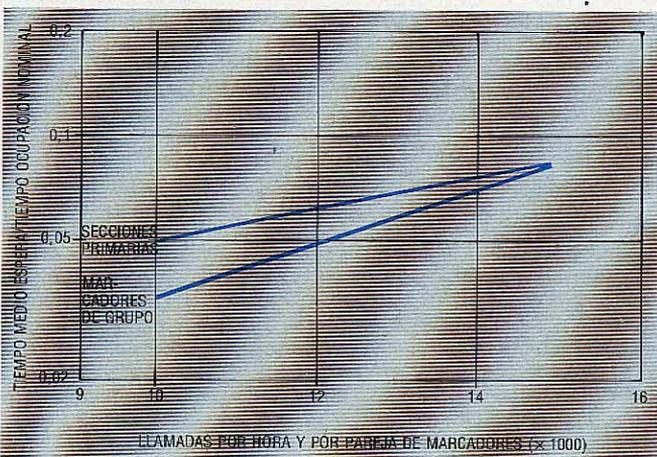


Fig. 3 Tiempos medios de espera frente a los dos órganos más significativos de la unidad de control de grupo en función del número de llamadas por hora y por pareja de marcadores. Los órganos y sus tiempos de operación nominales son: secciones primarias (315 ms), marcadores de grupo (200 ms).

determinar la precisión de los valores teóricos. Salvo pocas excepciones, los valores reales se ajustaron bastante bien a las predicciones.

Conclusiones

La experiencia adquirida durante el desarrollo del sistema de conmutación PENTACONTA 2000 no sólo demuestra la importancia de realizar estudios de tráfico durante la etapa de diseño, sino también expone un ejemplo

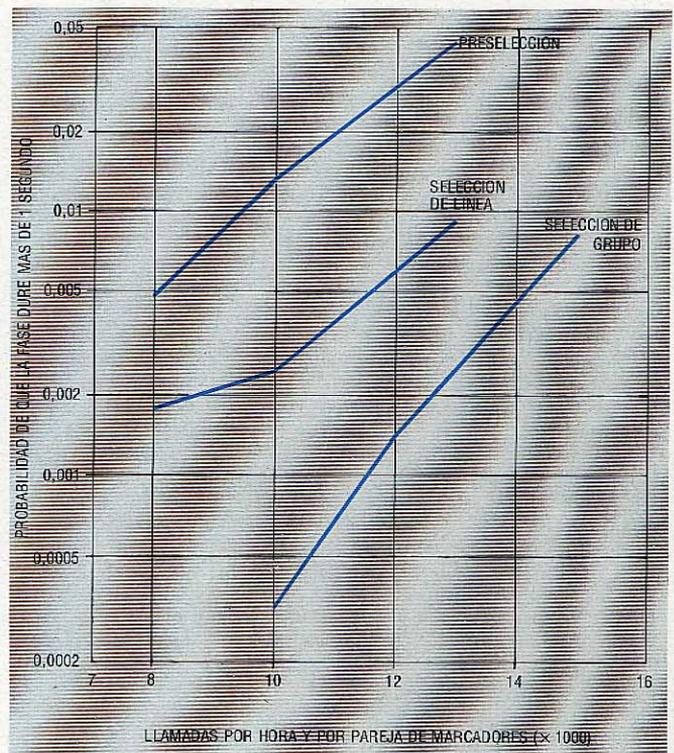


Fig. 4 Probabilidad de que el tiempo de duración de la fase correspondiente (preselección, selección de línea, selección de grupo) exceda de 1 s, en función del número de llamadas por hora y por pareja de marcadores.

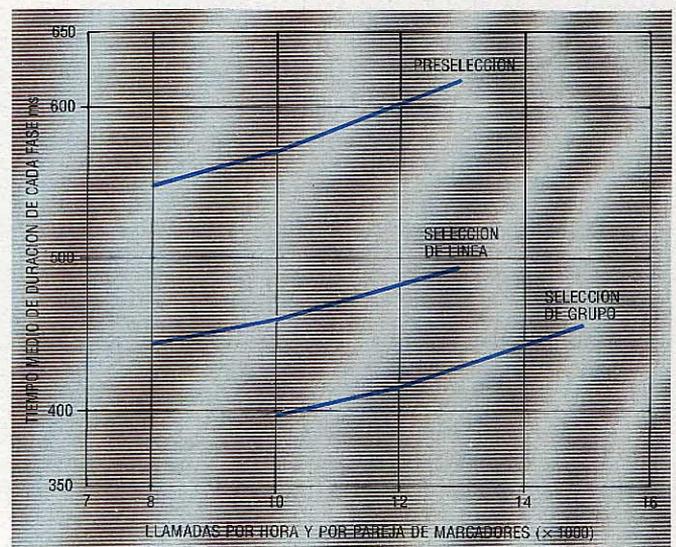


Fig. 5 Tiempo medio de duración de cada fase telefónica (excluyendo toma de registrador) en función del número de llamadas por hora y por pareja de marcadores. Los tiempos nominales de cada fase son: preselección 470 ms, selección de línea 402 ms y selección de grupo 358 ms.

de cómo la efectividad de estos estudios pueden ser maximizada. El grupo de estudios de tráfico participó desde el comienzo del proyecto, manteniendo un permanente intercambio de información con el grupo de diseño durante el desarrollo del sistema. En conclusión, puede decirse que las medidas realizadas en la central demuestran la efectivi-

Tabla de abreviaturas

BHCA	- número de intentos de llamada en la hora cargada
CS	- conectadores de selección
MF	- multifrecuencia
NIRS	- número de simuladores de registrador entrante
NLRS	- número de simuladores de registrador local
SADT	- técnica estructurada de diseño y análisis
SPMR	- multiregistrador con programa almacenado
UC	- unidad de control

dad y la precisión de las herramientas desarrolladas por el grupo de estudios de tráfico.

Agradecimientos

Los autores agradecen a D. Ignacio de la Torre las sugerencias hechas durante la preparación de este artículo.

Referencias

- [1] R. Peña Mari: Técnicas empleadas en el desarrollo de la programación del sistema SPMR; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 4, págs. 314-318 (en este número).
- [2] O. G. Soto, J. A. García Higuera, C. Díaz Berzosa y L. Martínez Miguez: An Approach to Flexible Modelling and Simulation for Control Processor Analysis; Proceeding of the 9th International Teletraffic Congress, Torremolinos, 1979.
- [3] G. Dietrich: Telephone Traffic Model for Common Control Investigations; Proceeding of the 7th International Teletraffic Congress, Estocolmo, 13-20 junio 1973, documento 331, 6 págs.
- [4] J. A. García Higuera y C. Díaz Berzosa: Progressive Method of Overload Control, Proceeding of the 9th International Teletraffic Congress, Torremolinos, 1974.
- [5] J. E. Villar de Villacián: Traffic Calculations in SPC Systems; Proceedings of the 8th International Teletraffic Congress, Melbourne, 10-17 noviembre 1976.

L. Bermejo Saez nació en Madrid; se graduó como ingeniero de telecomunicación en la Universidad de Madrid en el año 1971 y desde entonces trabaja como ingeniero de tráfico en el CIISE; participó en el dimensionado del sistema PENTACONTA 1000, PENTACONTA 32 y en la unidad de control del PENTACONTA 2000. Es monitor de tráfico del grupo de entrenamiento del laboratorio.

C. Díaz Berzosa nació en Madrid; se graduó como ingeniero de telecomunicación en la Universidad de Madrid en el año 1973. Desde el año 1974 trabaja como ingeniero de tráfico en el CIISE, participando en los estudios de tráfico sobre microprocesadores del sistema PENTACONTA 2000.

J. A. García Higuera nació en Madrid; obtuvo la graduación en matemáticas por la Universidad de Madrid en 1969, desde entonces trabaja en el CIISE, participando en los primeros estudios de tráfico sobre procesadores que controlan sistemas telefónicos, y desarrollando modelos de cálculo y simulación. Realizó estudios para los procesadores del sistema METACONTA 10 C y 11 A local. Desde 1975 es el responsable de los estudios de tráfico de la unidad de control PC-2000.

D. Gutiérrez García nació en Avila; obtuvo la graduación en matemáticas por la Universidad de Madrid en 1956. Desde 1961 trabaja en el CIISE, participando en los estudios de tráfico de los diferentes sistemas, entre otros el PENTACONTA 1000, PENTACONTA interurbano y PENTACONTA 2000.

Registrador controlado por procesador para centrales del sistema rotatorio

Muchas compañías telefónicas se enfrentan al problema de que la creciente demanda de servicios telefónicos y la introducción de nuevos sistemas de conmutación exigen la incorporación de facilidades adicionales a las centrales existentes. Un registrador controlado por procesador, desarrollado con el fin de sustituir a los registradores existentes de las centrales de tipo rotatorio, permite ahora disponer de esas facilidades adicionales utilizando el equipo existente.

D. RACKI

Standard Telephon und Radio AG, Zurich, Suiza

Introducción

Muchas veces es difícil o incluso imposible adaptar las centrales rotatorias existentes para que satisfagan las nuevas necesidades de las administraciones o de los abonados. Entre éstas pueden figurar: la numeración de 7 cifras (mayor número de cifras); el servicio automático internacional; el control flexible de encaminamiento; el marcaje con teclado MF; la señalización multifrecuencia entre registradores; la identificación de abonados; el seguimiento y registro de llamadas maliciosas, y la reducción de los costes de mantenimiento. Como el espacio de que se disponía en los registradores existentes no permitía la incorporación de nuevas características por ampliación del equipo, fue necesario hacer un nuevo desarrollo.

Standard Telephon und Radio, compañía suiza asociada a ITT, ha desarrollado, en cooperación con la Administración suiza, un nuevo registrador controlado por procesador para centrales del sistema rotatorio. Este equipo concentra todas las funciones de almacenamiento, encaminamiento y control en un procesador y se conecta a la central existente a nivel del buscador de registrador. Un total de 17 centrales con más de 200.000 abonados han sido ya modificadas con éxito y han estado funcionando a plena satisfacción de administración y abonados, durante años en al-

gunos casos. Recientemente se ha recibido el primer pedido de exportación para estos nuevos registradores.

Características del sistema

El funcionamiento del nuevo registrador se caracteriza por la concentración de todas las funciones de almacenamiento, encaminamiento y control en un solo dispositivo, el procesador. Como éste realiza también las pruebas rutinarias de los registradores periféricos, cumple todas las funciones de los registradores locales y auxiliares para el servicio automático internacional y de los circuitos de pruebas rutinarias de registradores en los diseños convencionales.

Un procesador puede cursar todo el tráfico de registradores de una central de 10.000 líneas, pero se equipa duplicado para garantizar el servicio en caso de fallo. Los dos procesadores trabajan en modo asíncrono, con total independencia entre ellos, utilizando el principio de reparto de carga. El fallo de un procesador lleva consigo la liberación y pérdida de las llamadas que ese procesador estaba estableciendo; la reposición de estas conexiones queda entonces bajo control del segundo procesador. El empleo de procesadores con programa almacenado garantiza una gran flexibilidad, ya que pueden modificarse fácilmente las

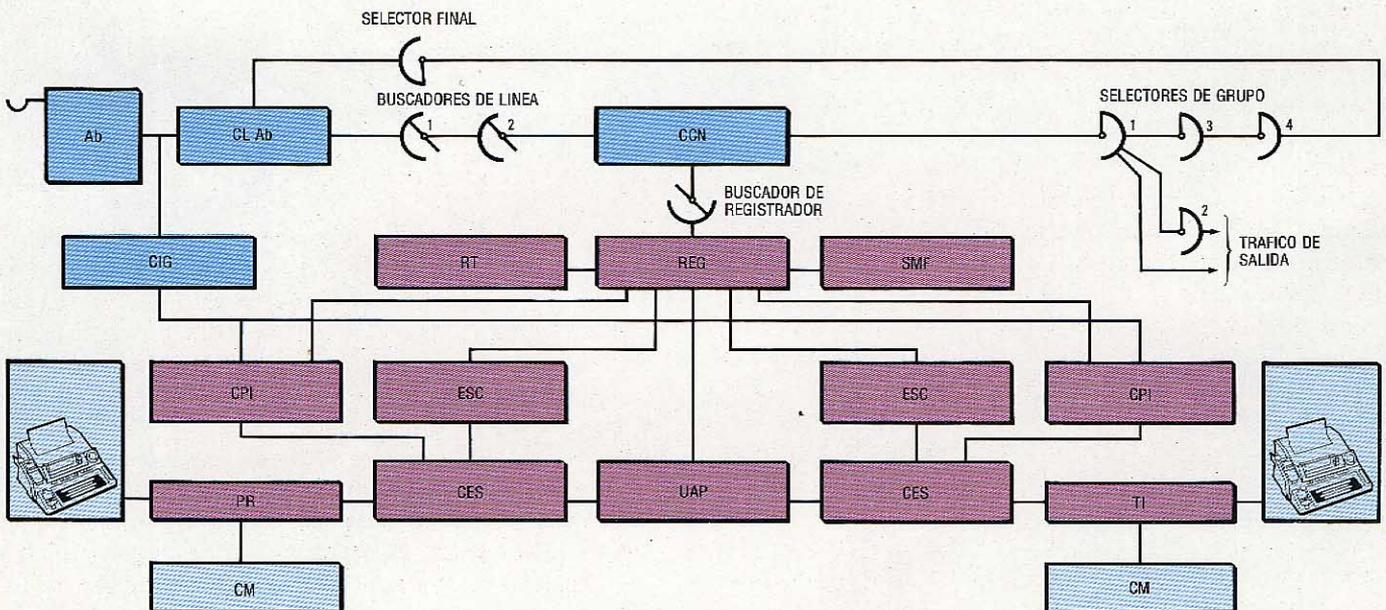


Fig. 1 Diagrama de bloques de una central 7A controlada por procesador. Los terminales del buscador de registrador son los puntos de interconexión del equipo rotatorio original con los registradores controlados por procesador.

Tabla de abreviaturas

Ab	- abonado
ATZ	- ciclo de exploración
CA	- corriente alterna
CC	- corriente continua
CCN	- circuito de conexión
CES	- unidad central de entrada-salida
CIG	- circuito de identificación de grupo
CLAb	- circuito de línea de abonado
CM	- unidad de cinta magnética (cassette)
CPI	- circuito principal de identificación
EMT	- instrucción de trampa de emulador
ESC	- unidad de entrada-salida de cuadro
PR	- procesador
PZ	- relé miniatura de contactos abiertos de larga vida
REG	- registrador
ROM	- memoria de sólo lectura
RT	- receptor de teclado
RTI	- vuelta de interrupción
RTT	- interrupción de retorno
SMF	- señalizador multifrecuencia
TI	- teleimpresor
UAP	- unidad automática de pruebas

tablas residentes en la memoria de ferritas cuando varían los encaminamientos. El uso de placas de circuito impreso enchufables y la posibilidad de detectar las placas defectuosas con ayuda del procesador reducen considerablemente los costes de operación y mantenimiento.

La capacidad de los procesadores permite conectar 168 registradores por cada 10.000 líneas de abonado, lo que es suficiente para todas las centrales en que se precisa sustituir los registradores.

La estructura, el concepto de transmisión de datos y la organización de la programación facilitan la adaptación de los registradores a las necesidades del tráfico de abonados.

Cada registrador está equipado con una unidad separada de señalización MF para permitir la introducción de ésta en las centrales rotatorias. Receptores de teclado, asignados directamente a los registradores, permiten también conectar teléfonos de teclado MF a estas centrales.

El sistema lleva incorporado equipo automático de pruebas para realizar pruebas rutinarias o a demanda de los registradores. El número de programas de prueba depende de las necesidades operacionales de la central y de la capacidad disponible de la memoria de ferritas. Los programas de prueba que no se usan a menudo pueden cargarse desde una memoria externa, en este caso de cinta magnética (cassette). Cada procesador cuenta con un teleimpresor de 8 canales para comunicación hombre-máquina (por ejemplo, para hacer modificaciones sencillas en las tablas y para registro de fallos).

En el caso de que se produzca un fallo inadmisibles de los programas, el procesador recarga una copia de éstos desde la memoria de cinta en la de ferritas.

Todas las placas de circuito impreso son enchufables. Los relés son básicamente del tipo PZ, pero también se usan relés de contactos sellados en casos especiales. Se emplean componentes semiconductores tanto discretos como integrados. Todas las placas de circuito impreso enchufables se montan en cuadros PENTACONTA*.

* Marca registrada del sistema IIT

Los relés se alimentan con la tensión de -48 V de la central. Los circuitos electrónicos se alimentan con +5 V y -5 V proporcionados por un convertidor CC/CC, mientras que un convertidor CC/CA proporciona 220 V para el procesador y sus periféricos; esta alimentación es independiente de la red.

Estructura del sistema

El diagrama de enlaces simplificado de la figura 1 muestra la estructura de una central rotatoria 7A controlada por procesador. Los terminales del buscador de registrador son los puntos de interconexión entre el equipo rotatorio y los registradores controlados por procesador. La parte de

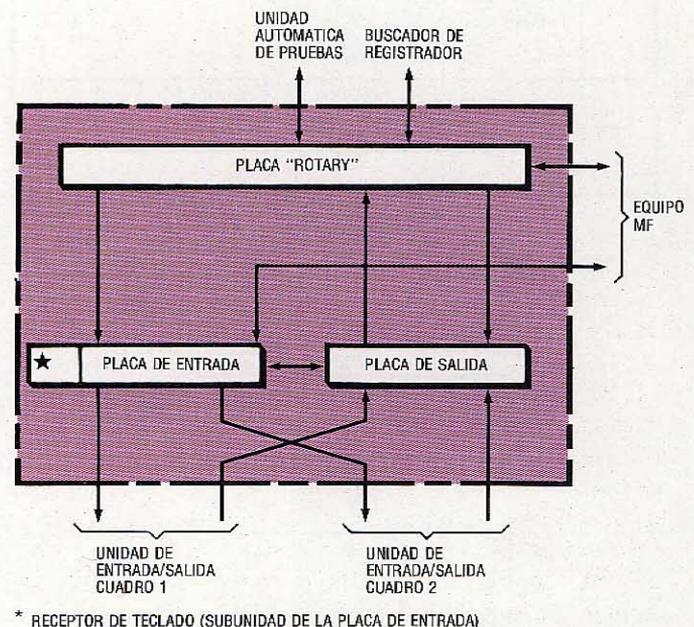


Fig. 2 Diagrama del registrador controlado por procesador, con sus tres placas de circuito impreso.

la red de conversación no sufre modificaciones salvo los cambios necesarios en los enlaces de salida para introducir la señalización MF.

Los buscadores de registrador tienen acceso a igual número de nuevos registradores que en las centrales existentes. Sin embargo, la inteligencia de éstos es limitada en comparación con la de los registradores convencionales. Cada registrador lleva asociado un señalizador MF y un receptor de teclado MF.

Los registradores están controlados por uno de los dos procesadores a través de un interfaz compuesto por una unidad central de entrada-salida y otra por cada cuadro de registradores. Aunque los procesadores trabajan independientemente entre sí, tiene cada uno acceso directo a todos los registradores mediante canales de datos separados. Igualmente, ambos procesadores tienen acceso al equipo automático de pruebas común y al circuito principal de identificación por canales separados. Esto garantiza el que

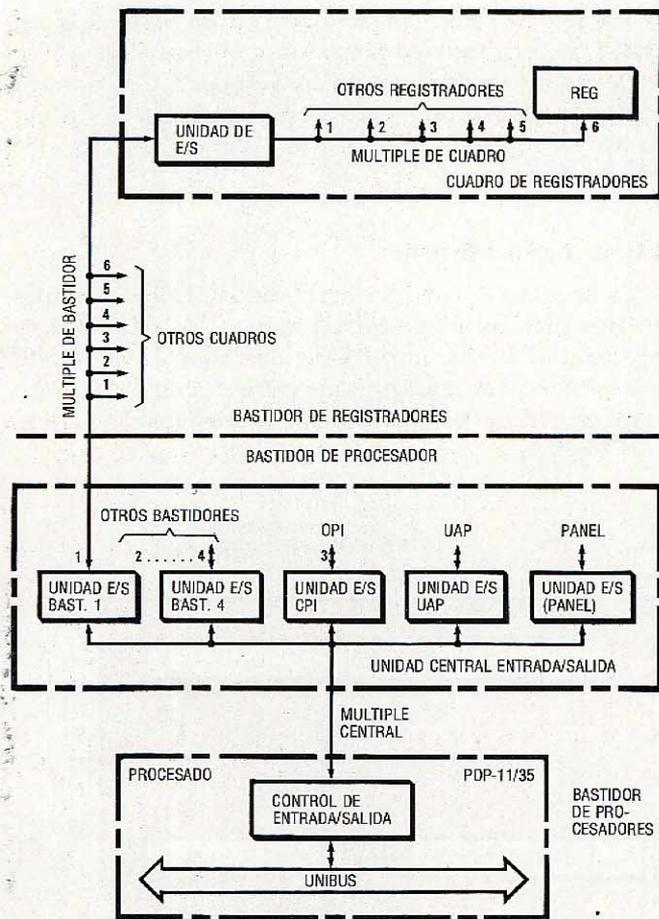


Fig. 3 Diagrama de bloques del equipo de entrada-salida.

un fallo en un procesador no afecte al correcto funcionamiento del otro.

El registrador

Como se ve en la figura 2, el registrador consta de tres placas de circuito impreso: una placa "rotary", una placa de entrada y una placa de salida. La primera está equipada con los elementos de conmutación necesarios para realizar las funciones de interconexión con el abonado y con la red de conversación, tales como:

- control del bucle de abonado
- envío de los tonos de marcar y de ocupado
- control y supervisión de los circuitos de conexión
- señalización 7A a impulsos inversos y señalización MF
- conexión con el dispositivo automático de pruebas.

La información que se pasa al procesador se almacena temporalmente en una memoria intermedia de la placa de entrada y se codifica en formato aceptable para el procesador. La información que sale del procesador se recibe en la placa de salida, donde se decodifica para su posterior utilización. Esta placa de salida incluye también el circuito de exclusión, que asegura la conexión del registrador para control y supervisión a un solo procesador en un momento dado. Cada cuadro totalmente equipado y alambreado contiene seis registradores con las dos unidades de entrada-salida de cuadro, una para cada procesador.

Filosofía de entrada y salida de datos

Según la altura de techo de la sala de la central se equipan seis o siete cuadros de registradores en cada bastidor de registradores, constituyendo una unidad. Un procesador puede atender como máximo a cuatro bastidores o sea 168 registradores.

Cada procesador tiene ocho canales de datos de entrada y otros ocho de salida, así como 16 canales de control. En la unidad central de entrada-salida los canales de datos de cada procesador se conectan a los cuatro bastidores de registradores, multiplándose en todos los cuadros de cada bastidor. Dentro de cada cuadro los canales de datos se multiplan a los seis registradores. En la figura 3 se muestra la disposición del equipo de entrada-salida.

Salida de datos al registrador

La información destinada a un registrador aparece en la salida del procesador que da la dirección del registrador en forma codificada por sus canales de control. Dependiendo de esta dirección, la unidad central de entrada-salida determina el bastidor afectado y aplica la dirección del cuadro y del registrador al múltiple de control de ese bastidor. El interfaz del cuadro direccionado envía su dirección al registrador deseado para que pueda recibir la información.

Entrada de datos del registrador

Cuando la placa de entrada ha codificado la información de un registrador que debe pasarse al procesador, aquel se direcciona en la forma descrita. La información pasa al procesador por el múltiple de datos.

Proceso de entrada-salida con otros circuitos

De manera semejante a lo ya descrito para los registradores (es decir, 8 canales de entrada, 8 de salida y 16 de control), el procesador puede controlar los circuitos siguientes:

- Circuito principal de identificación de la línea que llama por el sistema de 20 kHz.
- Unidad automática de pruebas de los registradores.
- Panel de indicación de alarmas y diversos datos estadísticos.

El procesador

Las funciones de almacenamiento, encaminamiento y control están centralizadas en procesadores PDP 11. El intercambio de datos entre la unidad central de proceso, la memoria de ferritas y los periféricos se hace por una vía Unibús de alta velocidad. Para controlar una central de 10.000 líneas de abonado se utilizan dos procesadores, cada uno con una memoria de ferritas de 32 kpalabras (64 koctetos). Los procesadores trabajan en modo asíncrono, como se ha indicado antes.

Estructura de los programas

En la figura 4 se muestra la división de la programación en tres partes:

- programa de carga
- programa de núcleo
- programas de usuario.

Programas de carga

Los programas de carga sólo pueden correr para cargar la programación desde la cinta en la memoria:

URLAD: Cargador primario, programado en memoria de sólo lectura. Una alarma de temporización del procesador, un fallo de alimentación o la actuación del procesador de carga arrancan el proceso de carga: el URLAD lee el ABSLAD de la cinta y lo inicia.

ABSLAD: Cargador absoluto que carga primero el PRTEST y, después de que éste ha corrido correctamente (confirmando que el procesador funciona bien), las partes restantes del programa. Arranca el INIT y luego puede eliminarse.

PRTEST: Comprobador del procesador que verifica el funcionamiento correcto de éste. Si se detecta un fallo, se da una alarma urgente y se para el procesador. Se vuelve a arrancar el ABSLAD cuando el procesador funciona otra vez correctamente.

INIT: Iniciador que transfiere las tablas y los datos variables para la memoria principal a la posición en que los programas del núcleo espera encontrarlos. Arranca el interruptor de

impulsos de tiempo y la alarma de temporización del procesador, y pasa el control al DIR. El INIT se elimina cargando un programa a demanda desde la cinta (por ejemplo, programas de pruebas).

Programas de núcleo

Este paquete de programas controla los tiempos de los programas de usuario. Contiene también las rutinas de comunicación con los periféricos, como teleimpresores y cassettes.

DIR: Monitor que controla los tiempos correctos de los programas de tiempo real. Con cada impulso de tiempo recibe control de la rutina ZEIT.

ZEIT: Base de tiempos que cuenta los impulsos de tiempo y calcula continuamente tiempos y datos. Siempre deja el control al DIR.

TTYT: Accionador del teleimpresor, que controla las operaciones de entrada y salida del teleimpresor.

KAGT: Accionador de la unidad de cintas, que controla las funciones de entrada y salida de ésta.

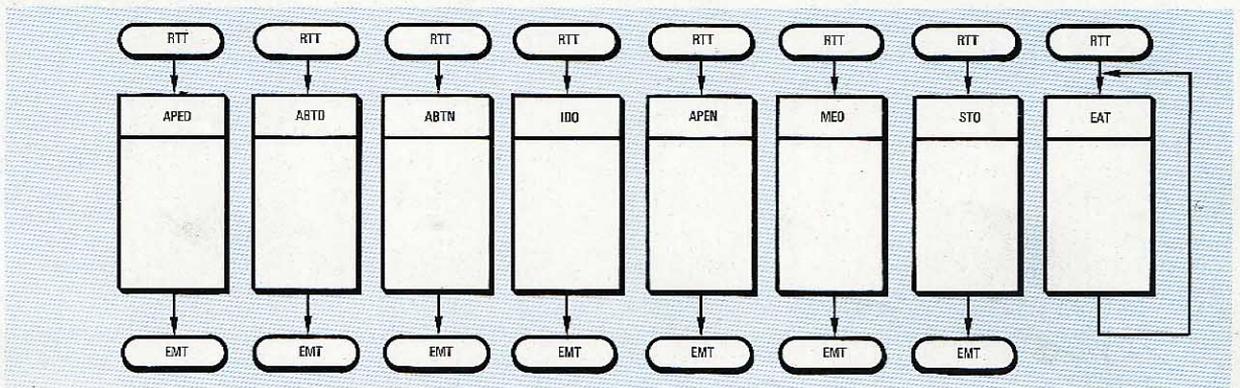
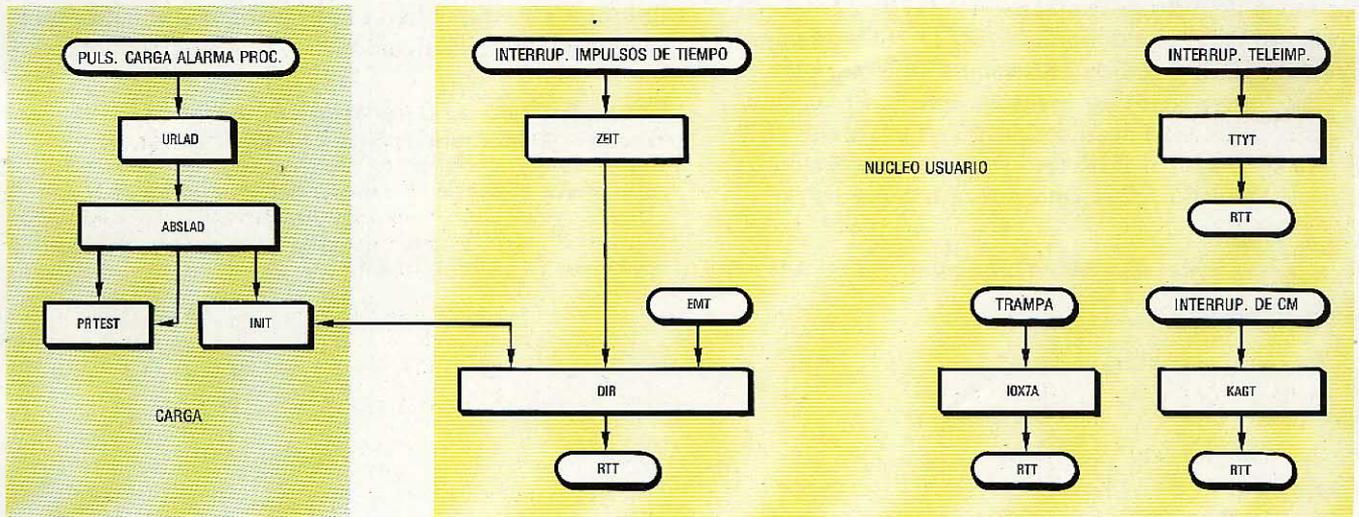


Fig. 4 Estructura de la programación, dividida en tres partes.

IOX7A: Rutina que ayuda a los programas de usuario a realizar operaciones de entrada-salida, conversión de datos, etc.

Programas de usuario

El paquete del usuario contiene los programas que controlan las tareas en tiempo real. Consta de ocho submonitores:

- APED – pruebas automáticas urgentes
- ABTD – explorador para control de registradores (tareas urgentes)
- ABTN – explorador para control de registradores (tareas no urgentes)
- IDO – submonitor para identificación del abonado que llama
- APEN – pruebas automáticas no urgentes
- MEO – submonitor de preparación de mensajes
- STO – submonitor de estadística
- EAT – pruebas del interfaz de entrada-salida

Funcionamiento del sistema de programas

La fase de carga garantiza que siempre se está utilizando un procesador que funciona, que se hace cargo de los programas operacionales (residentes en memoria). La secuencia de los programas es: URLAD, ABSLAD, PRTEST, ABSLAD e INIT.

En la fase de operación todas las partes de los programas trabajan con un ciclo de exploración ATZ de 20 ms*. Al empezar un ATZ el submonitor APED recibe siempre control del DIR y realiza operaciones urgentes para la UAP. Las operaciones no urgentes, que son frecuentemente más largas, solamente se registran. Luego, el APED devuelve el control al DIR mediante una instrucción de trampa de emulador EMT (interrupción generada por el

programa). El tiempo asignado para esto es 1 ms; si hace falta más, el APED es interrumpido por los impulsos de tiempo. Después de pasar el ZEIT, el DIR obtiene el control y suspende obligatoriamente al submonitor APED hasta el próximo ciclo de exploración.

Después de la suspensión voluntaria u obligatoria del APED, el DIR pasa el control al submonitor ABTD utilizando la instrucción de devolución RTI, que es el complemento de la EMT. El ABTD explora todos los registradores, realiza inmediatamente todas las operaciones urgentes y registra las no urgentes. Puede utilizar todo el tiempo disponible e incluso pedir una prolongación del ATZ en caso de emergencia. No obstante, lo normal es que se devuelva el control al DIR mediante una EMT al cabo de unos milisegundos.

Luego siguen los submonitores restantes, de ABTN a EAT, siempre que la duración del ATZ lo permita. Cada uno de estos submonitores es interrumpido cada milisegundo por los impulsos de tiempo y sólo recupera el control si no se ha superado el ATZ. Por tanto, puede suspenderse cualquiera de estos submonitores en cualquier momento. Además, cada uno de ellos, excepto el EAT, puede suspenderse voluntariamente cuando se han completado sus operaciones o si hace falta esperar a algún suceso posterior, que corresponderá, por consiguiente, a otro ATZ.

El submonitor EAT no puede ejecutar ninguna instrucción EMT y tiene que esperar en bucle después de terminar el trabajo hasta que se completa el ciclo. De esta forma todos los ATZ's duran lo mismo y pueden, por tanto, utilizarse como base de tiempos.

Darko Racki nació en Zagreb, Yugoslavia, en 1939. Estudió ingeniería eléctrica en la Universidad Tecnológica de Zagreb, por la que se graduó en 1964. Trabajó al principio en Yugoslavia como ingeniero especialista en pruebas de centrales interurbanas antes de ingresar en STR, en Zurich, en 1967 como ingeniero de desarrollo para la modernización del sistema 7D. Ahora es jefe del grupo de desarrollo encargado de la modernización de centrales del sistema rotatorio.

* Con este mismo ciclo se prueba periódicamente el estado de los registradores.

El futuro de la normalización en telecomunicación

El autor, que ha participado activamente durante un cuarto de siglo en las tareas de normalización del CCITT, hace un examen crítico de la necesidad de normas de telecomunicación para el futuro y da su opinión personal sobre los cambios que podrían introducirse en los métodos actuales del CCITT.

W. T. JONES

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Reino Unido

Introducción

La expansión y los cambios de características de las redes de telecomunicación en todo el mundo, como resultado del desarrollo tecnológico durante la última década aproximadamente, han aumentado sustancialmente las presiones para disponer de normas internacionales de telecomunicación, tendencia que continuará sin duda. Uno de los principales fines de la Unión Internacional de Telecomunicación (UIT), y de sus organismos encargados de la elaboración de normas, consiste en mantener y extender la cooperación internacional para la mejora y el uso racional de la telecomunicación en todos sus aspectos [1]. Es de crucial importancia que se persiga este fin con inteligencia, habilidad y éxito durante la expansión y el desarrollo de la red mundial de telecomunicación en las próximas décadas. Sin embargo, se ha criticado a los organismos internacionales ocupados del establecimiento de normas de telecomunicación, y en particular a los Comités Consultivos Internacionales (CCI) de la UIT, por su insuficiente reacción ante las presiones por una mayor normalización.

Es oportuno examinar críticamente los procesos por los que los CCI seleccionan para su estudio las materias de telecomunicación y establecer recomendaciones, y, si es preciso, adaptarlos con vistas a las necesidades del futuro.

Ventajas de las normas de telecomunicación

Las ventajas resultantes de una normalización internacional efectiva de los equipos de telecomunicación pueden enumerarse muy brevemente.

Una administración o compañía explotadora de telecomunicación tiene la seguridad de que su red será compatible con las de otras administraciones con las que intercambia tráfico o de que el coste y las complicaciones de instalar los equipos de interconexión adecuados no tendrá que soportarlos ella. La calidad de funcionamiento de la red cumplirá unos objetivos convenidos para el tráfico internacional por encima de los del tráfico nacional. Además, se ampliará sustancialmente la gama de posibles suministradores, cosa que es particularmente importante para los países que no tienen una industria de telecomunicación propia.

Para el fabricante, una norma significa la ampliación del mercado existente para el equipo que la cumpla, aunque al mismo tiempo pueda aumentar la competencia. Unas normas a tiempo permiten evitar el desarrollo costoso e improductivo de equipos que no las cumplen. Estas consi-

deraciones han adquirido significado especialmente con el desarrollo de equipos electrónicos de estado sólido.

Debido a su tendencia a eliminar incompatibilidades costosas y desarrollos improductivos, al tiempo que fijan índices de calidad acordados, las normas de telecomunicación son importantes para mejorar la eficacia de los servicios de telecomunicación, aumentando su utilidad y poniéndolos, en lo posible, a la disposición general del público. De esta forma, los beneficiarios últimos de la normalización son los usuarios de los servicios; éstos, como las administraciones y los fabricantes de equipos, tienen un interés real en unos métodos eficaces de normalización.

Los trabajos para conseguir la normalización han aumentado enormemente en las últimas décadas. Ahora las redes telefónicas y telegráficas de todo el mundo están en el proceso de transición del empleo de equipo analógico al de equipo electrónico digital. El CCITT se está empleando a fondo en la producción de nuevas recomendaciones para las redes nacientes, que reemplazarán virtualmente a todo el conjunto de recomendaciones actuales que dictó para el equipo analógico de telecomunicación.

Tradicionalmente, el objetivo de las recomendaciones del CCITT para los equipos ha sido su compatibilidad internacional en cuanto a interconexión y calidad de funcionamiento. Sin embargo, durante algunos años ha habido presiones para producir normas justificadas por motivos de menor importancia. Los resultados más importantes de esta tendencia son los estudios actuales de equipos de conmutación analógicos y digitales, no considerados hasta ahora como objetos merecedores de normativa salvo en cuanto a sus características de transmisión.

El comienzo de los años sesenta vio el uso de la red telefónica en gran escala por primera vez para fines distintos de la telefonía, es decir, la transmisión de datos. Este desarrollo dio lugar a un tipo totalmente nuevo de recomendaciones del CCITT: el relativo a los interfaces entre los equipos terminales no telefónicos y las entradas de la red telefónica. Desde entonces, las necesidades de la transmisión de datos han originado estudios concernientes a las normas para las redes de comunicación dedicadas a datos y a interfaces de complejidad cada vez mayor, para permitir comunicaciones entre procesadores y otras similares.

La aplicación de las técnicas de los procesadores y de la tecnología del estado sólido a las comunicaciones redundan en un servicio telefónico económico y eficaz, y que ofrece una amplia gama de facilidades adicionales, muchas de las cuales se aplican a nivel internacional. La red resultante requiere unos lenguajes de procesador bien definidos para la especificación de las funciones de los equipos, la progra-

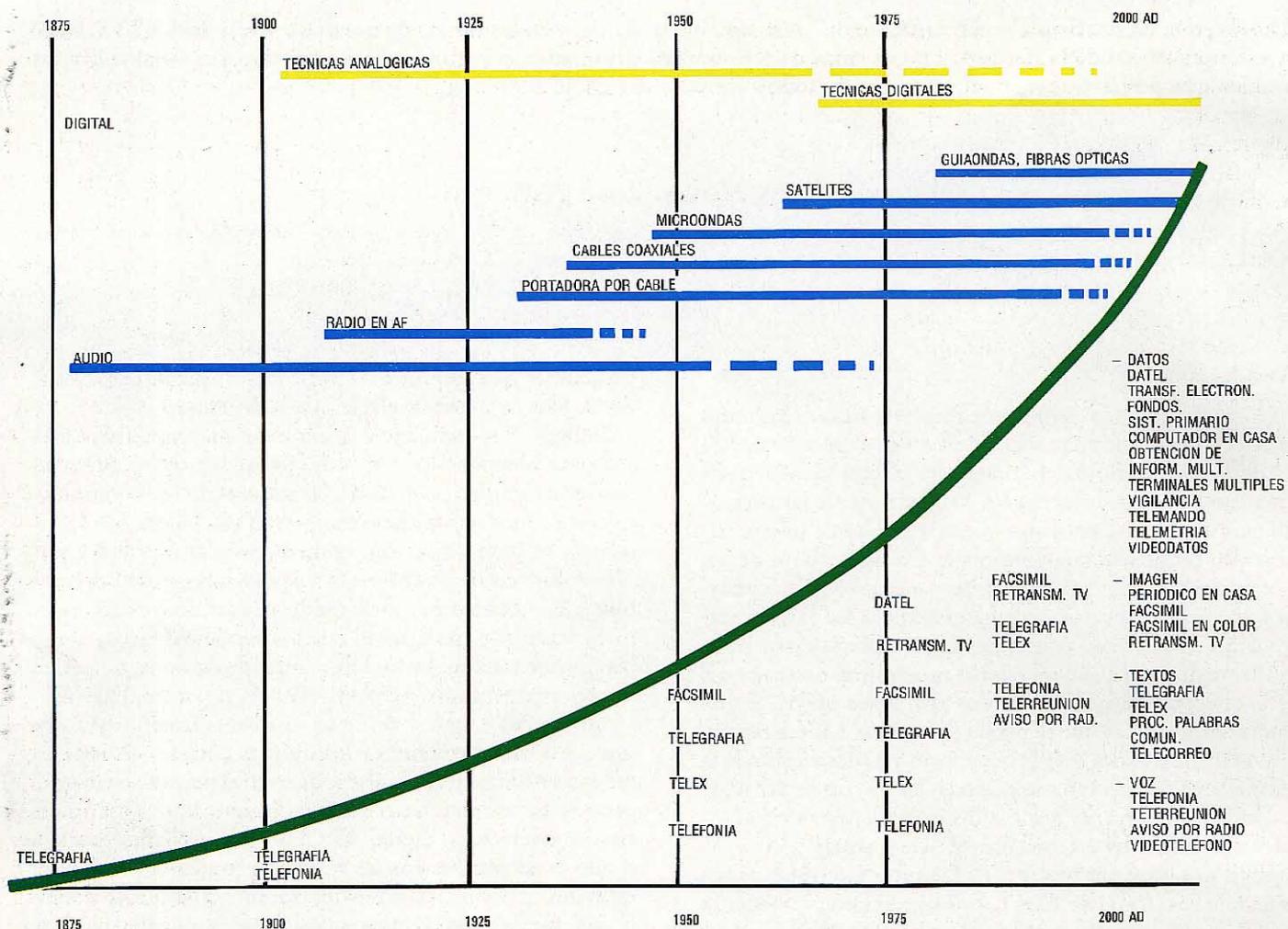


Fig. 1 Crecimiento acelerado de la demanda de nuevos servicios de telecomunicación y expansión de los medios de transmisión.

mación de los procesadores de los centros de conmutación, y el control de la red por el personal de mantenimiento y administración de tráfico. Esto supone, una vez más, un campo totalmente nuevo para estudio del CCITT.

Varias nuevas aplicaciones no telefónicas de la red telefónica son ahora viables, y dos de ellas están ya siendo estudiadas con el propósito de establecerlas como servicios normalizados a nivel internacional; se trata de la comunicación de textos o correo electrónico (Teletex) y de la comunicación con bancos de datos desde terminales dotados de pantalla (Videotex). Nuevos estudios de facsímil pueden ampliar considerablemente el uso de este servicio. Estas posibilidades se multiplicarán aún más con la creación de una red digital de servicios integrados (RDSI) como se ve en la figura 1.

La realización de estas dinámicas e interesantes perspectivas para la telecomunicación debe suponer con seguridad una normalización en grado considerable. Es importante determinar en forma realista cual es el grado adecuado de normalización, y que todos lo reconozcan.

Desventajas de la normalización

Los efectos de la normalización no son exclusivamente positivos. Cada norma supone alguna restricción sobre las posibles opciones para cumplir un requisito determinado. Considerando este requisito aislado, puede que la solución normalizada sea menos ventajosa que alguna otra alternativa no normalizada. Por tanto, el proceso de producción de una norma debe incluir la consideración de si proporciona una ventaja general al campo de las telecomunicaciones, lo que no siempre es fácil de determinar.

Las ventajas de la normalización crecen con el tiempo; cuanto mayor es la vida de una norma, mayores son sus ventajas. Para llegar a percibir estas ventajas se necesita un mínimo de vida, suficiente para que se completen el desarrollo, la fabricación y la instalación o aplicación del equipo que cumple la norma. Por otra parte, debido a que una norma limita necesariamente la investigación de soluciones eventualmente mejores, las ventajas relativas que proporciona empezarán, con el tiempo, a disminuir. Por

ello, llega inevitablemente un momento en que la norma es ya desventajosa y hay que prescindir de ella.

La normalización puede también impedir la creatividad de productos cuando aparecen demasiado pronto ó son demasiado restrictivos ó demasiado detalladas.

Los aspectos económicos de la planificación y la realización de las redes de telecomunicación imponen también sus propias limitaciones al establecimiento de una normativa. A los sistemas y equipos de telecomunicación se les pide una vida de 20 años o más (Recomendación G.1029 del CCITT); por tanto, las nuevas tecnologías deben aplicarse de forma que sean compatibles con las instalaciones existentes en la red. Si las normas son muy detallistas, este proceso se complica, si no se hace imposible. Así puede ocurrir que se frustre un objetivo de la normalización, la mejora de la eficacia, si aquélla se lleva demasiado lejos.

Límites de la normalización

Clases de recomendaciones

En 1969 ITT propuso a la Comisión de estudio correspondiente del CCITT una filosofía adecuada para abordar los problemas del establecimiento de recomendaciones para una futura red digital [2]. Esta filosofía aún parece válida para los estudios todavía más complejos con los que se enfrenta hoy el CCITT.

Las recomendaciones del CCITT relativas a equipos de telecomunicación pueden clasificarse, en general, en tres grupos:

- Recomendaciones que aseguren la compatibilidad de interconexión de diferentes redes nacionales, en lo relativo a las características que las representan, o están implícitas, en los puntos de interconexión de las redes.
- Recomendaciones referentes a la calidad de funcionamiento de los equipos, para que la calidad resultante de las conexiones internacionales completas cumpla objetivos generales convenidos.
- Recomendaciones que buscan economías mediante mayor intercambiabilidad, facilidad de suministro, simplificación del mantenimiento, flexibilidad de interconexión, etc.

Estos grupos se han enumerado en orden de prioridad con relación a la importancia que debe darse a normas determinadas.

Afortunadamente, las normas vitales de interconexión se ven mínimamente afectadas por los cambios de tecnología de los equipos. Así, las normas de la multiplexación por división de frecuencia, en especial la separación entre frecuencias portadoras de canales de voz [3] y la distribución de canales en el espectro de frecuencia, han sobrevivido a varias tecnologías sucesivas. Igualmente, las recomendaciones relativas a los sistemas internacionales de señalización han sido muy estables en lo que respecta a sus principales características; la tendencia en señalización es que sistemas completos queden anticuados con el cambio de los requisitos de las redes, dando paso a otros sistemas más modernos.

Los progresos en las técnicas de telecomunicación permiten una continua mejora de las normas de calidad de funcionamiento. Los objetivos generales de calidad para el

conjunto de la red pueden ser, y son, mejorados de vez en cuando, naturalmente con los ajustes consiguientes a las condiciones de diferentes sistemas y equipos recomendados. Este proceso es aceptable, ya que los objetivos revisados se aplican sólo a equipos de nueva generación; las instalaciones existentes no se inhabilitan y son compatibles con las nuevas.

Una normalización que vaya más allá de los objetivos de facilitar la interconexión internacional y tener unos niveles de calidad convenidos dará por resultado, si se lleva a sus últimas consecuencias, unas especificaciones comunes de ingeniería. Los puntos que precisan acuerdo superan en mucho cuantitativamente a los correspondientes a los objetivos primarios de normalización; consiguientemente, se aumenta la carga de trabajo del CCITT para la obtención de acuerdos. Además, el efecto inhibitorio sobre el desarrollo y las innovaciones es importante en particular en los períodos de rápido avance tecnológico. Por ello, es necesario sopesar cuidadosamente las ventajas de estas normas potenciales frente a las desventajas resultantes, antes de proseguir con ellas.

El criterio del interfaz de equipos

En los últimos diez años, más o menos, se ha producido un cambio notable en el enfoque de la normalización de los equipos; ahora la tendencia es concentrarse en los interfaces de los equipos de sistemas que realizan funciones diferentes, antes que a los interfaces entre redes. Por ejemplo, en el caso de un sistema de transmisión diseñado para aplicación internacional, se presta hoy menos atención al punto de interconexión internacional y más a la interconexión de las unidades terminales de línea con equipos que realizan otras funciones tales como conmutación y multiplexación.

La aplicación más corriente es el interfaz entre un equipo de usuario y la red, de la que los primeros ejemplos se remontan al final de los años cincuenta con la utilización, por primera vez, de la red telefónica para transmisión de datos. La respuesta del CCITT fue un conjunto de recomendaciones de la serie V [4] relativas a diversos modems; estas recomendaciones incluyen, además de la necesaria normalización de las características de los modems para su interconexión a través de circuitos telefónicos, la normalización de las condiciones de conexión de los modems al equipo terminal de datos. La demanda de este tipo de normas sobre el interfaz usuario-red ha aumentado enormemente con la aparición de nuevas posibilidades para la telecomunicación no vocal, como imágenes y textos además de datos.

El criterio del interfaz tiene méritos reconocidos. En primer lugar, no condiciona el diseño interno del equipo. En segundo lugar, concentra la atención en características del equipo que están normalizadas justificadamente pero que tendían a escapar de la atención con el antiguo enfoque.

Sin embargo, la concentración en los interfaces hace más difícil la distinción de la clasificación de recomendaciones en tres prioridades. La especificación completa de un interfaz, necesaria para que el equipo correspondiente pueda

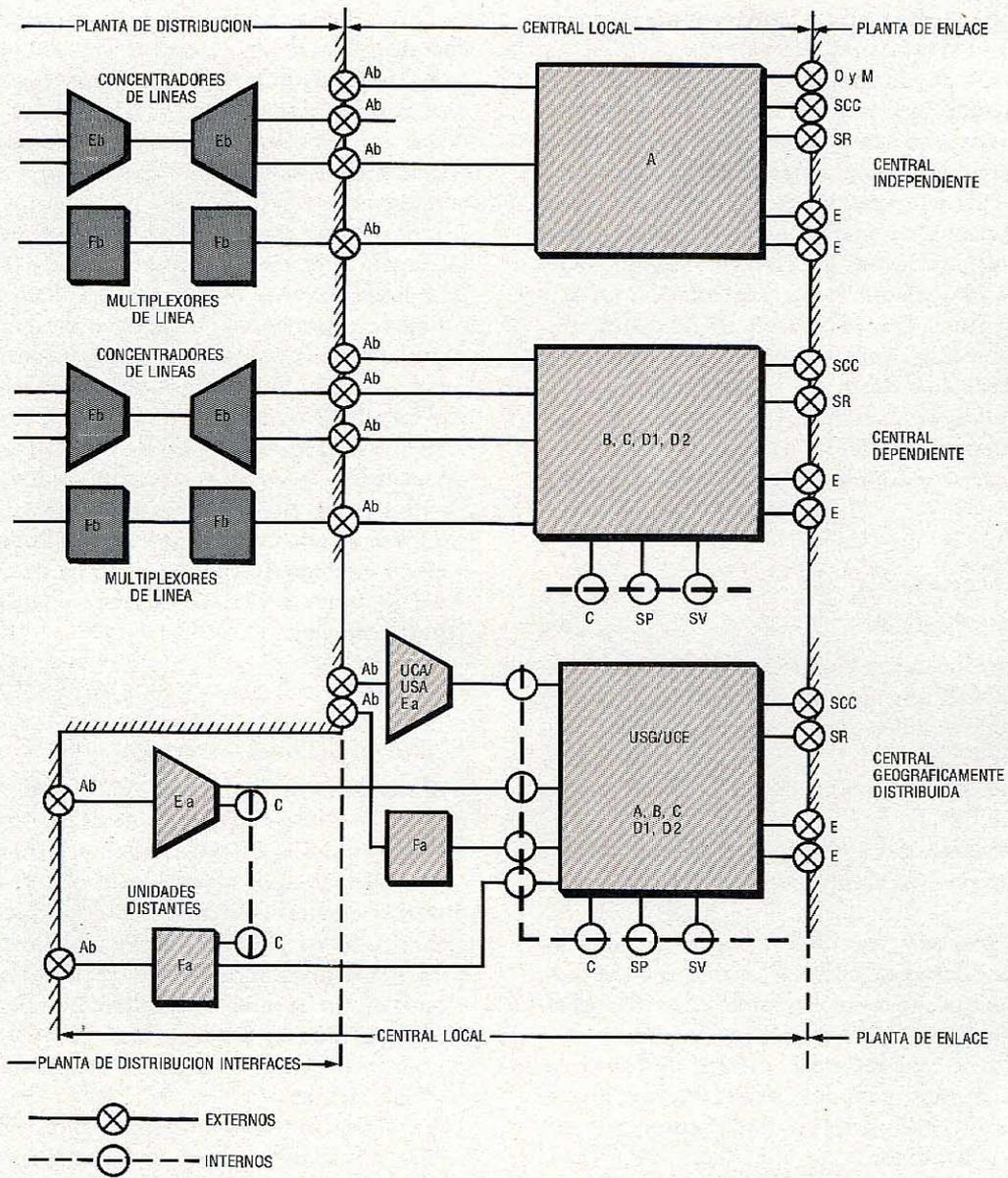


Fig. 2 Interfaces de una central local, con su clasificación en internos y externos.

Tipos de equipos con conexión de abonados

- A - central independiente
- B - central supervisada a distancia
- C - central soportada a distancia
- D1 - central controlada a distancia (esclava)
- D2 - central satélite
- Ea - concentrador de central
- Eb - concentrador de líneas
- Fa - Multiplexor de central
- Fb - multiplexor de líneas

Abreviaturas

- Ab - abonado
- E - enlace
- C - control
- SP - soporte
- SV - supervisión
- SCC - señalización por canal común
- O y M - operación y mantenimiento
- SR - sincronización de la red
- UCA - unidad de conexión de abonados
- USA - unidad de selección de abonados
- UCE - unidad de conexión de enlaces
- USG - unidad de selección de grupo

interconectarse sin limitaciones, comprende características físicas, eléctricas y de procedimiento. Estas últimas incluyen algunas que son significativas para la interconexión con un terminal distante, en el mismo o en otro país. Las características eléctricas incluirán algunas que son signifi-

cativas para la calidad general de funcionamiento (por ejemplo, límites de distorsión permisible de los impulsos que atraviesan el interfaz). Sin embargo, el criterio del interfaz compromete sin necesidad al CCITT en la obtención de acuerdos sobre puntos de menor importancia, para

los que sería plenamente aceptable tener soluciones recomendadas alternativas o incluso no tener ninguna.

Por otra parte, el criterio del interfaz implica una asignación de funciones al equipo a cada lado que puede ser en sí discutible. Pueden ser posibles varias asignaciones diferentes, y la óptima entre ellas puede muy bien cambiar con la introducción de nuevas tecnologías, como pueden cambiar las características óptimas de un interfaz dado. En la figura 2 se ven las diferentes divisiones posibles de funciones entre una central local y una unión remota para la concentración de líneas de abonado.

¿Se necesitan normas únicas?

Una característica de la actuación del CCITT es su fuerte adhesión al principio de soluciones únicas. La recomendación de soluciones alternativas, que pueden implicar dispositivos asimétricos en una conexión internacional o necesitar convenios adicionales entre dos países, tiende a considerarse como un fracaso parcial. Este punto de vista ha beneficiado seguramente a la telecomunicación en el pasado, cuando se ha dado más énfasis a la interconexión y a la calidad de funcionamiento.

Merece la pena preguntarse si esta actitud no puede ser modificada provechosamente en la situación actual de redes de telecomunicación rápidamente cambiantes y mayores expectativas en cuanto a normas del CCITT. Está claro que las características de las redes nacionales y de sus sistemas y equipos integrantes, relativas a su interconexión y a su calidad de funcionamiento, deben cumplir unas recomendaciones admitidas mundialmente. Además, en la medida de lo posible, estas recomendaciones deben ofrecer soluciones únicas.

Sin embargo, quizás está indicado aplicar un criterio diferente a las características del tercer grupo mencionado anteriormente. Primero hay que cuestionar la necesidad de una posible norma en base a un balance de sus ventajas. Caso de que se justifique, no se necesita dedicar igual esfuerzo a hallar una solución única. Muchas veces podría ser aceptable una recomendación que impusiera un límite razonablemente bajo de soluciones admitidas, especialmente si cada una de éstas corresponde a diferentes zonas geográficas. Desde luego, puede discutirse si son preferibles tales recomendaciones puesto que no afectan a la interconexión o a la calidad de funcionamiento, por lo que son menos restrictivas con relación a nuevos desarrollos.

El objetivo principal del tercer grupo de recomendaciones es impedir la proliferación de diseños de equipos para una necesidad determinada; esto no exige una recomendación única.

Normas para redes de telecomunicación multimodo

Precedentes de las redes unimodo telefónica y télex

Hasta hace poco, las redes públicas conmutadas de telecomunicación instaladas por las administraciones y estudiadas internacionalmente dentro del CCITT han sido del

tipo unimodo, es decir dedicadas a la prestación de servicio telefónico o télex. Estos servicios internacionales existen actualmente gracias a los acuerdos internacionales de interconexión resultantes de los estudios y recomendaciones del CCITT; los más importantes son los relativos a:

- las propiedades de transmisión de la conexión completa establecida entre usuarios terminales, incluyendo el equipo terminal [5];
- los sistemas de señalización en los circuitos internacionales, necesarios para el establecimiento de las llamadas, su supervisión y su reposición [6].

Estas recomendaciones se han basado en las necesidades del servicio al que se dedica la red, es decir teléfono o télex. No ha habido que modificar este criterio aun cuando algunos usos alternativos limitados de las redes (por ejemplo datos, facsímil, fototelegrafía, etc.) han ido introduciéndose progresivamente.

Es digno de señalar que esta compatibilidad internacional se consiguió sin apenas estudiar ni dar recomendaciones sobre los interfaces dentro de las redes nacionales, en particular el interfaz usuario-red. Por lo tanto, aparatos telefónicos que se interconectan satisfactoriamente mediante una conexión telefónica internacional pueden diferir entre sí tanto que, de hecho, no son intercambiables. Esas diferencias pueden residir típicamente en:

- la codificación de las cifras por el disco telefónico
- la velocidad de los impulsos de disco
- las características de la corriente de llamada (frecuencia, amplitud, etc.)
- el sistema de alimentación del teléfono.

La situación respecto de las máquinas de télex es semejante. Puede pensarse que esto debe ser así. Quienes intervinieron en el establecimiento de los requisitos de interconexión comprendían correctamente las características esenciales en la interconexión; otras se dejaron abiertas, no por olvido sino a propósito, para permitir a los diseñadores e investigadores el más amplio margen de innovación y mejora.

Normas para comunicación pública internacional de datos

El CCITT inició el estudio de las redes dedicadas a datos en la 4ª Asamblea Plenaria de Mar del Plata, en octubre de 1968. Las recomendaciones establecidas en los últimos diez años [4] se han revisado y analizado en otro lugar [7].

Se admiten tres modos diferentes de transmisión de datos:

- arrítmico
- síncrono
- por conmutación de paquetes.

Son, en gran parte, alternativos. Para cada modo hay varias velocidades diferentes de señalización de datos.

Se han establecido recomendaciones apropiadas para cada modo que cubren:

- la red local de usuarios, o sea los interfaces DTE (equipo terminal de datos)/DCE (equipo de comunicación de datos)
- los sistemas de señalización entre centrales
- la multiplexación de la transmisión.

Ya se ha establecido un número considerable de recomendaciones para estos aspectos de la comunicación de datos [4].

Se dice que de esta forma se deja "suficiente flexibilidad a los países para decidir cómo realizar sus redes y realmente existen diversas soluciones" [7]. Un país puede decidir, por ejemplo, basar su red de datos en cualquiera de los tres posibles modos de explotación, o establecer redes independientes competidoras utilizando modos diferentes, o explotar en una única red más de un modo. Un ejemplo de esta última posibilidad puede ser una red de datos síncrona con conmutación de circuitos que dé servicios arrítmico (incluyendo quizás télex) y síncrono. La situación se complica aún más por el hecho de que algunas recomendaciones importantes para la interconexión de redes y referentes a un único modo de operación, especifican soluciones alternativas; así ocurre con los sistemas de señalización entre centrales denominados centralizados (Recomendación X.60) y descentralizados (Recomendación X.71) para redes de modo síncrono, y los sistemas alternativos de multiplexación por división en el tiempo de canales de datos basados en envolventes de 8 bitios (6 de información y 2 de control) y de 10 bitios (8 de información y 2 de control) (Recomendaciones X.50 y X.51).

Los países que estudian cómo pueden llevar a cabo sus redes de datos tienen una amplia gama de posibles soluciones, cada una respaldada adecuadamente por recomendaciones del CCITT. Sin embargo, el estado de las recomendaciones para redes de datos da lugar a una considerable inquietud cuando se piensa en la comunicación internacional de datos y en los obstáculos a su crecimiento que serán el producto inevitable de las incompatibilidades aparentemente aceptadas entre redes nacionales.

Esta situación parece deberse a una excesiva atención, en los estudios del CCITT, a la necesidad de normalizar los interfaces que aparecen dentro de las redes nacionales y al descuido consiguiente de la necesidad de la máxima compatibilidad internacional.

Compatibilidad extremo a extremo de terminales

Recientes y continuados desarrollos en las tecnologías electrónicas digitales han hecho económicamente viable el intercambio, por telecomunicación, de información en muchas formas distintas a la voz y al télex. Los estudios actuales cubren:

- Teletex, es decir comunicación a distancia de textos mecanografiados o correo electrónico.
- Videodatos, es decir el empleo de tubos de rayos catódicos para la presentación visual de datos recibidos por telecomunicación desde bancos de datos u otras fuentes.
- Facsímil a alta velocidad para transmisión de documentos.
- Videoteléfono, es decir la transmisión simultánea de voz e imagen, por ejemplo la cabeza y los hombros de los correspondientes.

Todo esto además del intercambio de datos entre procesadores e instalaciones de proceso de datos y terminales distantes, a velocidades diversas y en distintos formatos y códigos. De ahí el nuevo concepto de redes multimodo di-

señadas para permitir el intercambio de información en numerosas formas diferentes.

Además de las nuevas redes de datos, cada una de las cuales proporciona diversas clases de servicio a los usuarios, la llegada de las técnicas digitales ofrece la posibilidad de una red digital de servicios integrados.

Las redes multimodo plantean nuevas, y hasta ahora no resueltas cuestiones de responsabilidad en cuanto a garantizar la compatibilidad extremo a extremo de las estaciones terminales de una conexión. Hay dos posibilidades diametralmente opuestas.

Por una parte, las facilidades de telecomunicación que proporcionarán las redes públicas del futuro puede considerarse que abarcarán cierto número de servicios, cada uno de los cuales estará normalizado en la medida necesaria para que pueda prestarse a nivel internacional. Esta normalización cubrirá necesariamente los procedimientos de intercambio efectivo de información (es decir, lenguaje y protocolo), así como las vías de transmisión y los métodos de establecimiento de llamadas y supervisión. Los abonados a un servicio determinado serían identificados mediante un sistema adecuado de guías. Los servicios de teletex, videodatos y facsímil pueden incluirse perfectamente en esta categoría.

En el otro extremo se encuentra el criterio de considerar que las vías de transmisión que proporciona una red pública pueden utilizarse de varias formas diferentes de las que corresponden a un terminal completamente especificado y de que es innecesariamente prohibitivo restringir su uso a estos terminales.

Se ve así que la compatibilidad internacional es cuestión de grados. Cualquiera de estos enfoques tiene sus ventajas. Además, no son necesariamente excluyentes entre sí; seguramente las redes del futuro pueden incorporar ambos criterios. Un objetivo principal de los estudios de normalización debe ser determinar y proporcionar la mezcla conveniente de servicios normalizados extremo a extremo y del uso más o menos libre de las instalaciones de transmisión conmutadas que satisfaga mejor las necesidades de los usuarios de las redes de telecomunicación.

El proceso de normalización

La alternativa del CCITT a la unidad de dirección

El CCITT fue fundado en una reunión de París de un "Comité Technique Preliminaire pour la Téléphonie à Grande Distance en Europe", que tuvo lugar del 12 al 20 de marzo de 1923. La convocatoria de la reunión procedía, entre otros acontecimientos, de una comunicación al Instituto de Ingenieros Eléctricos de su presidente Frank Gill en noviembre de 1922 [8].

De tres propuestas que hizo Frank Gill para mejorar la gestión de la telefonía internacional en Europa [8, 9] se adoptó la referente a una asociación de los organismos explotadores de la telefonía para estudiar "cómo debían manejarse las conexiones internacionales" y "el establecimiento de normas de medidas, calidad de funcionamiento y procedimientos para su recomendación a todos". Así se

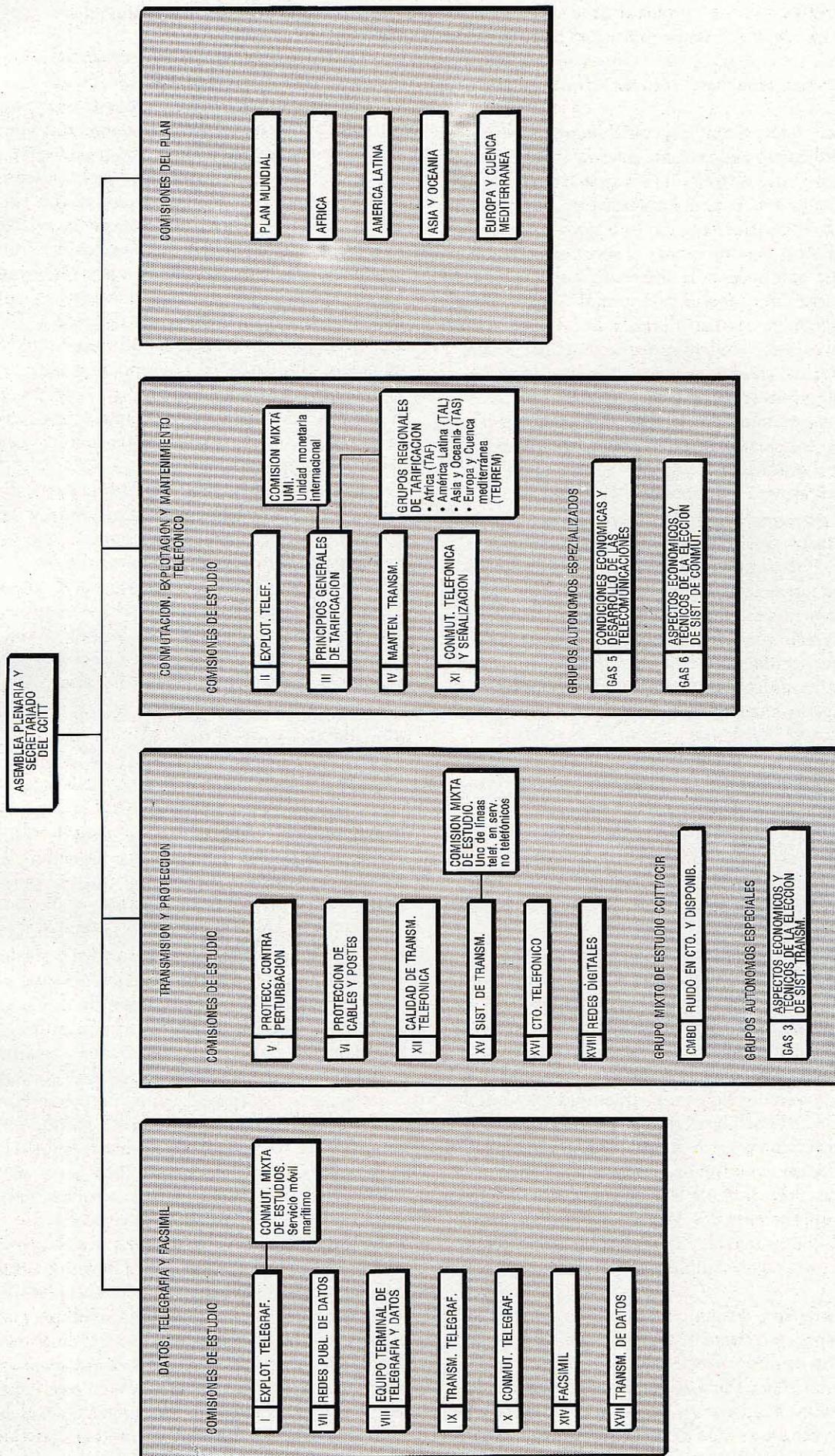


Fig. 3 Esquema básico de la distribución de las Comisiones y Grupos de Estudio del CCITT.

creó este organismo, que se convirtió en el CCITT tal como ahora lo conocemos. Esta propuesta en particular se había formulado, sin embargo, con la intención de que se adoptara provisionalmente hasta realizar un estudio posterior.

Las propuestas que pretendían dar soluciones permanentes a los problemas de la telefonía internacional estipulaban el establecimiento de una sola compañía de líneas de gran distancia que trabajara con autorización de los diversos gobiernos, o de una sociedad cuyos únicos accionistas fueran los gobiernos, para mantener el servicio telefónico internacional. La compañía o la sociedad, según el caso, debía proporcionar una "unidad de dirección" en cuanto a que suya exclusivamente sería la decisión de las instalaciones a construir y explotar. Las administraciones nacionales tendrían libertad, naturalmente, para aplicar, si lo deseaban, prácticas algo diferentes para el tráfico nacional, quedando reducidos en cualquier caso los problemas del tráfico internacional a la adaptación del servicio internacional en los puntos de entrada o salida de las llamadas, a las normas establecidas para este servicio.

Las naciones participantes en la conferencia de 1923 decidieron que el servicio telefónico internacional debía quedar en su poder. Por tanto, nunca se logró la unidad de dirección de la red internacional. Por el contrario, las particularidades que se observan ahora en la red internacional de telecomunicación son necesariamente el resultado de muchos convenios bilaterales entre diversas administraciones, con inyecciones de comunalidad tales como las que se pueden conseguir a través de los procesos consultivos del CCITT.

La experiencia en los desarrollos de telecomunicación desde el nacimiento del CCITT y del estado actual de la telecomunicación justifica algunas generalizaciones.

En primer lugar, la unidad de dirección que se pretendía en 1923 y que se rechazó por motivos políticos es inalcanzable en 1979, con casi absoluta seguridad. No es realista basar las esperanzas de una futura normalización en esa filosofía.

En segundo lugar, considerando que una recomendación del CCITT se basa necesariamente en un consenso alcanzado voluntariamente por las administraciones consultadas de todo el mundo, el CCITT ha tenido un éxito notable en la consecución de muchas normalizaciones que hacían mucha falta. Esto es particularmente notable si se tiene en cuenta el número de administraciones telefónicas participantes. En 1922 se pensó que las 40 administraciones europeas interesadas eran demasiadas para esperar conseguir un proceso de normalización apropiado sobre la base de consultas. Actualmente hay unos 200 organismos explotadores gubernamentales y privados que forman parte del CCITT, con más de 100 entidades científicas e industriales que participan también a nivel de Comisiones de estudio.

Finalmente, hay que reconocer más generalmente las limitaciones del proceso consultivo en relación a la unidad de dirección, a fin de utilizar de la mejor manera la capacidad de decisión del CCITT. Las críticas mal informadas del CCITT parecen fundarse en la creencia de que realmente puede ejercer esa unidad de dirección que se le negó con la decisión política de 1923.

Función de los organismos regionales

Ya existe cierto número de organismos que podrían aumentar provechosamente la capacidad de decisión del CCITT con respecto a las normas de telecomunicación; se trata de los diversos organismos regionales de las administraciones explotadoras de telecomunicación.

En Norteamérica existe una larga tradición, que se remonta al siglo pasado, de establecer con éxito normas a través de la asociación de las compañías telefónicas explotadoras pertenecientes al Bell System. En Europa, la función regional, realizada primero por el organismo antecesor del CCITT, ha sido heredada por la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicación (CEPT) [10], instituida en junio de 1959. Existen organismos similares que atienden a África, el Lejano Oriente y Latinoamérica; seguramente llegarán a ejercer funciones de importancia creciente en la determinación de las normas futuras de telecomunicación a medida que sus redes siguen creciendo.

Es preciso comprender mejor que hasta ahora, las funciones respectivas de estos organismos y cómo pueden complementarse mejor entre ellos.

Por parte del CCITT, que es un órgano de una agencia especializada de las Naciones Unidas, una recomendación dictada como resultado de un estudio tiene necesariamente aplicación mundial. Aun así, sus Asambleas Plenarias, siguen aceptando el estudio de numerosas cuestiones para las que la conveniencia de ese dictamen es muy dudosa.

Las administraciones miembros de los organismos regionales se preparan naturalmente para los estudios del CCI mediante consultas previas entre ellas y se aferran a soluciones regionales acordadas que pueden muy bien complicar, en lugar de facilitar, el consiguiente acuerdo dentro del CCITT para una solución de aplicación mundial. Una mejora inmediata en las relaciones mutuas entre los organismos del CCI y los regionales no exige un estudio elaborado ni nuevos acuerdos.

El CCITT, como órgano de la UIT, debe identificar materias que tengan importancia mundial y que puedan resolverse únicamente con recomendaciones que se observen en todo el mundo. La identificación de esas materias puede hacerse por la clasificación prioritaria anterior de las recomendaciones potenciales. No deben excluirse necesariamente los estudios que pueda preverse conduzcan a recomendaciones del tercer grupo, pero hay que considerar con cuidado su justificación. Este enfoque no negaría la importancia de las normas relativas a asuntos cuyo estudio dentro del CCITT fuera rechazado, sino que afirmaría la opinión del CCITT de que esas normas estarían mejor, y serían más adecuadas, a escala regional.

La distinción entre los asuntos que deben ser cubiertos por recomendaciones de aplicación universal y aquéllas cuyo tratamiento es mejor se deje a las regiones, no puede hacerse únicamente en base a la selección de cuestiones. Así, el estudio de un interfaz podría emprenderse dentro del CCITT, pero la consiguiente recomendación podría adoptarse sólo en la medida necesaria para lograr la compatibilidad internacional con relación a las exigencias de calidad. La filosofía sugerida es tanto para las Comisiones de estudio del CCITT, como para su Asamblea Plenaria.

Tal afirmación por parte del CCITT, de su legítimo pero limitado papel en el sistema de toma de decisiones sobre las normas de telecomunicación, acarrearía necesariamente reacciones adecuadas de los organismos regionales. Se emprenderían estudios de normas de aplicación regional, complementarias de las del CCITT, sabiendo que no habría peligro de posteriores decisiones revocadoras en el seno del CCITT. Igualmente, habría menos tendencia a tomar decisiones adelantadas sobre asuntos que se tratarían mejor dentro del CCITT.

Punto de vista del usuario

Ya se ha señalado que los beneficiarios últimos y principales de los servicios de telecomunicación, cuya eficacia se mejora al máximo con una ordenada normalización, son los usuarios. Sus necesidades, si pueden armonizarse convenientemente, figuran entre los factores más importantes a tener en cuenta en la determinación de las normas.

Los CCI son principalmente asociaciones de las administraciones de los países miembros de la UIT; estas administraciones participan por derecho propio. Otros organismos explotadores de telecomunicación participan con la aprobación del país en que actúan. Los organismos internacionales que realizan actividades relativas a, o que dependen en cierto grado de, la telecomunicación pueden participar como consultores previa petición a los países miembros de la UIT. Entre los intereses locales que ya están representados figuran los del transporte aéreo, marítimo y terrestre (incluyendo el ferrocarril por separado), la prensa y la industria de tratamiento de la información.

Los organismos científicos e industriales relacionados con la telecomunicación pueden participar a nivel de Comisión de estudio solamente, previa aprobación de un país miembro.

Por supuesto, es muy difícil que haya una representación directa de los usuarios de las facilidades de telecomunicación mundiales. Por otra parte, los organismos participantes han sido, y son, conscientes en general de que la satisfacción del usuario de la telecomunicación es, un último término, el factor de mayor importancia. Casi todos se esfuerzan en averiguar lo mejor que pueden las necesidades de los usuarios y, naturalmente, están interesados ellos mismos en satisfacerlas en la medida de lo posible.

El estado actual del desarrollo de la telecomunicación ofrece perspectivas interesantes para nuevos servicios, cada uno con su propia gama de valiosas facilidades adicionales; también aumentan, en correspondencia, las posibilidades de incompatibilidad en la red internacional que frustrarían el crecimiento natural de la telecomunicación. Estos problemas se minimizarán seguramente dando toda clase de facilidades para que los puntos de vista de los usuarios, aun pudiendo ser localistas, sean incorporados al proceso consultivo de los CCI.

Conclusiones

La limitación principal de la eficacia del CCITT como organismo competente en la redacción de normas de tele-

comunicación resulta de la necesidad política de que sus decisiones estén basadas en el consenso de muchos organismos participantes. Teniendo en cuenta esto, el CCITT ha obtenido un notable éxito en las últimas décadas en su tarea de satisfacer la necesidad de normas. Aun así, parece aconsejable reajustar algo sus criterios en la situación presente de progreso hacia redes digitales y de necesidad de satisfacer una demanda rápidamente creciente de nuevos servicios.

La tendencia de la última década hacia una normalización más detallada a nivel de equipo tiene sus riesgos. Se han producido normas con omisión manifiesta de los aspectos de interconexión internacional, en especial para servicios de datos; es preciso fijar como primer objetivo de la normalización la compatibilidad internacional de las redes.

Es necesario contrastar los efectos inhibidores de las normas a nivel de equipo, tanto para nuevos desarrollos como para la introducción de mejoras, con sus ventajas; aunque se vea que esas normas son esenciales, unas normas únicas de aplicación mundial pueden no estar justificadas. Se han sugerido algunos niveles inferiores de normalización útil.

Finalmente, la evolución hacia redes multimodo que proporcionan muchos servicios diferentes de telecomunicación amplía considerablemente las áreas en que es preciso un acuerdo para asegurar una interconexión armónica. El grado en que la compatibilidad extremo a extremo de los terminales de una conexión es obligación de la red o del usuario es una característica importante de la red multimodo. La resolución satisfactoria de estas cuestiones exigirá seguramente una atención aún mayor en el futuro a las necesidades y opiniones de los usuarios de las redes.

Referencias

- [1] Congreso Internacional de Telecomunicación, Málaga - Torremolinos, 1973: Unión Internacional de telecomunicación, Ginebra.
- [2] International Telephone and Telegraph Corporation: Contribución al Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) Q.1/D; Planificación de una Red Digital Internacional; COM CCITT Documento Especial n° 6, julio 1969.
- [3] Comité Consultivo Internacional Telefónico (CCIF): Actas de la XI Reunión Plenaria, Copenhague, 11-20 de junio 1936, edición en inglés con apéndice que resume las recomendaciones hechas por los 3°, 4° y 5° CR's del CCIF, Oslo 20 de junio al 2 de julio 1938; International Standard Electric Corporation, Londres, 1938.
- [4] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, volumen VIII.1, Transmisión de Datos por la Red Telefónica, Recomendaciones de la serie V.
- [5] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, tomo VII, Técnica Telegráfica, Recomendaciones de las Series R, S, T y U.
- [6] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, Tomo VI.1, Señalización y Conmutación Telefónicas, Recomendaciones de la serie Q.
- [7] E. Hummel: Estado de la normalización de las redes públicas de datos por el CCITT; Boletín de Telecomunicaciones, enero 1979, volumen 46, n° 1, págs. 33-39.
- [8] F. Gill: Progress in Telephonic Transmission (Comunicado Presidencial del IEE del 2 de noviembre 1922); Institution of Electrical Engineers Journal, diciembre 1922, volumen 61, n° 313, págs. 1-15.

- [9] F. Gill: European International Telephony: Progress Summarized-Some Suggestions for Business Organization - the Problems for Solution; *The Electrician*, 25 de abril 1924.
- [10] E. Rüttschi: Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicación (CEPT); *Boletín de Telecomunicaciones*, diciembre 1967, volumen 34, n° 12, págs. 481-483.

Bibliografía

- [1] International Telephone and Telegraph Corporation: Contribución al CCITT Qs.H. y AJ/A: Velocidad, formato y transparencia del lenguaje de señalización en nuevas redes de datos; Documento Provisional, Reunión CCITT JWP NRD, noviembre 1970.
- [2] International Telephone and Telegraph Corporation: Contribución al CCITT Q.1/XI: Centrales locales Digitales: Definición de Interfaces; COM XI CCITT, n° 222, octubre 1978.
- [3] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, volumen I, Organización y Trabajos.

- [4] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, volumen III, Transmisión en Línea, Recomendaciones de las Series G, H y J.
- [5] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, volumen VIII.2, Redes Públicas de Datos, Recomendaciones de la Serie X.

W. T. Jones nació en Treorchy, Gales, en abril de 1918. Ingresó en el departamento de tráfico del British Post Office Telephones en octubre de 1937. Tras seis años de servicio en la guerra volvió por poco tiempo al Post Office antes de pasar a la Administración de Correos y Teléfonos de Sudán en 1949.

Al dejar el Sudán en 1955, el Sr. Jones ingresó en STC, donde se ha ocupado desde entonces en tareas de estudios y coordinación relativas a la participación de STC e ITT en el CCITT y en el CCIR. Ha sido presidente del Comité de trabajo ITT/CCI desde noviembre de 1965.

DAS, un nuevo sistema de determinación de azimut

Uno de los temas discutidos en la Conferencia de 1978 de ICAO (Organización Internacional de Aviación Civil) fue la selección de un nuevo sistema de aterrizaje por microondas. Del sistema DLS (Sistema de aterrizaje por efecto doppler) propuesto por SEL, una compañía alemana asociada a ITT, basado en el método de medida de distancia DME ya utilizado en todo el mundo, se eligieron dos de sus partes componentes, el equipo de medida de precisión de distancia (PDME) y la unidad de azimut de 360° (360° AZ), para complementar la propuesta de Estados Unidos TRSB (Time Reference Scanning Beam = Haz de exploración de referencia de tiempo).

El Ministerio de Investigación y Tecnología de Alemania Federal ha acometido ahora un programa, dirigido por SEL, encaminado a producir un sistema de azimut basado en el DME (sistema DAS) y a proponerlo a ICAO para su homologación.

El concepto DAS está basado en el ya probado principio

DME, cuya exactitud ha sido sustancialmente mejorada mediante mejoras en el diseño del equipo.

Debido a su información de guía, precisa y disponible hemisféricamente, el sistema DAS ofrece una notable flexibilidad en las fases de aproximación y aterrizaje. Será de un valor incalculable especialmente en las proximidades de los aeropuertos, ya que la característica de perfiles variables de aproximación y de despegue del nuevo sistema de aterrizaje por microondas puede utilizarse completamente.

Con el programa DAS, SEL continúa su trabajo de vanguardia en el campo de la navegación aérea. Particularmente destacable es el concepto económicamente atractivo de la realización del equipo de medida de precisión de distancia (PDME) como una parte integrante del sistema DAS en la banda L (frecuencias superiores a 1 GHz) que está siendo ya utilizado por el equipo DME.

*Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal de Alemania*

Receptores y emisores digitales de multifrecuencia

Se ha desarrollado un nuevo receptor de multifrecuencia para las centrales digitales del Sistema 12 de ITT, que utiliza filtrado multi-banda con respuesta finita a los impulsos. Esto implica que puede aplicarse el mismo equipo para todos los sistemas de señalización, variando únicamente la programación.

G. THYSSENS

L. VERBIST

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

Introducción

La Bell Telephone Manufacturing Company ha participado intensamente desde 1957 en los estudios del CCITT para establecer las especificaciones originales del sistema de señalización de registrador R2 multifrecuencia. A partir de entonces, otras muchas compañías y administraciones pusieron a punto equipos telefónicos para la transmisión de datos, bien entre centrales, o desde un abonado a su central, mediante el empleo de dos o más frecuencias. Después de estos primeros esfuerzos, se está ahora experimentando una dramática evolución en la tecnología, componentes y métodos de diseño.

Los primeros equipos, construidos hacia 1958, empleaban transistores de germanio y circuitos de filtrado muy sencillos. La "inteligencia" del circuito, es decir los dispositivos detectores, todavía residía en relés, con todos los inconvenientes asociados a su operación mecánica. Pocos años después se introdujeron detectores totalmente electrónicos, si bien los circuitos eran un tanto complejos e incluían componentes discretos. Más recientemente, las bobinas han quedado anticuadas ante la aparición de los filtros activos, que han permitido reducir los costes y obtener equipos más compactos.

En estos últimos años se ha generalizado el empleo de memorias de acceso aleatorio y memorias de sólo lectura, a precios muy reducidos, con lo cual se ha desencadenado una nueva revolución de gran alcance. Dichas memorias permiten realizar el filtrado según procesos matemáticos, de tal modo que pueden construirse con poco gasto filtros de orden superior, resultando ahora asequibles diseños de filtro que antes hubieran requerido más del centenar de bobinas; además estos filtros presentan importantes características, tales como gran pendiente, fase lineal y mínimo retardo de grupo. La posibilidad de realizar filtros multi-banda y la multiplexación de los mismos constituyen ventajas adicionales. Por otra parte, este método abre muchos caminos nuevos para procesos de detección más elaborados.

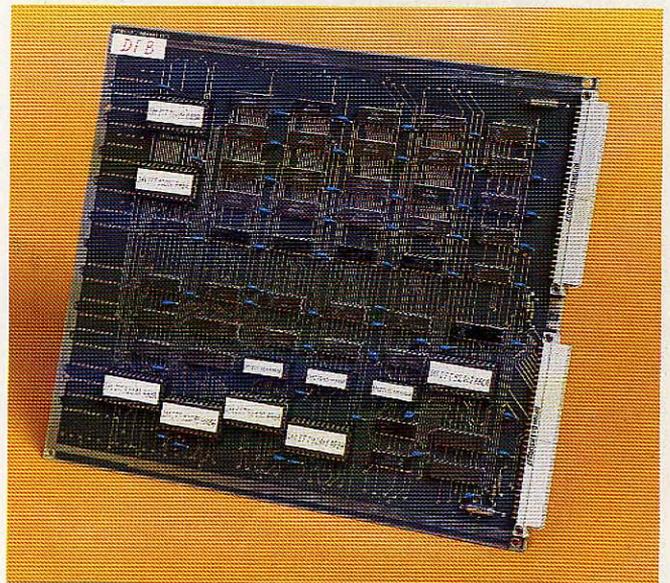
En conclusión, las técnicas de filtrado con respuesta finita a los impulsos permiten ofrecer un equipo multifrecuencia (MFC) de nuevo diseño, en el que se han mejorado los aspectos de transmisión a un coste razonable y que puede ser empleado con un mismo equipado estándar para señalizaciones R2, R1, Socotel, aparatos de teclado, CCITT n° 5, etc.

Principio de los filtros digitales RFI

- Existen dos tipos esenciales de filtros digitales:
- con respuesta infinita a impulsos (RII) o recurrentes,
- con respuesta finita a impulsos (RFI) o no recurrentes.

Los del primer tipo pueden introducir algunos problemas de estabilidad o de tolerancia debido a los inevitables errores de redondeo en las multiplicaciones. Como los filtros RFI no son recurrentes (carecen de polos), son estables en todas las condiciones.

La figura 1 representa esquemáticamente un filtro RFI, que contiene un registro de desplazamiento. Las muestras de PCM entran al registro de desplazamiento a una frecuencia sincronizada por reloj con la frecuencia de muestreo. La señal que llega a cada posición de dicho registro se multiplica por un coeficiente constante, sumándose los re-



Una de las placas impresas para el nuevo receptor digital desarrollado por BTM para centrales del sistema 12 de ITT.

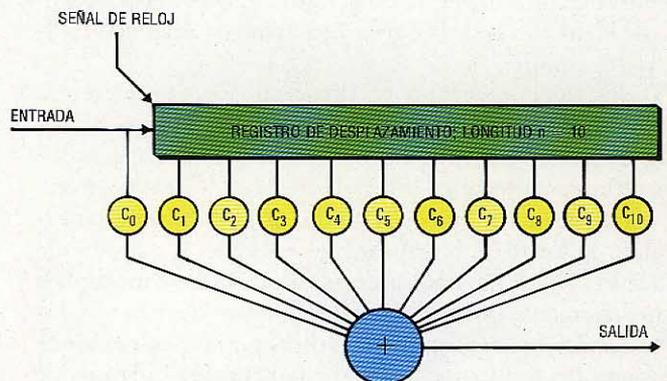


Fig. 1 Esquema de un filtro digital RFI basado en registro de desplazamiento.

sultados para obtener la salida del filtro. Según lo descrito en el diagrama, una nueva muestra entra al registrador a cada impulso de reloj, obteniéndose un nuevo resultado a la salida. Como sucede en la entrada, la salida es también una señal muestreada aunque su contenido en frecuencia es diferente (espectro de frecuencias).

La respuesta a frecuencia del filtro se puede calcular mediante la transformada Z:

$$H(Z) = C_0 + C_1 Z^{-1} + C_2 Z^{-2} + \dots + C_n Z^{-n}$$

donde

- Z — $\exp(j\omega T)$
- ω — frecuencia en rad/s
- T — intervalo de muestreo (125 μ s en PCM)
- H(Z) — respuesta a frecuencia del filtro
- $C_0, C_1, C_2 \dots C_n$ — coeficiente del filtro, como se indica en la Fig. 1.

Los coeficientes del filtro pueden determinarse por el método de Chebychev [1]. La respuesta a frecuencia puede variarse sencillamente mediante el cambio de los coeficientes y de la longitud del filtro, es decir del número de posiciones del registro de desplazamiento. Cuanto más largo sea el filtro, más aguda será la pendiente de los flancos de la

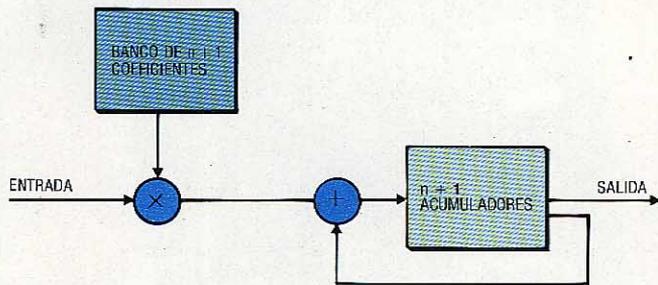


Fig. 2 Realización práctica de un filtro digital RFI.

curva de respuesta a frecuencia. Pueden también realizarse filtros de banda múltiple con varias bandas de paso y bandas de atenuación.

Aunque el esquema de la figura 1 es relativamente sencillo, no se lleva casi nunca a la práctica. Se utiliza normalmente la técnica expuesta en la figura 2, que es funcionalmente idéntica a la de la figura 1 pero mejor adaptada al diseño del equipo.

Todos los coeficientes se almacenan en una memoria programable de sólo lectura, llamada "banco de coeficientes". Según la figura 1, cada muestra de la entrada se multiplica consecuentemente por cada coeficiente en un período de n tramas. La salida es la suma, efectuada simultáneamente, de los $n + 1$ términos.

Según la figura 2, cada muestra de entrada se multiplica inmediatamente por todos los coeficientes del banco y los $n + 1$ resultados se acumulan en otras tantas posiciones de memoria de acceso aleatorio, de manera que cada una de estas posiciones contiene finalmente la suma de los resultados de $n + 1$ muestras consecutivas multiplicadas por los

$n + 1$ coeficientes. Después de obtener el resultado final, se devuelven a su estado inicial los acumuladores para poder iniciar un nuevo proceso.

Las ventajas de este segundo método (Fig. 2) en comparación con el que ilustra la figura 1 son:

- sólo se requiere un multiplicador,
- la circuitería del filtro puede ser compartida en tiempo por varios filtros aumentando la velocidad y el tamaño del banco de coeficientes y de los acumuladores tantas veces como indique el número de dichos filtros,
- también puede ser compartido en tiempo por varios canales de entrada si multiplicamos la velocidad y el número de acumuladores por un factor igual al número de canales de entrada,
- si no se necesita una salida nueva para cada variación de la entrada, puede disminuirse el número de repeticiones de la salida, con lo que se reduce en la misma proporción la velocidad y el número de acumuladores.

Según esto, el receptor digital propuesto trabaja en tiempo compartido con 16 canales de entrada y 16 filtros por canal, disponiendo de 512 acumuladores. El intervalo de repetición de salida es variable y depende de la longitud del filtro. Para una longitud de 128, por ejemplo, el intervalo de repetición es de 8 ms.

Transformadores de Hilbert:

Potencia estimada y filtros multibanda

Existen dos tipos de filtros RFI: los de fase lineal y los que carecen de esta característica. Se entiende por fase lineal, la variación lineal con la frecuencia de la fase de un filtro digital. Solamente se considerarán aquí los filtros RFI de fase lineal para el cálculo de los coeficientes, ya que el otro tipo no resulta práctico para aplicación a la multifrecuencia.

La fase lineal de un filtro RFI puede expresarse de dos maneras, que dan origen a dos tipos de filtro:

- filtro de paso-banda $\theta(\omega) = -\alpha T\omega$
- transformadores de Hilbert $\theta(\omega) = \pm \frac{\pi}{2} - \alpha T\omega$

siendo

- $\theta(\omega)$ — fase del filtro
- α — constante
- T — intervalo de muestreo (125 μ s en PCM)
- ω — frecuencia en rad/s

El filtro de paso-banda tiene coeficientes simétricos, mientras que los de un transformador Hilbert son asimétricos (Figs. 3 y 4). Así pues la respuesta a frecuencia deseada puede obtenerse tanto de uno como de otro filtro, ya que ambos tienen aproximadamente la misma si bien con una diferencia de fase de $0,5\pi$ rad ó 90° entre una y otra salida dentro de la banda de paso.

Esto nos conduce a un método de determinación de la amplitud de la salida. Si consideramos que la salida del filtro paso-banda es $A \cos \alpha$, la salida del transformador Hilbert será $A \sin \alpha$, viniendo la amplitud dada por:

$$A = [(A \cos \alpha)^2 + (A \sin \alpha)^2]^{1/2}$$

Suponiendo que sólo haya una frecuencia en la salida del filtro, este método permitirá calcular correctamente el contenido energético de dicha frecuencia.

Resulta compleja la realización de la anterior expresión mediante circuitos, pero se puede utilizar una aproximación que da un error máximo de $\pm 0,5$ dB

$$A \approx |A \cos \alpha| + K |A \sin \alpha| \text{ si } |A \cos \alpha| > A \sin \alpha$$

o bien,

$$A \approx |A \sin \alpha| + K |A \cos \alpha| \text{ si } |A \sin \alpha| > |A \cos \alpha|$$

siendo K un factor de ponderación comprendido entre 0,3 y 0,5.

Fig. 3 Típica respuesta a frecuencia de un filtro RFI paso-banda. Se incluye un diagrama que indica la simetría de los coeficientes C_0 a C_{31} de este filtro.

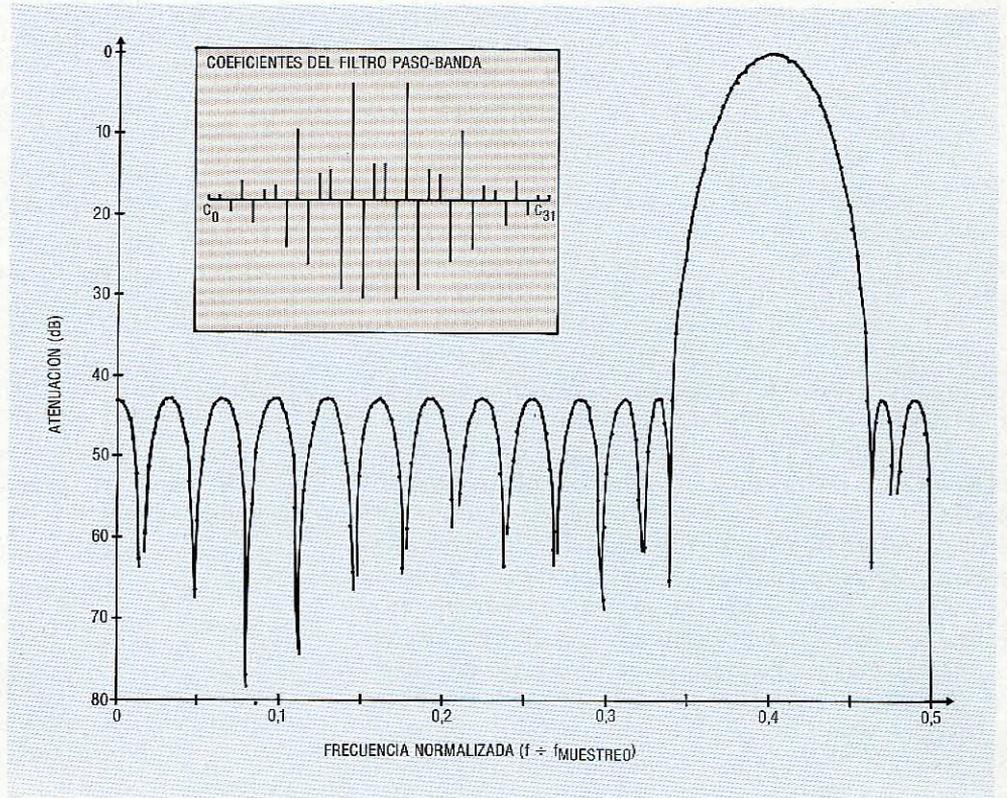
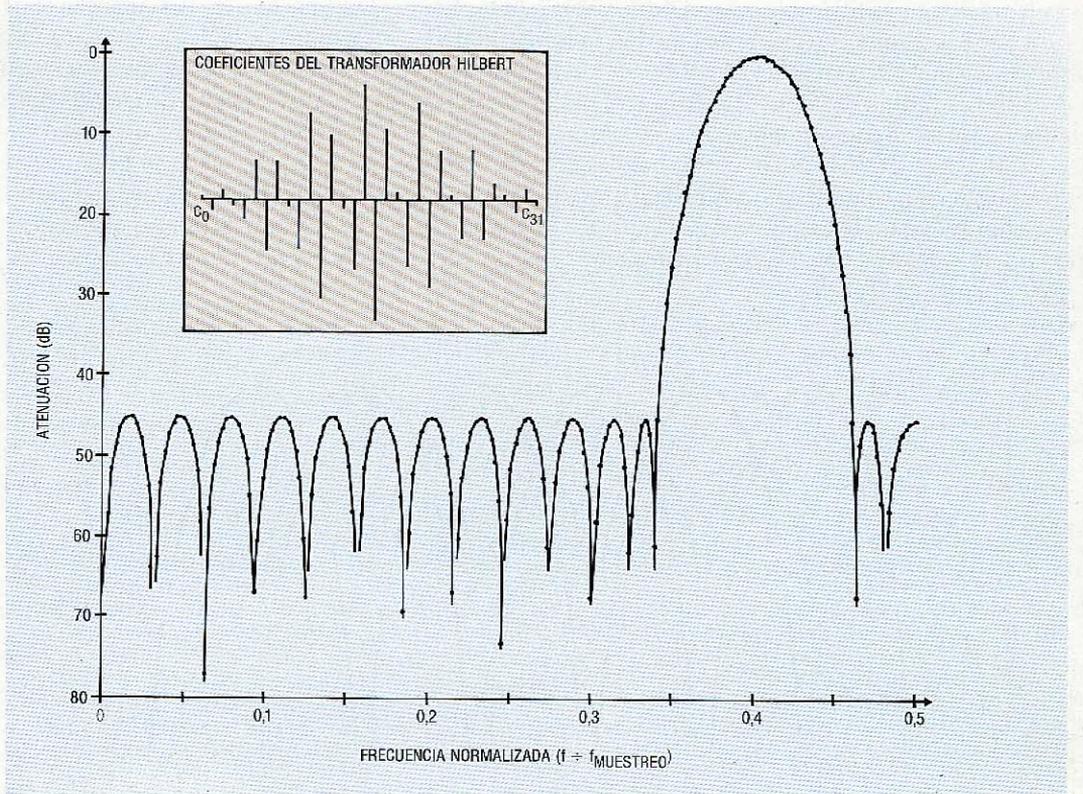


Fig. 4 Típica respuesta a frecuencia de un filtro RFI transformador de Hilbert. Se incluye un diagrama que muestra la asimetría de los coeficientes C_0 a C_{31} de este filtro.



La exactitud de este procedimiento es suficiente para nuestro fin y ofrece la ventaja de admitir un trato fácil por microprocesador.

En el bloque de filtro digital propuesto se dispone de 16 filtros por canal, siendo 8 de ellos de paso-banda y 8 de Hilbert, con lo que es posible estimar la potencia en 8 pares de frecuencia por canal.

El dimensionar los 8 pares de filtros presenta un problema particular: debido a las limitaciones en el tiempo de respuesta (de 20 a 40 ms según el tipo de señalización) la longitud del filtro está también limitada – cuanto mayor sea la longitud del filtro, mayor será el tiempo de respuesta – lo cual hace que se solapen las curvas de paso correspondientes a frecuencias contiguas (véase Fig. 5). Esto puede producir falsas respuestas si hay una frecuencia intermedia aislada en la entrada que actúa sobre dos filtros contiguos, cuando la señalización se basa en el criterio “2 entre N”. La figura 5 indica la solución a este problema: a los seis pares de filtros cuyas respectivas bandas de paso están centradas en las seis frecuencias posibles, se añaden dos pares de filtros, denominados de guarda, utilizados para supervisar las frecuencias intermedias. Uno de estos filtros tiene dos bandas de paso situadas sobre dos de las frecuencias intermedias, y el otro dispone de tres bandas destinadas a otras tres frecuencias intermedias posibles. La anchura de banda de paso en los filtros de guarda es pequeña, con lo que el rechazo de la banda atenuada no será acusado, mas esto carece de importancia. La lógica de decisión rechazará un resultado en el que la salida de uno de los filtros de guarda sea demasiado intensa con respecto a los seis filtros principales, con el fin de que ningún tono aislado pueda provocar una respuesta falsa.

Los mencionados filtros de guarda son del tipo multibanda, lo cual significa que tienen bandas de paso múltiples. Debe advertirse que en los filtros RFI resulta tan fácil calcular el filtro multibanda como el de una sola banda. El añadir bandas de paso no implica aumentar la longitud del filtro, ni disminuir la pendiente del borde de la banda.

Los filtros multibanda pueden utilizarse para esta aplicación de varias maneras, dependiendo del tipo de señalización. Pueden también añadirse más bandas a los pares de filtros que detectan las frecuencias principales, lo cual tiene especial interés para la señalización del aparato de teclado, que utiliza ocho frecuencias principales.

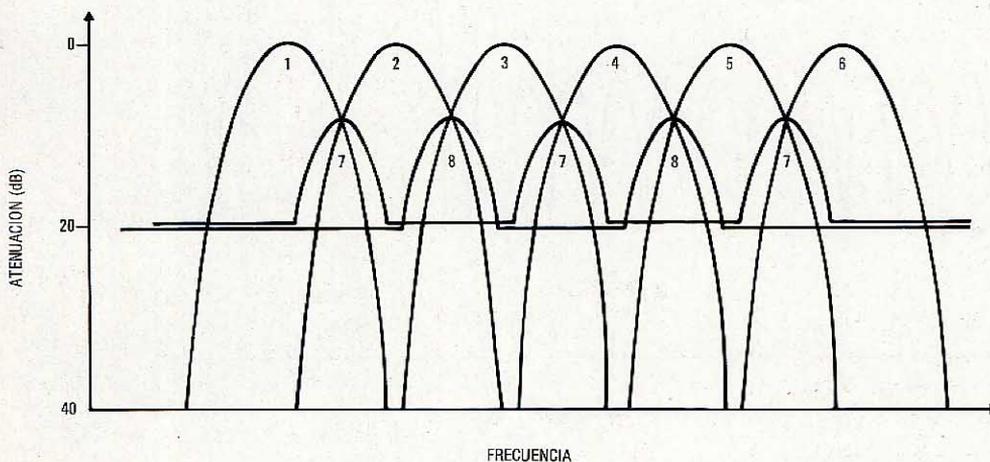


Fig. 5 Protección de una sola frecuencia. Por sencillez los rizados en las bandas de atenuación se han dibujado como líneas horizontales.

Lógica de decisión

Después de haber calculado la potencia de los ocho pares de filtros por canal es preciso verificar que las señales requeridas están presentes y que están dentro de los límites especificados.

La decisión sobre la presencia o ausencia de una señal (generalmente un par de frecuencias) depende de un conjunto de criterios aplicables a la salida del filtro digital, variando naturalmente estos criterios según el tipo de señalización. Para la señalización R2 pueden resumirse así:

- ¿Están dentro del margen de nivel requerido las dos salidas de mayor amplitud?
- ¿No es demasiado grande la diferencia de nivel entre dichas dos salidas del filtro?
- ¿Es suficientemente prolongada la aparición o desaparición de la señal?
- ¿Corresponden las dos salidas de mayor nivel a una combinación válida de frecuencias? ¿A cuál de ellas?
- ¿Existe alguna imitación de señal multifrecuencia debida a frecuencias intermedias que originen una respuesta en dos filtros adyacentes?
- ¿Es aceptable la relación señal a ruido?

Solamente si las respuestas a los interrogantes anteriores son satisfactorias se produce la decisión, variándose la salida lógica.

Los criterios lógicos de decisión relativos al reconocimiento y a la desaparición de la señal son también diferentes entre sí. Normalmente se aplican criterios menos exigentes a la desaparición (mas anchos límites), con objeto de evitar repetidos reconocimientos de una señal cuyo nivel varía ligeramente cerca de los límites.

Para las señalizaciones R1 y nº 5, la lógica decisoria es similar a la de la señalización R2. Con la señalización de aparato de teclado, la lógica pretende principalmente conseguir una satisfactoria inmunidad de la conversación. En el caso de Socotel, la lógica tiene en cuenta que puede recibirse un par de frecuencias o solamente la frecuencia de reconocimiento. Sean cuales fueren estas diferencias, los diversos sistemas de señalización utilizan los mismos circuitos y equipo, puesto que la decisión radica exclusivamente en los programas lógicos.

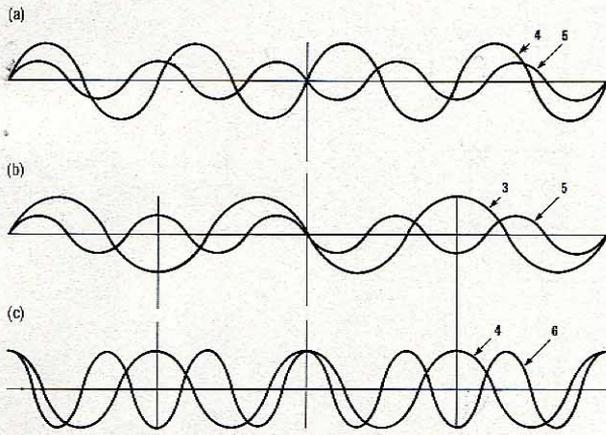


Fig. 6 Ejemplos de simetría simple y doble.

- (a) Simetría simple: un número par de frecuencias y otro impar.
- (b) Simetría doble: dos números impares de períodos.
- (c) Simetría doble: dos números pares de períodos.

Generadores digitales de multifrecuencia

Los generadores digitales de multifrecuencia utilizados en el Sistema 12 de ITT se basan en el almacenamiento de muestras de MIC en memorias programables de sólo lectura (PROM) [2]. Basta con almacenar un número repetitivo de muestras en una PROM y después leerlas cíclicamente. Actualmente este método resulta muy conveniente debido a la existencia de PROM baratas y de gran capacidad (512 x 8 bits).

Al diseñar generadores de multifrecuencia de uso universal, se hace necesario limitar el número de frecuencias posibles; de hecho, la posibilidad de generar cualquier frecuencia exigiría almacenar un número infinito de muestras. Como decisión práctica, pueden limitarse las frecuencias o combinaciones de frecuencias generadas a los múltiplos de 20 Hz comprendidos en la banda de 0 a 4000 Hz. Así se cubren todos los tonos requeridos en el momento actual, incluyendo los de los sistemas de señalización siguientes:

R2: 540, 660, 780, 900, 1020, 1140, 1380, 1500, 1620, 1740, 1860 y 1980 Hz

R1 y n° 5: 700, 900, 1100, 1300, 1500 y 1700 Hz.

Socotel: 700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700 y 1900 Hz.

Para la generación digital de códigos de multifrecuencia en MIC (frecuencia de muestreo 8000 Hz) debemos buscar el menor número de muestras y de períodos tras de los cuales se repiten dichas muestras. Si la frecuencia es de $20n$ Hz (siendo n un número entero), éste será $8000/20n = 400/n$. Así pues, el ciclo de repetición global es de 400 muestras, dentro del cual se producen n períodos de frecuencia en particular.

Un par de frecuencias tiene una doble simetría, supuesto que el número de períodos n tenga en ambas la misma paridad, según puede apreciarse en los tres ejemplos de la figura 6. Si se escoge también simétricamente la posición de las muestras, el número de éstas puede reducirse hasta 100.

Debe utilizarse un contador de ascenso/descenso, que cuenta de la siguiente manera:

$$0 \rightarrow 99-99 \rightarrow 0-0 \rightarrow 99-99 \rightarrow 0-0 \rightarrow 99, \text{ etc.}$$

Si n es impar, hay que invertir el signo cada vez que el contador pasa por su posición de arranque, como se indica a continuación:

$$0 \rightarrow 99-99 \rightarrow 0-0 \rightarrow 99-99 \rightarrow 0-0 \rightarrow 99$$

signo no invertido
signo invertido

ciclo completo = 400 muestras

Si n es par, no debe invertirse el signo.

Como puede apreciarse en la figura 7, se utiliza un divisor por 2, derivado del contador con el objeto de registrar la inversión de signo. Una PROM, compuesta de 16 circuitos integrados cada uno con 1024×8 bits, puede almacenar hasta 64 frecuencias o combinaciones de frecuencias diferentes. Por medio de un código de seis bits se selecciona una de las 64 frecuencias citadas. Este código trabaja en tiempo compartido para 32 ó 64 canales, de modo que la salida en MIC trabaja con igual número de canales. Un bitio añadido exteriormente proporciona información sobre la paridad de n y se utiliza para realizar la inversión de signo, cuando sea necesario.

El equipo del generador digital esta separado del receptor digital; ocupa alrededor de un cuarto de tarjeta impresa.

Tecnología

Los receptores digitales de multifrecuencia (Fig. 8) están realizados como un bloque independiente, que trabaja con 16 canales de entrada y está compuesto por dos placas de circuito impreso. Una de las placas contiene el filtro digital y la otra, la lógica de decisión y los circuitos de sincronización.

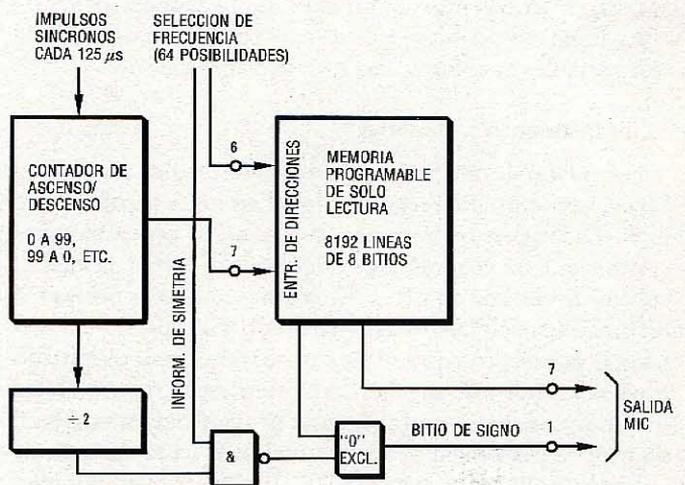


Fig. 7 Diagrama de bloques de un generador universal de tonos digitales.

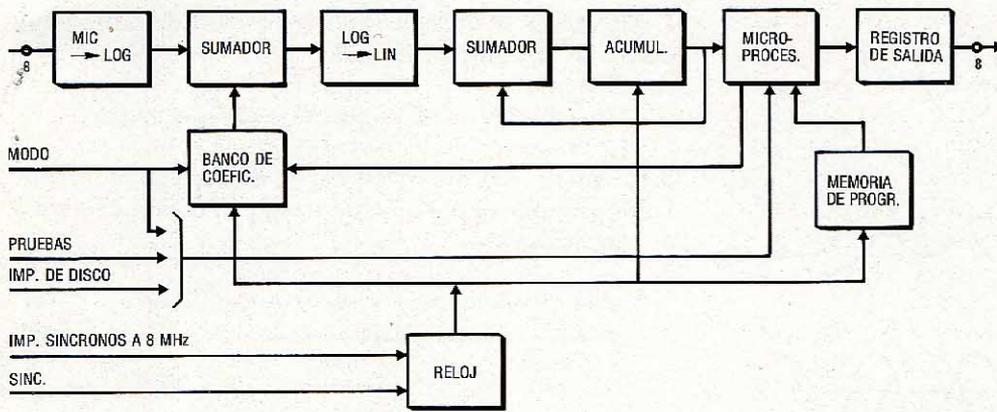


Fig. 8 Receptor universal digital de multifrecuencia para 16 canales.

La lógica de decisión reside, en realidad, en un pequeño microprocesador con una PROM asociada de 2048×24 bits, el cual puede programarse para cualquier tipo de señalización multifrecuencia, como la R2, R1, n° 5, Soco-tel y la de aparatos de teclado. También realiza este microprocesador la estimación de la potencia.

Los receptores digitales tienen su circuitería propia de sincronización, que se basa en un ciclo de 8 MHz generado exteriormente, y en impulsos de sincronismo por cuyo medio los divisores se sincronizan con el reloj de la central.

La parte correspondiente al filtro digital trabaja por división en el tiempo para 256 filtros (16 filtros por señal). Como la entrada es una señal MIC pseudo-logarítmica, es interesante utilizar un multiplicador de este tipo. Por medio de un conversor adecuado se corrige ligeramente la señal MIC para obtener una señal verdaderamente logarítmica. Los coeficientes del banco son también logarítmicos. Después de realizada la multiplicación logarítmica, se convierte la señal a la forma lineal antes de su acumulación.

Realmente el banco de coeficientes es doble y puede conmutarse de uno a otro mediante un bitio externo de "modo": esto se utiliza en señalización R2 con el fin de poder recibir las señales de ida o las de retorno.

Interiormente el banco de coeficientes está constituido por memorias del tipo PROM, que almacenan los coeficientes correspondientes a la señalización. También hay una entrada para impulsos de disco, de modo que puede realizarse un receptor combinado de teclado/disco.

La longitud del filtro y la tasa de repetición de la salida son variables y controladas por microprocesador.

Mantenimiento y pruebas

Por medio de una prueba de rutina se verifica el correcto funcionamiento del receptor digital en un entorno telefónico. Dicha prueba hace uso de una señal generada exteriormente - en el generador de tonos digitales - la cual se aplica a la entrada en MIC. Al mismo tiempo se pone en 1 un bitio especial "de prueba" en la entrada, con el fin de informar al receptor que se está probando un determinado canal, escogido entre todos los existentes. El referido bitio hace que pase en el microprocesador un programa especial de prueba para comprobar el funcionamiento interno de receptor digital en su totalidad. La prueba incluye también el acceso a la entrada, ya que la señal de prueba se aplica exteriormente.

Si el resultado de la prueba es positivo, el programa obliga al registro de salida a presentar "todos 1". En una segunda prueba, sin entrada de señal MIC y con el bitio de prueba en 0, el registro de salida debe estar en "todos 0".

Una rutina de prueba tan completa permite localizar los bloques defectuosos en el receptor.

Para facilitar la localización de faltas en circuitos integrados en pruebas "fuera de línea", las placas de circuito impreso disponen de zonas de prueba, que se utilizan por máquinas especiales de prueba de placas.

Prestaciones del sistema

Como sucede en los sistemas de señalización entre registradores o de teclado, las prestaciones pueden expresarse por muchos factores. En nuestra opinión, sin embargo, dos factores determinan la calidad del equipo; sensibilidad al ruido y tasa de imitación. Ambos factores son antagónicos, como ocurre a menudo, y es preciso llegar a una solución de compromiso. Es posible, para cualquier equipo o tecnología, hallar una solución óptima de compromiso. En el caso que nos ocupa, el problema es cuánto ruido puede tolerar el sistema multifrecuencia sin que la red falle en su cometido de transmitir con fidelidad los datos.

Sensibilidad al ruido

No se conoce con exactitud cuantas fuentes de ruido existen, pero la más importante en señalización de aparatos de teclado es la voz humana que entra al micrófono en las pausas entre pulsaciones de dígitos realizadas por el abonado. En señalización entre registradores, la principal causa de ruidos está en las centrales, especialmente si la llamada atraviesa centrales con buscadores o selectores. Sea cual fuere su origen, el ruido puede perturbar las señales de multifrecuencia, ocasionando la supresión a la duplicación de dígitos. La sensibilidad de un receptor al ruido está dada por la relación entre el nivel de ruido y el nivel de señal recibido, cuando no hay interacción entre ambos.

Imitaciones de señal

El ruido y la voz pueden también imitar señales de multifrecuencia. La CEPT especifica la tasa de imitación tolerada para señalización de aparatos de teclado. Por otra parte, para señalización R2, depende principalmente de las respectivas Administraciones nacionales y de la calidad de

las redes y centrales existentes. En Bélgica existe un modo muy eficaz de comprobar la tasa de imitación, ya que se utilizan señales multifrecuencia para transmitir los datos de tasación y así se descubren la mayoría de los fallos.

No se han normalizado las pruebas en laboratorio del sistema multifrecuencia, dado que se carece de especificación entre el ruido que haya sido aceptado como norma de referencia para los desarrollos, si bien la CEPT y el CCITT han especificado ciertos valores del ruido para pruebas de aceptación.

El ruido que aparece en las redes mundiales depende de muchos factores. Para la señalización de aparatos de teclado, la voz es un ruido; deben también tenerse en cuenta los distintos idiomas. De hecho, en este tipo de señalización puede introducirse ruido de cualquier procedencia. En la señalización entre registradores intervienen contactos muy diversos, secos o húmedos, que pueden interferir las señales. Muy pocas redes, en el mejor de los casos, satisfacen siempre las especificaciones de ruido. En consecuencia lo que importa es cumplir las recomendaciones sobre imitaciones de señal, procurando que el nivel aceptable de ruido sea lo más alto posible. No obstante, como ya se ha mencionado, cada equipo tiene un valor óptimo de compromiso entre la sensibilidad al ruido y la tasa de imitación de señal.

La mejora de la tasa de imitación exige una complejidad mayor en el equipo de prueba.

Debido a la carencia de normas internacionales al respecto, se han utilizado en BTM como cintas de prueba unas cintas grabadas en condiciones extremas. Los métodos y procedimientos de prueba son muy semejantes en las señalizaciones de aparato de teclado y de registradores. En la tabla 1 se presentan solamente los resultados correspondientes a aparatos de teclado.

Tabla 1 - Compromiso entre sensibilidad al ruido y tasa de imitación

	Tasa de imitación	Relación señal/ruido
Especificación CEPT	46	20 dB
Equipo RFI	27	5 dB

1. Tasa de imitación en el número de imitaciones en que incurre el equipo cuando recibe 100 horas de conversación tomadas de líneas normales.
2. Relación señal/ruido es la diferencia, en dB, entre el nivel de la señal y el nivel de ruido que se necesita para evitar interferencias en la señal.
3. Los resultados anteriores se basan en pruebas con prototipos de receptor de teclado.

Referencias

- [1] L. R. Rabiner y B. Gold: Theory and Application of Digital Signal Processing; Prentice-Hall, 1975.
- [2] F. Mazzaferri: The Concept of an Improved Digital MFC Generator; ATR, 1976, volumen 10, n° 2.
- [3] Audio and Electro-acoustics Circuit Theory: IEEE.

Guido Thyssens nació en Ekeren, Bélgica, en 1931. Se graduó en ingeniería mecánica y eléctrica en la Escuela Técnica De Nayer de Malinas, en 1957. En 1959 ingresó en BTM en la ingeniería de desarrollo de la división de conmutación y desde entonces se ha dedicado a equipos de multifrecuencia. En 1965 llegó a ser líder de producto para multifrecuencia y cuatro años más tarde fue nombrado jefe de departamento del laboratorio de conmutación de BTM.

Leopold Verbist nació en 1948 y se graduó en ingeniería electrónica en la Escuela Técnica de Nayer de Malinas en el año 1970. En el mismo año entró en ITT, trabajando en LCT, Francia, en los proyectos de centrales telefónicas digitales mini-PCM y PCM-B. En 1976 regresó a BTM, donde actualmente es jefe de sección de desarrollo del equipo de la central digital ITT 1220.

Los teléfonos en el mundo al 1 de enero de 1978*

El número de teléfonos en el mundo creció durante 20 años consecutivos, de 1955 a 1975, a una tasa anual superior al 6%. Sin embargo en 1975 esta tasa de crecimiento descendió al 5,9% y en 1976 al 4,9%.

Pero en 1977, la tasa de crecimiento de los teléfonos contabilizados en el mundo se elevó de nuevo a más del 6%. Esto representa un crecimiento igual a casi el doble de la tasa actual de crecimiento de la población en el mundo.

El número de teléfonos en el mundo, contabilizados al 1 de enero de 1978, era de 423.082.000. Esta cifra

representa un aumento de 24,9 millones con respecto al 1 de enero de 1977. Teniendo en cuenta la población total de los países que informaron del número de teléfonos en servicio, el número de teléfonos por 100 personas aumentó en 0,2 durante 1977. Si estimamos en 3 millones el número total de teléfonos de los países que no dieron datos, durante 1977 el mundo puede haber sobrepasado la cifra de 10 teléfonos por cada 100 habitantes.

Para resumir el enorme crecimiento en el número de teléfonos en el mundo, diremos que en los 10 años comprendidos entre 1967 y 1977, el número de teléfonos contabilizados aumentó en 200,7 millones, lo que equivale a un 90,2%.

* Un resumen de "Los teléfonos en el mundo al 1 de enero de 1978", publicado cada año por American Telephone and Telegraph Corporation, Nueva York.

Países que tienen 500.000 o más teléfonos en 1 enero 1978

País	Número total de teléfonos en servicio						Automáticos			
	Cantidad con respecto a			% de aumento con respecto a		Por 100 habitantes	Electromecánicos		Electrónicos	
	1978	1977	1968	1977	1968		Cantidad	% del total	Cantidad	% del total
Africa del Sur, Rep. de ¹	2.319.558	2.191.404	1.322.101	5,8	75,4	9,8	2.009.866	86,6	19.134	0,8
Alemania Rep. Democrática	2.860.069	2.750.597	1.780.319	4,0	60,6	17,1	2.860.066	100,0	0	-
Alemania Rep. Federal	22.931.683	21.161.787	10.321.281	8,4	122,2	37,4	22.931.683	100,0	0	-
Argentina	2.584.801	2.539.535	1.553.281	1,8	66,4	9,9	2.162.658	83,7	0	-
Australia ²	5.835.330	5.501.508	3.178.278	6,1	83,6	41,5	5.684.879	97,4	0	-
Austria	2.443.412	2.281.251	1.163.194	7,1	110,1	32,0	2.443.412	100,0	n. d. ³	-
Bélgica	3.100.109	2.949.822	1.753.698	5,1	76,8	31,5	3.100.109	100,0	0	-
Brasil	4.708.000	4.036.130	1.472.677	16,6	219,7	4,0	4.599.000	97,7	0	-
Bulgaria	946.023	852.858	338.446	10,9	180,0	10,7	848.246	89,7	0	-
Canadá	14.505.728	13.785.647	8.385.476	5,2	73,0	63,2	12.467.943	85,9	2.037.391 ⁴	14,0
Colombia, Rep. de	1.396.591	1.295.860	515.000	7,8	171,2	5,6	1.373.549	98,4	0	-
Corea, Rep. de	1.978.366	1.681.254	421.091	17,7	369,8	5,2	1.922.596	97,2	0	-
Checoslovaquia	2.863.307	2.743.387	1.678.717	4,4	70,6	19,0	2.791.230	97,5	0	-
China - Formosa	1.685.132	1.396.022	230.229	20,7	631,9	10,0	1.617.109	96,0	0	-
China - Rep. Popular de	n. r.	n. d.	n. d.	-	-	-	-	-	-	-
Dinamarca (incl. Islas Faroe y Groelandia)	2.743.758	2.528.585	1.469.195	8,5	86,7	52,9	2.735.888	99,7	7.750	0,3
Egipto, rep. Árabe de	n. r.	503.947	n. d.	-	-	-	-	-	-	-
España	9.527.781	8.597.781	3.378.865	10,8	182,0	26,3	9.085.065	95,4	0	-
Estados Unidos	162.076.000	155.173.000	103.752.000	4,4	56,2	74,4	130.290.000	80,4	31.618.000 ⁵	19,5
Filipinas	567.321	541.681	207.593	4,7	173,3	1,3	539.609	95,1	5.022	0,1
Finlandia	2.032.280	1.935.683	949.976	5,0	113,9	42,8	1.891.514	96,0	78.813	4,0
Francia	17.518.813	15.553.798	6.999.621	12,6	150,3	32,9	17.147.838	97,9	356.157	2,0
Grecia	2.319.797	2.180.243	660.129	6,4	251,4	25,1	2.303.473	99,3	0	-
Hong-Kong	1.251.021	1.132.435	353.912	10,5	253,5	27,4	1.070.104	85,5	179.225	14,3
Hungría	1.103.843	1.076.064	634.527	2,6	74,0	10,3	902.127	81,7	0	-
India ¹	2.247.187	2.095.962	993.590	7,2	126,2	0,4	1.926.513	85,7	0	-
Irán	828.576	781.537	220.100	6,0	276,5	2,5	758.100	91,5	n. d.	-
Israel	929.837	869.042	342.455	7,0	171,5	25,5	929.837	100,0	0	-
Italia	16.118.928	15.240.527	7.057.187	5,8	128,4	28,5	16.118.928	100,0	0	-
Japón ¹	50.625.589	48.431.414	18.216.767	4,5	177,9	44,2	50.219.469 ⁶	99,2	n. d.	-
México	3.712.407	3.308.832	1.044.415	12,2	255,5	5,5	3.585.054	96,6	64.816	1,7
Noruega	1.562.500	1.476.091	987.292	5,9	58,3	38,6	1.423.611	91,1	9.403	0,6
Nueva Zelanda ¹	1.715.343	1.632.478	1.119.422	5,1	53,2	54,5	1.640.828	95,7	0	-
Países Bajos	5.845.894	5.411.619	2.715.635	8,0	115,3	42,1	- ⁷	-	- ⁷	-
Polonia	2.925.450	2.753.204	1.530.479	6,3	91,1	8,4	2.716.236	92,8	-	-
Portugal	1.174.853	1.118.970	615.965	5,0	90,7	12,0	1.116.945	95,1	0	-
Puerto Rico	560.724	515.492	239.528	8,8	134,1	16,1	478.057	85,3	82.667	14,7
Reino Unido ¹	23.182.239	21.675.167	12.099.000	6,9	91,6	41,5	21.559.482	93,0	1.622.757	7,0
Rumania	n. r.	n. d.	550.000	-	-	-	-	-	-	-
Suecia	5.930.276	5.673.427	3.934.694	4,5	50,7	71,7	5.916.276	99,8	14.000	0,2
Suiza	4.145.169	4.016.322	2.533.684	3,2	63,6	65,9	4.145.169	100,0	0	-

Países que tienen 500.000 o más teléfonos en 1 enero 1978

País	Número total de teléfonos en servicio					Por 100 habitantes	Automáticos			
	Cantidad con respecto a			% de aumento con respecto a			Electromecánicos		Electrónicos	
	1978	1977	1968	1977	1968		Cantidad	% del total	Cantidad	% del total
Turquía	1.378.620	1.130.978	427.770	21,9	222,3	3,3	1.120.509	81,3	0	-
U.R.S.S.	19.600.000	18.000.000	9.100.000	8,9	115,4	7,5	19.200.000	98,0	0	-
Venezuela, Rep. de	847.318	742.050	327.038	14,2	159,1	6,4	843.608	99,6	0	-
Yugoslavia	1.555.663	1.430.575	506.039	8,7	207,4	7,1	1.555.663	98,3	0	-

n.d. Datos no disponibles. Indica que el país o zona no está capacitado para proporcionar los datos.

n.r. Datos no reportados. Indica que los países y territorios no informaron.

¹ Datos al 31 marzo 1978.

² Datos al 30 junio 1977.

³ Conversión a, o instalación de nuevos equipos electrónicos, actualmente en curso.

⁴ Datos incompletos suministrados por las ocho compañías telefónicas de Canadá con el 90% de los teléfonos.

⁵ Datos de equipos electrónicos reportados por ATT, GTE, CTC y UIT.

⁶ Incluye los teléfonos conmutados por equipos electrónicos.

⁷ Los PTT de los Países Bajos reportaron que el 100% de los teléfonos son automáticos, sin distinguir entre conmutación electromecánica y electrónica.

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1977 (en millares)

Area	Locales		Interurbanas		Internacionales (salidas)	
	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras
Afganistán	-	-	-	-	-	-
África del Sudoeste ¹	82.524,0 ²	6.043,0	-	3.954,0	71,0	21,0
África del Sur ¹	3.384.881,0 ²	186.795,0	-	84.499,0	2.894,0	982,0
Bophuthatswana	n.r.	-	-	-	-	-
Transkei	1.914,0 ²	-	-	268,0 ³	-	-
Albania	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Alemania, Rep. Democ.	1.246.066,0	43.153,0	552.116,0	-	6.608,0	1.927,0
Alemania, Rep. Federal	10.432.809,0 ⁴	-	5.674.229,0 ⁴	4.096,0 ⁴	152.310,0 ⁴	3.141,0 ⁴
Alto Volta	1.728,2 ²	-	-	-	249,9 ⁵	-
Andorra	6.047,0	-	21.486,0	-	4.992,0	-
Angola	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Anguilla	210,0	-	-	-	-	7,1
Antigua	n.r.	-	-	-	-	-
Antillas holandesas	115.908,0	-	-	-	-	733,0
Arabia Saudita	23.271,0 ²	0	154,0 ⁴	714,0 ⁵	874,0 ⁴	5.687,0 ⁵
Argelia	-	491.934,0	-	94.961,0	-	95.507,0
Argentina	-	4.202.670,0	-	96.276,0	-	1.422,0
Ascensión, Islas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	6,8
Australia ⁶	3.924.00,0	-	344.515,0	67.536,0	682,0	3.131,0
Austria	n.d.	n.d.	526.000,0	16,0	-	40.787,0
Bahamas	102,7	-	2.236,1	316,4	559,3	535,6
Bahrain	36.808,0 ²	-	-	-	543,2	475,8
Banaba (Oceánica), Isla	No medidas	-	-	-	-	-
Bangladesh	132.200,0	0	13.400,0	0	0	81,5
Barbados	-	148.000,0	-	-	-	260,0
Bélgica	1.209.812,0	-	1.267.189,0 ⁷	-	223.173,0 ⁵	-
Belize	18.313,0 ²	102,0	-	-	35,3 ⁴	10,7 ⁴
Benín	n.r.	-	-	-	-	-
Bermudas	32.093,0	-	-	-	-	810,8
Bhutan	No medidas	-	-	180,5	0	7,1
Birmania	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Bolivia	-	-	-	-	-	-
Borneo	-	-	6.003,0	-	-	699,0 ⁵
Botswana	n.r.	-	-	-	-	-
Brasil	7.707.000,0	-	-	393.600,0	-	2.422,0
Bulgaria	-	n.d.	-	43.628,0	-	755,0
Burundi	-	-	-	-	-	-
Cabo Verde	4.733,0	-	-	83,0	-	6,0
Caimán, Islas	5.466,0 ²	-	-	-	-	97,5
Camerún	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Los teléfonos en el mundo

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1977 (en millares)

Area	Locales		Interurbanas		Internacionales (salidas)	
	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras
Canadá	-	18.238.940,0	-	1.013.938,0	-	9.950,0
Carolina, Islas	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Carriacou	-	Todos los datos incluidos en los de Grenada		-	-	-
Centroafricana, Rep.	n. r.	-	-	-	-	-
Cocos, Islas	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Colombia	-	-	81.060,0	-	-	850,0
Comoro, Isla	n. r.	-	-	-	-	-
Congo	33.168,0 ²	149,0	-	190,0	-	389,0
Cook, Islas	-	-	-	-	-	-
Corea del Sur	400.410,0	-	-	-	-	-
Corea, Rep. Pop.	n. r.	-	-	-	-	-
Costa de Marfil	83.000,0 ²	-	-	6.214,0	137,0	23,0
Costa Rica	197.716,0	-	60.594,0	-	-	958,0
Cuba	-	-	17.222,8	22.361,9	-	223,0
Chad	5.500,0	-	-	25,0	-	34,5
Channel, Islas	-	-	-	-	-	-
Guernsey & Deps.	21.914,4	120,6	1.852,1	92,7	64,8	9,7
Jersey	26.653,0	-	435,0	9,0	4,1	0,4
Total	48.567,4	120,6	2.287,1	101,7	68,9	10,1
Checoslovaquia	1.930.366,0	28.817,0	163.602,0	86.274,0	2.749,0	399,0
Chile	40.807,0	1.563.394,0	1.673,0	44.518,0	-	497,0
China - Formosa	-	6.548.402,0	3.096.432,0	47.151,0	-	11.020,0 ⁵
China - Rep. Popular de	n. r.	-	-	-	-	-
Chipre	195.761,0 ²	-	348,0	-	194.938,0	754,0 ⁵
Christmas, Islas	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dinamarca	1.961.915,0	-	871.991,0	-	-	18.948,0 ⁸
Djibouti	2.924,3	-	-	-	-	520,4
Dominica	4.525,0 ²	-	-	-	-	49,0
Dominicana, República	-	n. d.	-	2.976,0	-	727,0
Ecuador	n. d.	n. d.	n. d.	2.761,0 ⁴	-	3.732,0 ⁵
Egipto	n. r.	-	-	-	-	-
El Salvador	23.203,0	4.641,0	7.421,0	1,4	2.737,0	1.652,0
España	-	-	1.343.791,0	123.738,0	25.406,0	2.847,0
Estados Unidos	-	207.828.000,0 ⁹	-	13.521.000,0 ⁹	-	133.530,6
Estados Unidos - Alaska	-	(243.945,0)	-	(900,0)	-	(227,1)
Estados Unidos - Hawai	-	(1.175.151,0)	-	(16.610,0)	-	(806,0)
Etiopia	200.044,0	8.529,0	-	3.133,0	-	56,0
Falkland, Islas ¹	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	1,1
Fiji	43.297,0 ²	1.683,0 ¹⁰	-	-	0	974,0
Filipinas	n. d.	7.345,7	n. d.	n. d.	n. d.	1.084,2
Finlandia	2.434.216,0	n. d.	3.925.486,0	247.652,0	32.118,0 ⁵	855,0
Francia	39.018.581,0 ¹¹	-	-	-	-	-
Gabón	n. r.	-	-	-	-	-
Gambia	2.504,3	3,0	-	43,4	-	35,6
Ghana	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	137,0
Gibraltar	-	17.752,0	-	-	-	113,0
Gilbert (Islas)	n. d. ^{12 13}	n. d. ^{12 13}	n. d. ¹³	n. d. ¹³	n. d.	n. d.
Grecia	2.702.338,3	-	381.535,6	10.656,5	10.976,7	954,6
Grenada	76,1	-	-	-	-	-
Guadalupe	79.343,0 ¹¹	-	-	-	-	-
Guam	-	-	-	-	-	-
Guatemala	-	-	-	-	-	-
Guayana	89.413,0	-	-	86,0	-	152,0
Guinea	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Guinea Bissau	n. r.	-	-	-	-	-
Guinea Ecuatorial	n. r.	-	-	-	-	-
Haití	n. r.	-	-	-	-	-
Honduras	n. r.	-	-	-	-	-
Hong-Kong	Todas las llamadas locales e interurbanas son gratis				2.393,0	360,0
Hungría	647.355,0	250.072,0	264.157,0	41.155,0	103.439,0	560,0
India ¹	5.665.232,0 ^{2 3}	-	-	154.617,0	-	744,0
Indonesia	1.543.180,0	13.737,0	-	-	-	774,0
Irán	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	927,1	-
Irak	-	-	-	13.227,0	5.532,0	161,0
Irlanda	988.500,0 ²	-	-	34.552,0 ⁸	-	-
Islandia	393.539,0 ²	-	-	1.213,0	-	138,0
Israel	2.496.377,0 ²	-	-	-	381.650,0	755,0

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1977 (en millares)

Area	Locales		Interurbanas		Internacionales (salidas)	
	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras
Italia	-	8.506.220,0	-	2.858.401,0	-	34.271,0
Jamaica	3.421,0	n. d.	-	n. d.	-	-
Japón ¹	41.297.000,0 ²	4.946.000,0 ¹⁰	-	-	805,0	5.471,0
Jordania	171.500,0	n. d.	33.860,0	n. d.	-	311.624,0 ⁴
Kampuchea, Dem. (Camboya)	n. r.	-	-	-	-	-
Kenia	291.670,0	6.447,9	-	3.230,3	-	351,1
Kuwait	488.072,0	-	-	-	-	886,0
Kwajalein	-	-	-	-	-	-
Laos	n. r.	-	-	-	-	-
Lesotho	n. r.	-	-	-	-	-
Líbano	n. r.	-	-	-	-	-
Liberia	-	-	-	-	-	-
Libia	n. r.	-	-	-	-	-
Liechtenstein	4.597,0	-	13.220,0 ⁵	-	2.991,0	-
Luxemburgo	96.548,0 ²	-	-	-	-	9.389,0
Macao	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Madagascar	35.071,0	-	249,0	996,0	-	95,0
Malasia	-	-	954.999,0	14.569,0	-	654,0
Malawi	-	-	-	-	-	-
Maldivas	325,0	-	-	-	-	3,0 ¹⁴
Malta ¹	-	34.930,0 ⁵	-	-	1.706,0 ⁵	1.046,0 ⁵
Mariana, Islas	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Marshall, Islas	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Martinica	74.483,0 ¹¹	-	-	-	-	-
Marruecos	-	-	656.891,0	6.256,0	-	517,0
Mauricio	-	-	-	32.876,0 ³	-	81,0
México	-	8.471.016,0	-	221.636,0	-	10.284,0
Midway, Islas	-	-	-	-	-	-
Mónaco	8.672,0	-	40.994,0	-	36.365,0	-
Mongolia, Rep. Popular	n. r.	-	-	-	-	-
Montserrat	1.664,0 ²	-	-	-	-	32,7
Mozambique	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Nauru, Isla	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Nepal	-	-	-	-	-	-
Nicaragua	108,7	12,0	-	-	239,0	-
Niger	n. r.	-	-	-	-	-
Nigeria	196.354,0	-	1.575,0	-	-	-
Niue	-	-	-	-	-	-
Norfolk, Isla	300,0	-	-	-	14,5	-
Noruega	2.379.249,0 ²	76.704,0 ⁴	-	42.659,0 ⁴	59.643,0 ⁵	9.562,0 ⁵
Nueva Caledonia	-	-	13.751,0	429,0 ⁴	4.930,0	525,0 ⁵
Nuevas Hébridas	1.513,0	-	-	94,0 ⁵	-	86,0 ⁵
Nueva Zelanda ¹	-	-	-	81.856,0	n. d.	1.119,0
Omán	65.875,0 ¹¹	-	-	-	-	-
Países Bajos	2.168.700,0	-	1.720.000,0	17,0	62.465,0	1.007,0
Pakistán	n. r.	-	-	-	-	-
Panamá	-	496.531,1	-	14.726,3	-	709,0
Papua - Nueva Guinea	29.510,0	n. d.	6.787,0	201,0	1.433,0	92,0
Paraguay	n. r.	-	-	-	-	-
Perú	545.367,0	5.357,0	-	10.696,0	-	1.074,5
Petite Martinique	-	-	No tiene servicio telefónico		-	-
Pitcairn, Isla	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sin servicio	
Polonia	n. d.	n. d.	597.102,0	187.821,0	848,0	1.399,0
Polinesia Francesa	-	-	12.600,0	53,0	-	55,0
Portugal	1.252.831,0	10.771,0	1.495.831,0	22.192,0	-	13.067,0
Puerto Rico	782.016,5	917,4	-	20,9	5.076,0	260,0
Qatar	39.195,0	-	-	-	968,0	404,0
Reino Unido ¹	14.607.000,0	73.000,0	2.623.000,0	80.000,0	63.483,0	7.054,0
Reunión	75.222,0 ¹¹	-	-	-	-	-
Rodesia	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ruanda	-	4.571,0 ⁴	-	139,0 ⁵	-	88,0 ⁵
Rumania	n. r.	-	-	-	-	-
Saint Kitts-Nevis	-	-	-	-	-	58,1 ⁴
Saint Pierre & Miquelon	-	1.400,0	-	-	11,0	-
Salomón, Islas	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	-	32,7 ⁵
Samoa Americana ¹⁵	n. d.	-	n. d.	-	n. d.	500,0 ⁵
Samoa Occidental	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.

Los teléfonos en el mundo

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1977 (en millares)

Area	Locales		Interurbanas		Internacionales (salidas)	
	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras
San Marino	2.585,0	-	1.042,0	-	-	-
San Vicente	4.803,0 ²	-	-	-	-	80,0
Santa Elena	-	-	-	613,2 ³	-	-
Santa Lucía	6.283,0 ²	-	-	-	-	123,0
Santo Tomé y Príncipe	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Senegal	60.971,0	-	5.064,5	-	11.123,3	-
Seychelles	5.415,0 ²	-	-	-	-	25,2
Singapur	2.116.213,0	-	5.626,0	-	-	1.301,0
Siria, Rep. Arabe	-	242.651,0 ⁵	-	17.784,0 ⁵	-	2.861,0 ⁵
Sri Lanka	191.998,0 ²	14.750,0 ¹⁰	-	-	-	177,0
Sudán	41.469,0	n.d.	-	2.426,0	n.d.	290,0
Suecia	18.998.000,0 ²	-	-	5.450,0	29.500,0	1.720,0
Suiza	1.101.106,0	-	3.982.421,0 ⁵	-	328.430,0	-
Surinam	52.260,0 ²	-	-	-	535,5	-
Swazilandia	29.369,0 ²	821,0 ¹⁰	-	-	-	10,0
Tailandia ¹⁶	537.096,0 ²	-	-	9.465,0	-	167,0
Tanzania	201.391,1	5.466,1	-	2.708,4	-	101,1
Tololese, Rep.	-	-	75,0	-	31,3	-
Tonga	-	n.d.	-	n.d.	n.d.	n.d.
Trinidad y Tobago	105.478,0	-	47.245,0	408,8	-	378,7
Tunez	307.363,0	-	18.898,0	-	46.372,0	5.911,0
Turquía	1.131.530,0 ²	-	-	72.858,0	-	800,0
Turks & Caicos, Islas	1.033,0 ²	-	-	-	-	14,3
Tuvalu	-	-	-	-	Sin servicio	
Uganda	7.301,0	1.076,0	7.342,0	1.871,2	-	41,1
Unión de Emiratos Arabes	- ¹²	- ¹²	28.839,0 ⁵	196,7 ⁵	7.852,3 ⁵	7.063,3 ⁵
Ras-Al-Khaimah	-	5.300,0	-	-	304,0	34,4
Total	-	5.300,0	28.839,0 ⁵	196,7 ⁵	8.156,3	7.097,7
U.R.S.S.	-	-	-	959.900,0	-	2.350,0
Uruguay	500.000,0	-	-	-	-	-
Venezuela	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.941,0	-
Virgenes, Islas (Reino Unido)	1.698,0 ²	-	-	-	57,7	61,1
Virgenes, Islas (EE.UU.)	0	156.000,0	0	0	0	2.819,0
Wake, Isla	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Wallis & Futuna, Islas	13,0	-	-	2,0	-	23,0
Yugoslavia	8.127.731,0	-	-	-	-	3.352,0
Zaire	-	-	-	-	-	-
Zambia	-	-	-	-	212,0	-

n.d. - Datos no disponibles.

n.r. - Datos no registrados.

¹ Datos al 31 de marzo 1978.

² Incluye el número de impulsos interurbanos medidos.

³ Incluye todas las locales.

⁴ Representa el número de llamadas.

⁵ Representa el número de minutos de cómputo.

⁶ Datos al 30 de junio 1977.

⁷ Representa el número de impulsos de cómputo.

⁸ Incluye el número de impulsos internacionales medidos.

⁹ Incluye datos de Alaska y Hawai.

¹⁰ Incluye otras interurbanas.

¹¹ Número total de impulsos locales, interurbanos e internacionales.

¹² Todas las llamadas locales son gratis.

¹³ No se registra el número de llamadas.

¹⁴ Datos solamente desde el 7 octubre 1977 al 31 diciembre 1977.

¹⁵ Datos del 1 julio 1977 al 30 junio 1978.

¹⁶ Datos al 30 septiembre 1977.

Distribución de teléfonos por continentes en 1 enero 1978

Continente	Número de teléfonos en servicio			Explotados por compañías privadas		Automáticos	
	Cantidad en 1978	% del total mundial	Por 100 habitantes	Cantidad en 1978	% del total	Cantidad en 1978	% del total
América del Norte	175.956.000	41,6	73,6	173.235.500	98,5	175.778.000	99,9
América Central	5.760.000	1,4	5,4	4.452.200	77,3	5.658.000	98,2
América del Sur	11.073.000	2,6	4,9	1.027.400	9,3	10.269.000	92,7
Europa	154.829.000	36,6	20,5	29.421.700	19,0	152.839.000	98,7
África	4.237.000	1,0	12,8	68.500	1,6	3.640.000	85,9
Asia	62.877.000	14,8	5,3	3.382.700	5,4	61.714.000	98,2
Oceanía	8.350.000	2,0	36,8	647.600	7,8	8.115.000	97,2
Total mundial	423.082.000	100,0	14,7	212.235.600	50,2	418.011.000	98,8

Nuevas realizaciones

Puesta en servicio de la primera central METACONTA 10CN

Tras cuatro meses de extensivas pruebas de aceptación, la primera central local del sistema METACONTA*, versión 10CN, fue puesta en servicio en Gante, Bélgica, el 12 de septiembre de 1979, con 2000 líneas. Sólo nueve días después, fueron transferidas, en una sola etapa, 10.000 líneas de una vieja central rotary a la nueva central del sistema METACONTA, versión 10CN, de forma que la capacidad instalada en la central (12.000 líneas) está ahora completamente utilizada. Esta transferencia, que fue preparada y planificada por la RTT belga, fue completada en sólo 15 minutos.

Aunque la tasa de tráfico de las líneas transferidas era bastante elevada de acuerdo con las normas belgas, la

Comparada con su predecesora, la versión METACONTA 10CN posee los siguientes importantes mejoras:

- La estructura de la programación fue especialmente diseñada para facilitar la manejabilidad de los programas basada en la modularidad funcional.
- Un nuevo ordenador de gran velocidad, el ITT 1602, ha multiplicado por tres la capacidad de procesamiento del sistema.
- Se ha duplicado la capacidad de memoria principal y se ha añadido una memoria de masas de tambor, duplicada, de 1340 kpalabras.
- Se ha realizado una amplia reserva para mantenimiento y supervisión centralizada.
- La superficie en planta se ha reducido hasta en un 30%.
- Se han conseguido ahorros de consumo superiores al 30%.



Una vista de la primera central del sistema METACONTA, versión 10 CN, puesta en servicio. Instalada en Gante, Bélgica, su capacidad final de 12.000 líneas está ya utilizada, proporcionando un mejor servicio y facilidades a los abonados.

nueva central aceptó el incremento sin ninguna perturbación. Desde que se puso en servicio, la central ha estado funcionando muy bien.

Las centrales del sistema METACONTA, versión 10CN, son la versión evolucionada de las METACONTA 10C; incorporan las últimas tecnologías y las técnicas y conceptos más modernos de programación.

El equipo METACONTA 10CN puede utilizarse en su forma estándar para ampliar las centrales 10C existentes, incorporando de esta forma a las líneas existentes todas las ventajas del equipo.

El sistema METACONTA, versión 10CN, será también introducido en un futuro próximo en Corea del Sur, Hong-Kong y Noruega.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

Prueba de placas de circuito impreso sin componentes, por ordenador

Estamos introduciendo equipo de pruebas por ordenador de placas de circuito impreso sin componentes en nuestra principal fábrica situada en Escocia.

Este dispositivo de prueba automática utiliza un probador de plano posterior conectado a un nuevo sistema mecánico de prueba desarrollado por nuestro equipo de investigación y desarrollo. Representa un avance decisivo para la prueba de placas de circuito impreso ya que permite la aplicación comercial del equipo automático de prueba de placas sin componentes con una fuerte reducción de los costes de los circuitos de adaptación.

La rutina de prueba cubre la prueba punto a punto, y de circuito abierto. El sistema está inicialmente cableado para 4096 puntos de prueba por circuito, con posibilidad de ampliación adicional (4 x 1024 puntos de prueba) hasta un total de 8192 puntos de prueba.

Recientemente nos hemos convertido en el primer suministrador de placas de circuito impreso del Reino Unido que ha obtenido la homologación simultánea por las BS 9761, 9762 y 9763, de la gama que va desde placas con agujeros metalizados y no metalizados, hasta placas multicapa de 12 capas.

Exacta Circuits, Escocia

Aparatos Semaphore para la RTT belga

La RTT ha solicitado 4000 aparatos Semaphore para integración en su red nacional de aparatos Semaphones.

El aparato Semaphore es un receptor de llamada selectiva de bolsillo, con una indicación visual de 8 mensajes directos codificados. La selección se realiza por un código digital con corrección de errores. La utilización de técnicas de capa delgada y de capa gruesa permiten obtener un aparato de reducido tamaño, de antena interna, y la carcasa de plástico a prueba de grandes choques, dan lugar a una unidad sólida con un amplio campo de aplicaciones.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

* Marca registrada del sistema ITT

Substrato único de nueva tecnología

Estamos comercializando un nuevo substrato único con una escala de integración aún mayor a nivel de pastilla, incrementando de esta forma la densidad de interconexión. Este resultado se ha obtenido porque creemos que la exigencia de características térmicas y eléctricas aún más severas, junto con la inclusión de componentes montados en la superficie, está aumentando la necesidad y oportunidad de un nuevo substrato único que combine el bajo coste y alta densidad de la tecnología de capa gruesa con las grandes superficies y mejores características eléctricas de las placas impresas.

Para cumplir estas exigencias, hemos realizado un amplio programa de investigación en Europa, Estados Unidos y Extremo Oriente.

Exacta Circuits, Escocia

Circuitos híbridos de gran densidad

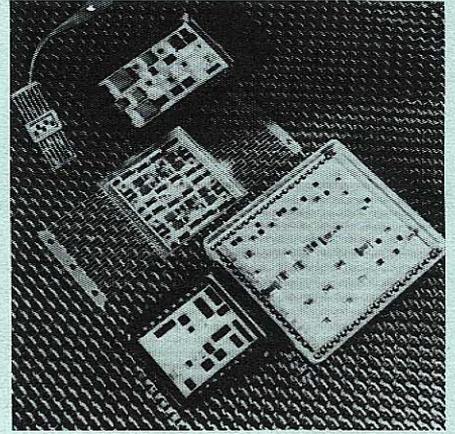
La aparición de los circuitos de integración a gran escala, no ha afectado a la demanda de circuitos híbridos. Los diseñadores están desarrollando cada vez mayor número de circuitos híbridos estándar de encargo con circuitos integrados, incluyendo resistencias, condensadores y termistores, así como dispositivos semiconductores de protección.

La fotografía muestra 5 tamaños de circuitos de capa gruesa que pueden ser utilizados en proyectos militares e industriales. La estabilidad y las tolerancias de los componentes son muy exigentes. Las principales características de estos circuitos son:

- vida de funcionamiento hasta 25 años
- tolerancia de resistencia mejor que +0,5% durante toda la vida de funcionamiento

- elevada capacidad a la fatiga mecánica (vibración y choque)
- funcionamiento en condiciones ambientales extremas (de -55 °C a +125 °C).

ITT Components Group Europe, República Federal de Alemania



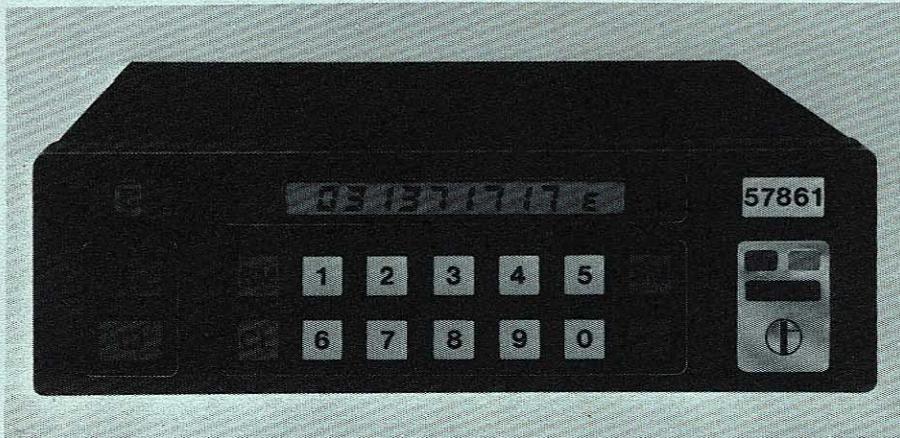
Circuitos de capa gruesa para aplicaciones industriales y militares.

Radiotéléfonos móviles para la RTT belga

La Administración belga (RTT) ha encargado 2000 radiotéléfonos móviles para la ampliación de la red telefónica automática móvil ya existente.

LCD con control por teclado, memoria programable del número de operadora, llave de encendido/apagado y filtro dúplex incorporado.

Un microordenador de pastilla única controla un sintetizador de frecuencia de 40 canales y los circuitos de



Radiotéléfono móvil que será utilizado en la red telefónica móvil belga.

El aparato mostrado en la fotografía posee micrófono, microteléfono y soporte independientes. Las dimensiones físicas corresponden a la especificación DIN 75500 para dimensiones de aparatos de radio para coches, excepto la profundidad, que alcanza escasamente los 200 mm.

Se incluyen características tales como construcción modular, pantalla

señalización necesarios para el funcionamiento con las estaciones base de la RTT.

Un proceso de confirmación dígito a dígito de la identidad del abonado móvil, asegura que el abonado es correctamente identificado para el cargo de la llamada.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

Puesta en servicio de centrales del sistema METACONTA, versión 11F

En septiembre de 1979 se puso en servicio, en París-Michelet, la primera central telefónica del sistema METACONTA*, versión 11F. Esta central, de 20.000 líneas, reemplaza a una anticuada central rotary. Inicialmente, se conectarán a la central 14.000 abonados.

Las centrales del sistema METACONTA, versión 11F, fueron elegidas por la Administración francesa en 1976 como centrales locales para grandes ciudades. Para finales de diciembre de 1979. Los pedidos se elevaban a unas 1.600.000 líneas, y tras la central de Michelet, se han puesto ya en servicio varias nuevas centrales.

Durante octubre de 1979 se pusieron en servicio, de forma simultánea, dos nuevas centrales en la ciudad de Lyon; una de ellas con 10.000 y la otra con 24.000 líneas. Estas centrales reemplazan a las dos únicas centrales rotary que quedaban en esa ciudad, instaladas en su día también por nosotros.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

* Marca registrada del sistema ITT

Radar para la gama de 90 GHz

El Ministerio de Defensa de la República Federal de Alemania nos ha adjudicado un contrato que cubre el desarrollo de un sistema prototipo de radar que funciona en la gama de 90 GHz. Este sistema debe también cumplir las exigencias de alcance y precisión bajo malas condiciones meteorológicas.

Dentro del alcance de este trabajo, serán investigadas las posibilidades técnicas y operacionales de las ondas milimétricas (especialmente 90 GHz) para la captación de blancos desde tierra y en el aire.

Para la realización se considerarán transmisores tanto coherentes como no coherentes, con tecnología de tubos de vacío y de estado sólido. De principal interés es la reconocibilidad de blancos con cualquier tipo de ruido de fondo (ecos). Esto implicará amplias investigaciones de nuevos métodos de mejora del contraste.

*Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal de Alemania*

Las ventas de terminales NOVATEL superiores a 1000 unidades

Tras la introducción del servicio comercial Prestel del British Post Office, predecimos que las ventas de nuestro terminal NOVATEL*, un terminal comercial de Viewdata especialmente diseñado, sobrepasarán las 1000 unidades a finales de 1979.

Los terminales NOVATEL fueron mostrados durante el mes de septiembre de 1979 en Telecom 79, en Ginebra. Aparte del Reino Unido, unidades NOVATEL han sido suministradas y presentadas en Bélgica, República Federal de Alemania, Holanda, Escandinavia y Suiza.

El terminal comercial NOVATEL de STC está construido específicamente para su utilización como terminal de sobremesa. Lleva el servicio Prestel y otros servicios Viewdata a la oficina en una forma adecuada para su utilización comercial. Con sus dimen-

siones de 360 mm de profundidad, 300 mm de anchura y 400 mm de altura, no ocupa más espacio que una bandeja de archivo convencional.

La unidad de presentación visual de 7 pulgadas (17,8 cm) de elevada definición, superior a un tubo de televisión normal, posee una pantalla antirreflexiva que minimiza el centelleo y permite colocar el terminal NOVATEL en la posición más conveniente sin depender de la iluminación de la oficina. La presentación en verde sobre negro asegura una fácil lectura. Conectando un terminal NOVATEL a una cassette normal con un registrador de cinta magnetofónica, cualquiera de las páginas recibidas puede registrarse y volverse a presentar sin tener que llamar de nuevo a la base de datos. Para enviar mensajes, se suministra también un zócalo para conectar un teclado alfanumérico completo.

*Standard Telephones and Cables,
Reino Unido*

* Marca registrada del sistema ITT

Sistemas PCM para Argentina

La Administración Telefónica argentina ha encargado equipo PCM de 2048 kbit/s para mejorar el rendimiento de cables que han sido utilizados hasta ahora para tráfico en frecuencias vocales en la ciudad de Buenos Aires.

La primera fase incluye 300 terminales y la entrega comenzó en septiembre de 1979.

El equipo, que utiliza la práctica de equipos V-SEP*, está alojado en una columna con una anchura de 100 mm y una altura de 2,60 m, que contiene 2 terminales con señalización ó 9 unidades terminales regeneradoras con la correspondiente alimentación. Todas las unidades son enchufables.

La supervisión del tráfico de la línea digital se realiza desde una estación central sin perturbar el funcionamiento del sistema.

Los equipos para las fases 2 y 3 serán montados en Argentina.

*Bell Telephone Manufacturing
Company, Bélgica*

Reflectómetros para fibras ópticas

Hemos desarrollado un reflectómetro para realizar medidas sobre cables de fibras ópticas. Puede utilizarse para localizar fallos y roturas en fibras ópticas y para determinar las características de transmisión de tiradas de cable.

Las fibras ópticas se unen al dispositivo por medio de manguitos termina-

les y las medidas se registran en un registrador de datos unido a un reflectómetro; también dispone de una conexión para un osciloscopio de banda ancha.

*ITT Components Group Europe,
República Federal de Alemania*



Reflectómetro para fibras ópticas.

* Marca registrada del sistema ITT

La red RITA ayuda al Ejército

La red RITA (Red Integrada de Transmisión Automática), es un sistema completo de telecomunicaciones tácticas que intenta cubrir todas las necesidades de transmisión de las unidades del ejército, desde una brigada hasta un cuerpo de ejército. Esta red poligonal es un desarrollo conjunto franco-belga, y nosotros hemos desarrollado el concentrador CT-1.

El concentrador realiza la adaptación entre los abonados telefónicos y la central, y realiza la conversión entre las señales analógicas y las señales PCM del enlace multiplex en el que concentra el tráfico de los abonados. La unidad es sobre todo una unidad de conexión de usuarios que hace posible conectar 54 abonados analógicos y 8 abonados digitales.



Fig. 1 Concentrador para la interconexión con los abonados.

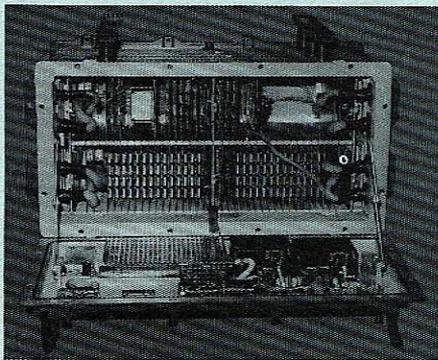


Fig. 2 Caja de distribución primaria.

La caja de distribución primaria, fabricada en Francia, constituye la primera etapa de la red de distribución de línea. Contiene los dispositivos protectores de los equipos de conexión de los abonados contra corrientes hasta 5000 A (normas IEC) y contra la aplicación accidental de la red de 220 V, 50 Hz.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

Terminales para operaciones comerciales en Telecom 79

Un terminal para operaciones comerciales de uso general y un terminal para cambio de divisas, ambos controlados por microprocesador, fueron mostrados por primera vez en la exposición Telecom 79 celebrada en Ginebra en septiembre de 1979.

Este terminal para operaciones comerciales de uso general debe estar normalmente cerca de la caja del detallista, ya que automatiza las alternativas al dinero en metálico como método de pago. Tarjetas de crédito, tarjetas de cargo a través de banco y tarjetas de cuentas de cargo de la propia tienda son rápidamente tratadas; el cliente simplemente apoya la tarjeta en la ranura del terminal y la desliza mientras la mantiene retenida. De esta forma se eliminan las llamadas que tenía que realizar personalmente el cajero para autorizar la operación.

El código en banda magnética de la tarjeta del cliente dice al terminal para operaciones comerciales de uso general el nombre del banco o de la compañía de tarjetas de crédito, el nombre de la cuenta, su número y los detalles de la sucursal de la compañía. El terminal selecciona en su memoria el número

telefónico correspondiente y le marca de forma automática. Los detalles de la operación se transmiten al ordenador y, una vez verificados, se comprueba la cuenta para ver si tiene suficientes fondos o crédito para cubrir la operación. Cuando se recibe un "sí" en la pantalla del terminal, al presionar la tecla "operación" ("transact") se instruye a los ordenadores para que completen la operación. Puede suministrarse un impresor externo o incorporado para proporcionar un registro sobre papel de la operación.

El terminal para cambio de divisas utiliza una tecnología similar a la del terminal para operaciones comerciales, y permite a los cajeros realizar rápidamente operaciones de cambio de divisas con billetes, cheques de viaje o cheques de banco. Puede operar en un máximo de 200 monedas diferentes en el mostrador y visualiza los cambios de divisas, los balances de caja y otros detalles. Posee también un impresor externo que proporciona un registro sobre papel al cliente.

Ambas unidades están controladas por microprocesadores con 5 octetos de memoria PROM y 1 octeto de memoria RAM.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Central automática internacional del sistema PENTACONTA para Camerún

Acabamos de poner en servicio la central automática internacional de tránsito de Yaounde, en Camerún. Equipada con el sistema PENTACONTA*, tipo CT2, esta central es la tercera de su tipo en funcionamiento en Africa, tras las centrales de Abidjan (puesta en funcionamiento en julio de 1975) y de Dakar (puesta e funcionamiento en febrero de 1977). Para asegurar las conexiones internacionales, posee 147 enlaces de llegada y 188 enlaces de salida, así como 8 posiciones de operadora, un pupitre de supervisión y un pupitre de información. En un futuro próximo, gracias al código R2, el acceso automático a la red in-

ternacional de las vecinas ciudades de N'Djamena (Chad), Bangui (Imperio Centrafricano) y Malabo (Guinea Ecuatorial), estará asegurado por la central PENTACONTA CT2 de Yaounda.

De esta forma hemos reforzado nuestra penetración en Camerún (que acaba de pedir una ampliación de 10.000 líneas para la central de Douala, del sistema PENTACONTA). El interés por nuestros productos por parte de otras Administraciones Telefónicas de países africanos se demuestra con los pedidos de dos centrales automáticas internacionales de tránsito para Libreville en Gabón y Tananarive en Madagascar, y el reciente pedido del Congo de una central similar a instalar en Brazzaville.

Compagnie Générale de Constructions Téléphonique, Francia

* Marca registrada del sistema ITT

Sistema de radioenlace digital DRS 2 × 8/1500

La expansión de las redes de conmutación digital requiere un creciente número de líneas digitales de transmisión. Estas pueden suministrarse rápida y económicamente utilizando un sistema de radioenlaces como el DRS 2 × 8/15000. El sistema opera en la gama de frecuencias de 15 GHz y no interfiere eléctricamente con los sistemas existentes que funcionan por debajo de 12 GHz.

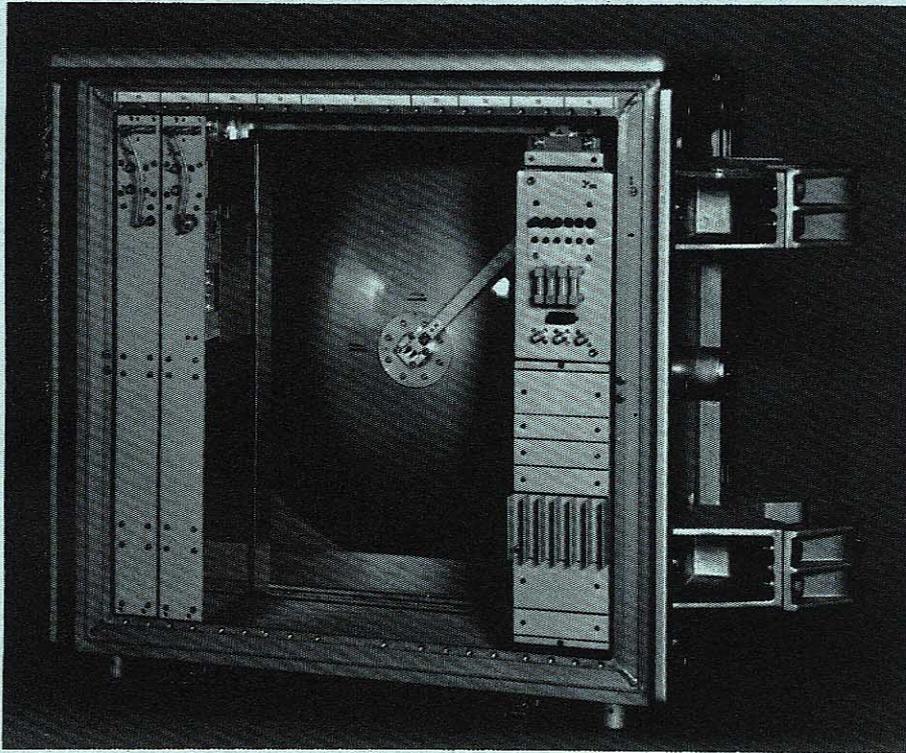
capacidad total de transmisión de 3840 canales de conversación. Los transmisores funcionan con modulación por desplazamiento diferencial codificado de 4 fases de la portadora de radiofrecuencia. Los receptores convierten la radioseñal a una frecuencia intermedia de 70 MHz. Tras la regeneración de la señal portadora y una demodulación coherente, la señal digital se decodifica en un registrador de diferencia de fase. El equipo de radiofrecuencia utilizado en los terminales y en las estaciones repetidoras es idéntico. La informa-

armario puede alojar hasta 4 transmisores y 4 receptores, incluyendo la red de segregación de canales, el equipo de supervisión, el panel de distribución y los fusibles. El armario garantiza el funcionamiento de los equipos en un margen de temperaturas ambiente comprendido entre -25°C y $+50^{\circ}\text{C}$. En el armario está también incorporado un reflector de antena parabólica de 60 cm.

La potencia de salida del transmisor de $+20\text{ dBm}$ permite longitudes de vano hasta 22 km, con un margen de desvanecimiento (fading) de 23 dB.

La fotografía muestra un armario con la cubierta posterior retirada para comprobación. A la izquierda se encuentra el radioreceptor y el radiotransmisor con el filtro de segregación en la parte superior del transmisor, en el centro la antena parabólica con la conexión del alimentador, y a la derecha el panel de distribución. Debajo del panel de distribución se encuentra el equipo de supervisión.

*Standard Elektrik Lorenz AG.
República Federal de Alemania*



El sistema de radioenlace digital DRS 2 × 8/15000 con la cubierta posterior retirada para mostrar las diversas partes componentes.

El sistema de radioenlace digital DRS 2 × 8/15000 (PSK 120-240/15000) transmite dos señales plesiócronas independientes con una velocidad de transmisión de 8448 kbit/s por cada radiocanal. Esto corresponde a una capacidad de transmisión de 2 × 120 canales de conversación codificados digitalmente.

En las gamas de radiofrecuencia de 14,5 GHz a 14,62 GHz (gama inferior de frecuencias) y de 15,23 GHz a 15,35 GHz (gama superior de frecuencias), pueden operar en paralelo hasta un máximo de 16 pares de canales de radiofrecuencia, dando una ca-

ción multiplexada adicionalmente en la trama de radiofrecuencia, tal como canales para servicios digitales, identificación del canal de radiofrecuencia, comprobación de paridad y supervisión, está presente en cada estación repetidora. Cada estación tiene un canal de servicio ómnibus para supervisión y circuito de órdenes. Este canal analógico de servicio a 4 kHz se transmite modulando directamente en frecuencia la portadora de radiofrecuencia.

El equipo de radiofrecuencia está alojado en un versátil armario hermético que puede ser rápidamente instalado en postes, paredes o tejados. Un

Nuevo sistema de navegación doppler

Bajo un acuerdo de licencia con la compañía americana Singer, Kearfott Div., Standard Elektrik Lorenz, una compañía alemana asociado a ITT, está fabricando el sistema de navegación doppler AN/ASN-128 que será utilizado por las Fuerzas Armadas de Alemania Federal.

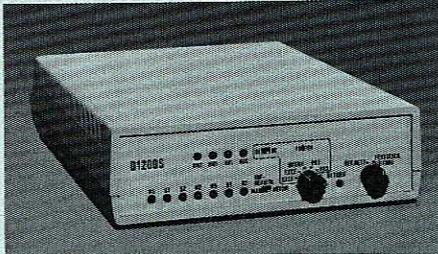
Tecnologías de microprocesadores y de antenas modernas (antena de malla impresa) permiten ofrecer este sistema de navegación a un precio muy razonable. Gracias a sus características especiales, se ha convertido en una ayuda estándar para la navegación de helicópteros.

Ha comenzado ya la producción de las primeras series del sistema AN/ASN-128. Nos han encargado más de 400 unidades para el nuevo helicóptero anti-tanque PAH-1 y para el helicóptero de enlace VBH. Están planificadas otras 1200 unidades adicionales del sistema AN-ASN-128 para los helicópteros del Ejército.

*Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal de Alemania*

Modem de datos 2013

Con el fin de cubrir sus necesidades de modems de datos que cumplan con la Recomendación V.23 del CCITT (1200 Bd), El Deutsche Bundespost nos ha adjudicado un contrato para el modem de datos 2013.



Modem de datos 2013 de SEL, que está siendo introducido por el Deutsche Bundespost bajo la denominación D 1200S.

Una elevada flexibilidad, unas características eléctricas sobresalientes, pequeñas necesidades de espacio y un coste competitivo, son algunas de las

principales características de este grupo, hechas posibles por la utilización de modernos componentes, tales como microprocesadores comerciales y circuitos LSI de encargo, además de avanzados principios de diseño mecánico y eléctrico.

El equipo está alojado en una caja de plástico de 70 x 210 x 297 mm (ver fotografía). Su diseño básico incorpora el transmisor y receptor de datos, así como una unidad de conmutación (líneas conmutadas o dedicadas).

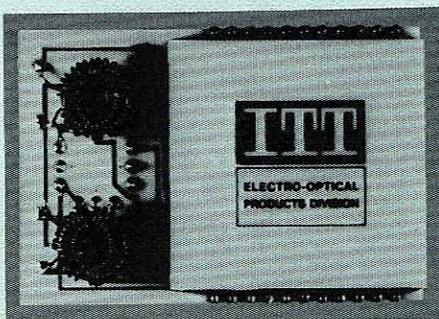
De forma opcional puede alojarse en la misma caja un canal de supervisión a 75 Bd y, especialmente, un dispositivo de selección de acuerdo con la recomendación V.25 del CCITT.

Para control de errores, existen indicadores y amplios programas de prueba que permiten también el diagnóstico de modems de tipos más antiguos.

*Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal de Alemania*

Módulos V24 para líneas ópticas

Hemos desarrollado un par transmisor-receptor para comunicaciones sobre sistemas de línea de fibra óptica. La ventaja de este módulo digital de fibra óptica es que pueden transmitirse velocidades de datos desde 0 estático o corriente continua hasta 100 kbit/s,



Módulo digital para fibras ópticas

sobre distancias de 1 km cualquiera que sea el formato de los datos en el cable de fibra óptica. Este hecho permite largas series de datos "unos" o "ceros". Las entradas y salidas eléctricas son compatibles con la Recomendación V24 del CCITT (RS-232C/MIL 188C) o con TTL en la que los datos son modulados en amplitud a la salida. Además un ecualizador incluido en el módulo proporciona una distorsión de impulso mínima sobre un gran margen dinámico.

Aunque estos módulos pueden utilizarse con todos los tipos de fibras, las características óptimas de transmisión se consiguen en fibras con núcleos de gran diámetro.

*ITT Components Group Europe,
República Federal de Alemania*

Aparato de bolsillo de llamada por radio, de gran cobertura

Nuestro compacto aparato de bolsillo de llamada selectiva por radio, que sólo pesa 60 g, fue mostrado pública-

mente por primera vez en septiembre de 1979 en Ginebra durante Telecom 79.

Este aparato de llamada selectiva por radio emite 4 configuraciones de tonos distintos fácilmente identifica-

bles que indican al usuario el origen de una llamada. La persona llamada simplemente marca uno de los 4 números telefónicos produciendo el envío de la radioseñal apropiada.

Si el usuario no desea ser molestado, puede conectar la memoria incorporada en la unidad. En este caso, todas las llamadas realizadas al equipo de llamada selectiva se almacenan y pueden escucharse después.

Un formato de codificación de dirección de gran velocidad de llamada y de elevada capacidad, proporciona al aparato de llamada selectiva por radio cobertura de grandes zonas y poblaciones densas, utilizando una sola radiofrecuencia. El sistema funciona a 150 MHz con una velocidad de transmisión de 812 bit/s.

Puede utilizarse un solo transmisor, o puede ampliarse el área de cobertura utilizando simultáneamente varios transmisores con la técnica de frecuencia portadora desplazada.

La codificación de dirección permite operar hasta 2 millones de receptores de 4 direcciones, con una velocidad de llamada superior a 15 llamadas por segundo.

*Standard Telephones and Cables,
Reino Unido*

Puesta en servicio de una nueva central METACONTA 11A en Finlandia

Una nueva central METACONTA* 11A acaba de inaugurarse en Kuopio, Finlandia. El sistema METACONTA, elegido ya en 1973 por la Finnish Kuopion Puhelinyhdistys OY para equipar su red, ha sido integrado satisfactoriamente en un entorno telefónico extremadamente diversificado, incluyendo equipo telefónico procedente de 8 países diferentes. Las principales características de las centrales de Kuopio son la combinación de funciones de tránsito y local, y su amplia gama de servicios de abonado.

La central de Kuopio-Keskusta, en la que 16000 líneas de 0,12 E fueron puestas en servicio a finales de 1977, puede alcanzar una capacidad de 24000 líneas. Esta central controla a

* Marca registrada del sistema ITT

distancia la nueva central Kuopio-Levanen, en la que se acaban de poner en servicio 2000 líneas de 0,055 E. Esta segunda central puede ampliarse hasta 15000 líneas.

La introducción del sistema METACONTA, versión 11 A, ha simplificado la explotación de las facilidades ya en servicio en la central de Kuopio,

entre las que se encuentran el servicio de despertador automático, las llamadas reencaminadas (conferencias de servicio de abonado), y el encaminamiento automático con un nuevo número. Además, esta central METACONTA 11 A ha permitido a los abonados conectados a la central acceder a 22 facilidades, tales como marcaje

abreviado, línea directa, extensiones con servicio restringido, transferencias selectivas, transferencia automática de llamadas, llamadas de información, conferencias múltiples, líneas PBX, y marcaje interno directo.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia