

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

Revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

RESUMEN

VOLUMEN 53 (1978) NUMERO 3

La gama de sistemas PABX UNIMAT de ITT, por <i>W. Bezdell</i>	212
Modos de transmisión preferidos en PABX modernas, por <i>L. Gasser</i>	219
Funciones de explotación en una central privada automática con control por programa almacenado, por <i>D. A. L. Jenkins</i> y <i>J. M. Perry</i>	225
Lenguaje de descripción de llamadas, por <i>I. Blackhurst</i> y <i>J. S. Gandee</i>	230
Equipo de línea coaxial de 60 MHz, sobre rutas de cable existente, por <i>L. Becker</i> y <i>W. Simotta</i>	235
Equipo de traslación para el sistema de frecuencias portadoras de 1,3 MHz, por <i>L. Braun</i> , <i>D. Klein</i> y <i>H. Zoll</i>	241
Nueva generación de filtros de transferencia de grupos, por <i>D. Klein</i>	245
Método de cálculo para sistemas de mallas con espera, por <i>M. Villén Altamirano</i>	252
Aparato telefónico de abonado CONSUL, por <i>P. Vömel</i>	260
SEFAN – Un sistema radioeléctrico de guía para vehículos, por <i>F. Leitzl</i>	266
Notas de Investigación y Desarrollo:	
Un nuevo equipo registrador de nivel, por <i>H. E. Rickenbach</i>	272
Circuitos integrados para discos con repertorio, por <i>D. A. Burgess</i> y <i>A. C. Huckfield</i>	274
Principales compañías de International Telephone and Telegraph Corporation	278
Nuevas realizaciones	279



Editor principal: Pierre Mornet

Director en Español: J. A. Gómez García, José Ortega y Gasset, 22—24, Madrid-6

La gama de sistemas PABX UNIMAT de ITT

Este nuevo sistema PABX electrónico utiliza tecnología LSI, técnicas de programas almacenados y control por microprocesador para proporcionar a las PABX UNIMAT* una gama completa de capacidades y están diseñados para satisfacer los requerimientos de la mayoría de los clientes europeos.

W. BEZDEL

International Data Engineering Center**, Reino Unido

Introducción

Tradicionalmente, las centralitas privadas automáticas han inspirado su desarrollo en las redes públicas, por la sencilla razón de que tales centralitas no se concebían separadamente de la red, ni siquiera como una derivación de la misma. Sin embargo, pronto descubrieron los ingenieros dedicados a su ejecución que, tanto de parte de los investigadores de mercados como de parte del cliente, existían deseos de estudiar los servicios especializados, más propios de comunicaciones internas y de necesidades comerciales que la sencilla conexión entre personas, característica de la red telefónica convencional.

Así pues, todavía con el equipo básico de las mismas fábricas de centrales telefónicas públicas, las PABX de los años sesenta fueron provistas de servicios tales como la pregunta y transferencia, la conferencia múltiple y el acceso para dictado. La generalizada afluencia de personal a trabajos de oficina, ocasionó un rápido aumento de la demanda, tanto de PABX como de servicios especializados, la cual se atendió con notorio ingenio mediante el empleo de dispositivos de conmutación, que iban desde los Strowger y de barras cruzadas a los relés de contactos sellados. Los sistemas de control variaban, análogamente, entre los relés y los circuitos integrados, dependiendo del grado de complejidad que exigiera el mercado en cada país.

Aunque los suministradores lograban considerables mejoras en las características y servicios, no se conseguía por el contrario ninguna reducción apreciable en el tamaño de las PABX, y cada posibilidad adicional tendía a aumentar la superficie de planta requerida, al tiempo que seguía subiendo el coste de los locales de oficina; también continuaba elevándose el coste de mantenimiento de los productos convencionales.

Por todas estas circunstancias, las condiciones eran propicias, en las PABX, para un importante avance de la tecnología: la conmutación por estado sólido.

A lo largo de toda una generación, se ha discutido sobre sistemas de conmutación telefónica totalmente basados en la tecnología del estado sólido, reconociéndose asimismo las potenciales ventajas de almacenar en la memoria del ordenador tanto los programas de control de la PABX, como los de servicios.

* Marca registrada del sistema ITT.

** Los siguientes autores han contribuido también en este artículo: D. Alexander, J. Borthwick y P. Holland del International Data Engineering Center, Reino Unido; G. Hughes, del Systems Engineering Center, Reino Unido, (ambos centros forman parte de ITT Business Systems and Communications Group, Europa); H. Heitmann, de Standard Elektrik Lorenz, una compañía de la República Federal de Alemania asociada a ITT; M. Montrieux de Bell Telephone Manufacturing Company, una compañía belga asociada a ITT; y P. Wajsbrot, de Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, una compañía francesa asociada a ITT.

Tabla de abreviaturas

CDL	- lenguaje de descripción de llamada
CEP	- canal entre procesadores
EAROM	- ROM alterable eléctricamente
LSI	- integración en gran escala
LTEL	- lógica de transición de estados de la llamada
LTEO	- lógica de transición de estados de órganos
MHM	- módulo hombre-máquina
MOR	- módulo de operación de la red
MOS	- semiconductor de óxido metálico
MRC	- módulo de red de conmutación
MTL	- módulo de tratamiento de llamadas
MTO	- módulo de telefonía y operadora
MTR	- módulo de tiempo real
MTV	- máquina telefónica virtual
PABX	- centralitas privadas automáticas
PROM	- memoria programable de lectura sólo
RAM	- memoria de acceso aleatorio
REAM	- registro automático de mensajes
RFV	- receptor de frecuencia vocal
RI	- repartidor intermedio
ROM	- memoria de lectura sólo
RP	- repartidor principal
SO	- sistema operativo
STD	- subsistema de tratamiento de datos
TODL	- tratamiento de operadoras y distribución de llamadas
TRAV	- transmisor-receptor asíncrono universal
UCC	- unidad central de control
URM	- unidad de recarga y mantenimiento

Los recientes progresos en la tecnología de componentes especialmente en circuitos integrados en gran escala, junto a intensas investigaciones en los laboratorios de ITT, permitieron el desarrollo de sistemas de conmutación telefónica que podían competir con los productos existentes, presentando además las ventajas de su pequeño tamaño, funcionamiento silencioso y extenso repertorio de servicios y modalidades operativas para usuarios y compañías explotadoras.

En virtud de lo anterior, los departamentos de mercados de ITT en cada país europeo tuvieron que especificar las necesidades de productos en sus respectivas áreas en términos de las exigencias iniciales, así como de las potenciales, anticipándose también a la tendencia a conmutar por la PABX otras informaciones distintas a la voz.

La gama de PABX UNIMAT es el resultado de una estrecha cooperación entre las funciones de mercados, desarrollo y operación, de las principales compañías de ITT en Europa. Esta colaboración ha culminado en una gama de productos que no solamente cubre los requerimientos de transmisión y operación de todas las administraciones europeas, sino que también es capaz de adaptarse continuamente a las necesidades, siempre en evolución, de oficinas y redes privadas.

Tecnología y componentes esenciales

Se ha experimentado un desarrollo continuo y espectacular, especialmente desde mitad de la década de los sesenta, en las técnicas y dispositivos utilizados para la implementación de circuitos digitales, lineales y de memoria. La mejora conseguida es absolutamente singular, puesto que afecta positivamente a los cinco parámetros fundamentales: coste, tamaño, fiabilidad, rapidez y energía. El coste y el tamaño de los dispositivos (para una determinada función) disminuyen, las operaciones se ejecutan con mayor rapidez y fiabilidad, siendo menor el consumo de energía. Esta sustancial mejora se basa en el constante progreso de la tecnología de los semiconductores y su manifestación más importante: la integración en gran escala (LSI).

Desde hace algún tiempo, la tecnología de los semiconductores de óxido metálico (MOS) se ha convertido en norma para la LSI. La tecnología MOS está asimismo en período de desarrollo, con tendencias bien definidas en cuanto a resultados técnicos y explotación comercial. Se ha escogido, por consiguiente, esta tecnología básica para los productos UNIMAT. Son componentes fundamentales, dentro de la misma, las matrices de puntos de cruce LSI, diseñadas según las necesidades del cliente, así como una serie de componentes LSI normalizados: microprocesadores, memorias de acceso aleatorio (RAM), memorias de lectura sólo (ROM), memorias programables de lectura sólo (PROM) y transmisores-receptores asíncronos universales (TRAU). Por razones de orden práctico, se utilizan también en el producto diversos dispositivos integrados peculiares de la tecnología bipolar, así como elementos discretos.

Características principales

Las características más destacadas de la gama UNIMAT completa son:

- Tecnología uniforme, totalmente de estado sólido
- Red de conmutación espacial
- Control por programa almacenado
- Controladores con microprocesador.

En un producto complejo como la PABX, el equilibrio correcto entre el coste y los requerimientos no es compati-

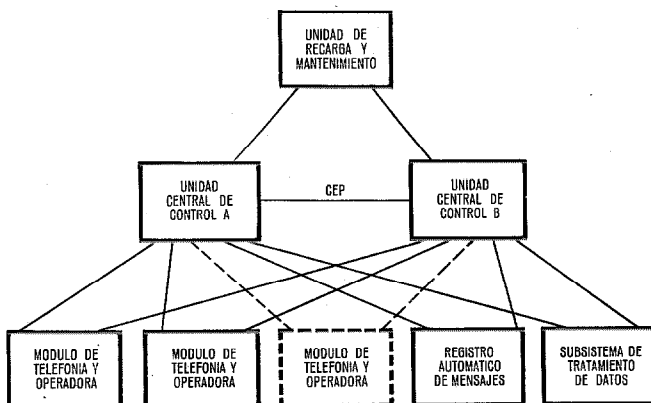


Fig. 1 Configuración de circuitos: gama de capacidades grandes y medianas.

ble con una ejecución idéntica para toda la gama de capacidades. La mayor parte de las diferencias entre las realizaciones de UNIMAT para distintos tamaños, residen en la magnitud de las unidades modulares, en el diseño de las partes comunes del sistema y en la ingeniería de la programación. Tales diferencias se hacen especialmente visibles en las configuraciones de las centralitas de capacidades pequeñas y medianas; la primera tiene un nivel de control y una etapa en la red de conmutación, mientras que la segunda posee dos niveles de control y una red de varias etapas. Las anteriores características, junto con el método de realización hacen que el producto sea modular, en capacidades y servicios, a través de toda la gama, siendo pequeño su tamaño y fácil su instalación y puesta en servicio, ampliaciones y mantenimiento. La tabla 1 da detalles de los diferentes sistemas realizados.

Tabla 1 - Resumen de los productos UNIMAT
Sistemas de conmutación de una etapa

Producto UNIMAT	Líneas	Enlaces	Extensio- nes dedi- cadas	Opera- doras	Número de servicios
UNIMAT4020	Hasta 32	Hasta 8	Hasta 8	1	30
UNIMAT4030	Hasta 32	Hasta 8	Hasta 8	1	80
UNIMAT4050	Hasta 128	Hasta 24	Hasta 32	Hasta 2	80
UNIMAT4060	Hasta 384	Hasta 56	-	Hasta 4	100

Sistemas de conmutación multi-etapa

Producto UNIMAT	Líneas	Enlaces	Extensio- nes dedi- cadas	Opera- doras	Número de servicios
UNIMAT4070	Hasta 180	Hasta 24	-	1	180
UNIMAT4080	Hasta 2.000	Hasta 40 por 192 líneas	-	Hasta 2 por 192 líneas	240
UNIMAT4090	Hasta 10.000	Hasta 40 por 192 líneas	-	Hasta 2 por 192 líneas	240

Realización de los sistemas de grande y mediana capacidad

Configuración de circuitos

La configuración consta de dos niveles, el primero centralizado y el segundo distribuido (Fig. 1). El nivel centralizado consta de dos ordenadores separados, las unidades centrales de control (UCC) A y B, unidos por un canal entre procesadores (CEP) y dotados de una unidad común de recarga y mantenimiento (URM). Cada UCC es un sistema independiente, con sus propios canales de transmisión en serie que le comunican con el nivel distribuido, teniendo capacidad para atender en sus funciones a todo el sistema. Las UCC operan normalmente en la modalidad de reparto de carga; la UCC-A y la UCC-B contienen entonces informaciones idénticas, a excepción de las informaciones transitorias relativas a llamadas en establecimiento, procesadas independientemente por cada UCC.

A través del CEP ambas UCC se actualizan mutuamente. El diseño de las UCC se basa en la familia Intel de microprocesadores y memorias de semiconductores, siendo de lectura solo (ROM) la memoria principal. La URM comprende una unidad de procesador, basada también en la familia Intel, una unidad tipo "cassette" de cinta magnética, y una impresora de teclado.

El nivel distribuido está compuesto por módulos de telefonía y operadora (MTO) y otros módulos que desempeñan funciones especiales, como el de registros automáticos de mensajes (REAM) y el subsistema de tratamiento de datos (STD). En la figura 2 se representa con mayor detalle un módulo de telefonía y operadora, el cual consta de su propio procesador (idéntico al de la URM) y de un módulo de red de conmutación (MRC) al que se conectan todos los circuitos telefónicos.

Las UCC realizan todas las funciones que son complejas o que se ejecutan mejor desde un punto central. Tales funciones, típicamente son: el tratamiento de llamadas, el tratamiento de los recursos telefónicos y los datos de configuración del equipo. Por otra parte, los MTO realizan todas las funciones sencillas y repetitivas, como la exploración, la distribución y la temporización necesarias para detección y transmisión de señales, la actuación y liberación de la red, y otras similares. La URM tiene como funciones principales la recarga del sistema, el diagnóstico de fallos, medidas de tráfico, modificaciones y puesta en servicio del sistema. En algunos sistemas PABX con muchos servicios, pero de menor tamaño, se combinan los dos niveles funcionales anteriores.

Estructura lógica

Uno y otro nivel de equipos contienen varios procesadores dedicados a funciones independientes, cada procesador con su propia lógica de programación (Fig. 3). En cada nivel las configuraciones de programas son diferentes, dependiendo de la complejidad de las tareas a realizar.

Los programas de la UCC se estructuran jerárquicamente en niveles funcionales distintos, tratando cada uno de ellos un aspecto del sistema cada vez más detallado.

En el nivel superior, esto es, el más próximo a los requerimientos telefónicos, se utiliza la lógica de transición de

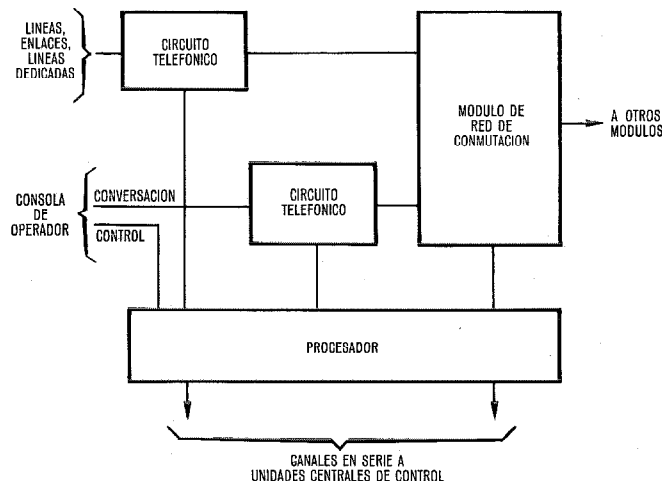


Fig. 2 Módulo de telefonía y operadora.

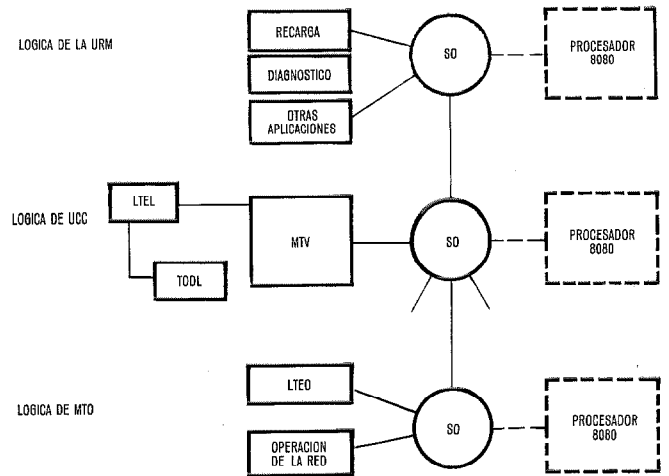


Fig. 3 Configuración lógica: gama de capacidades medianas y grandes.

estados de la llamada (LTEL), la cual describe sin ambigüedades, en términos independientes de la realización práctica, las secuencias de los diferentes tipos de llamadas que trata el sistema. Para ello se utiliza el concepto de estados estables, pudiendo considerarse que una llamada consta de cierto número de tales estados; cada uno de ellos procede de los anteriores a través de un camino definido ("transición"), que responde a un determinado evento telefónico. La lógica LTEL se codifica en un lenguaje denominado CDL (lenguaje de descripción de llamadas) [1]. Este lenguaje, orientado hacia el problema, permite definir en términos formales los recursos y órganos que son necesarios en cada estado estable, describiendo la transición entre ellos por medio de verbos telefónicos.

El siguiente nivel lógico de la UCC es el tratamiento de operadoras y distribución de llamadas (TODL). Este nivel intercepta los eventos procedentes de las consolas, y los distribuye entre las tareas normalmente asignadas a las operadoras de donde provienen dichos eventos. En este nivel se realiza la distribución de llamadas entre las operadoras libres, de manera que se ofrezcan tráficos iguales a todas ellas.

El tercer nivel es el de la máquina telefónica virtual (MTV); en él se lleva a cabo la interpretación de las instrucciones (verbos) contenidos en las transiciones de la LTEL, y se hace posible que el sistema pueda tratar varias llamadas simultáneamente. Asimismo se controlan en este nivel la transmisión de los mensajes entre la UCC y los restantes procesadores distribuidos, manteniendo la integridad del sistema completo, y los recursos telefónicos, tales como zonas de datos de llamada y registros de caminos.

El nivel más bajo (el más próximo a la circuitería) es el sistema operativo (SO) de la UCC. Este nivel realiza el tratamiento de los circuitos de la UCC: entrada y salida en los canales de datos en serie hacia los procesadores distribuidos, entrada y salida en el CEP que une los dos ordenadores de la UCC, interrupciones de temporización, interrupciones de fallo y de estado, y el dispositivo de exclu-

sión que permite trabajar en reparto de carga. El SO sirve como soporte a las tareas básicas de la programación, como son la planificación de trabajos, el control de la memoria y el manejo de las temporizaciones.

También la programación del MTO presenta una estructura jerárquica, pero sólo de dos niveles.

El nivel superior, en el MTO, está constituido por la lógica de transición de estados de órganos (LTEO), la cual permite describir los estados de señalización de los diversos órganos (por ejemplo, circuitos de líneas, enlaces con la red pública) y las transiciones entre dichos estados. La lógica avanza de un estado al siguiente en respuesta a eventos que pueden proceder de tres orígenes distintos: rutinas de exploración que examinan la periferia telefónica a intervalos regulares; mensajes que provienen de la UCC, dirigidos por la LTEL; por último, temporizaciones generadas internamente por la propia LTEO para confirmar las señales telefónicas. El programa de tratamiento de la red contiene rutinas para procesar los mensajes recibidos de las UCC con el fin de establecer conexiones en la parte de red controlada por cada MTO, así como para el tratamiento de las peticiones hechas por la LTEO de accionar puntos de cruce en la matriz de tonos, para aquellos tonos sin cadencia de repetición.

El nivel inferior lógico es un sencillo sistema operativo que gobierna la emisión de mensajes a las UCC, la asignación de tiempos de procesador a las rutinas de exploración y al resto de los programas, y las funciones internas de temporización.

También la lógica de la URM está organizada en dos niveles. Existen aplicaciones que están soportadas por un sistema operativo. La recarga, el diagnóstico, las medidas de tráfico y el tratamiento de los cambios recientes (cambios de clase de servicio, de número de extensión, de número de equipo) son funciones modulares independientes que, cuando así se requiere, se cargan desde la unidad de cinta magnética de la URM [2]. Los programas de aplicación comunican oportunamente con el personal de operación, mediante un lenguaje propio del procesador; bajo control de este diálogo, dichos programas leen las secciones de sobre-escritura* que sean necesarias, de la cinta magnética antes citada.

El sistema operativo de la URM es más elaborado que los del resto de procesadores, ya que soporta diferentes aplicaciones en diferentes momentos. Este SO realiza las funciones siguientes: carga de las secuencias de aplicación, codificación y decodificación de mensajes al personal de operación, a través de la impresora de teclado; transferencia de datos hacia o desde el almacenamiento de reserva en la "cassette", recogida y expedición de información que procede de las UCC o se dirige a las mismas.

Las partes críticas en tiempo del sistema operativo se escriben en ensamblador ESPL 1, el lenguaje de alto nivel de ITT para programas en tiempo real, que se utiliza en MTV, TODL, LTEO y en todos los programas de aplicación de la URM.

* Se ha traducido así el término *overlay* aplicado a una técnica que reutiliza la misma zona de memoria sucesivamente para diferentes secciones del programa. N. del E.

Red de conmutación y transmisión

En la figura 4 se representa la estructura de la red, que adopta la forma genérica de un conjunto replegado. Las conexiones telefónicas se hacen siempre en un lado (etapa A), mientras que las internas dentro del módulo y con los demás módulos se verifican en el punto de repliegue (etapa C). Todos estos puntos de repliegue se hacen terminar en un RI que proporciona flexibilidad en las interconexiones, con el fin de cubrir sobre el terreno las ampliaciones previsibles en la gama. Los tonos se conectan en la etapa A, a través de una matriz auxiliar. La red de conmutación está constituida por conmutadores MOS realizados en un circuito LSI especialmente diseñado. Este LSI contiene 16 pares de conmutadores, que componen una matriz equilibrada de 4×4 , con todas las funciones de control necesarias para su operación. Cada módulo de red de conmutación consta de 256 puertos, que pueden equiparse con diverso número de circuitos telefónicos según las exigencias del tráfico. El equipado más usual del módulo es de 192 líneas a 0,18 E, con el necesario complemento de enlaces, líneas dedicadas y otros circuitos telefónicos.

En la etapa C se interconectan cuatro módulos de conmutación mediante la unión directa de sus niveles. Los restantes niveles de la etapa se utilizan para interconectar las restantes unidades de cuatro módulos. También pueden realizarse interconexiones de estas unidades empleando los niveles de entrada de la etapa A. El procesador del MTO ejerce el control directo de la red, si bien toda la selección de caminos se gobierna desde la UCC, por medio de técnicas de almacenamiento en memoria del mapa de la red.

La vía de conversación a través de la red es a dos hilos, equilibrada. Debido a la resistencia del punto de cruce y a otras pérdidas en componentes de dicha vía, se introduce un convertidor de impedancia negativa en todas las conexiones que tengan estrictos requerimientos en cuanto a atenuación [3].

Circuitos de telefonía

Todo órgano o aparato telefónico, línea de enlace con la red pública, etc., se conecta a un circuito de adaptación in-

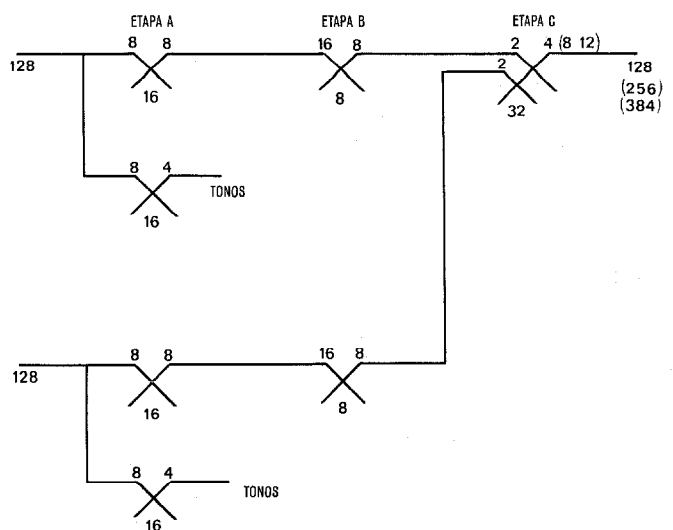


Fig. 4 Módulo de la red de conmutación: gama de medianas y grandes capacidades.

dividual que, a su vez, está conectado a los terminales de la red de conmutación. Estos circuitos de adaptación desempeñan las funciones de alimentación de corriente de línea, detección de señales, conexión de corriente de llamada, protección, etc. El procesador realiza todas las funciones lógicas limitándose los circuitos de adaptación a responder directamente a sus órdenes. La mayoría de los órganos telefónicos tienen conexiones simples a la red de conmutación; aquellos que requieren conexiones múltiples utilizan reserva de caminos y conmutaciones sucesivas.

Operadora

Cada MTO atiende a dos posiciones de operadora. La conexión de la conversación se verifica a través de las dos terminaciones que cada posición tiene en la red de conmutación; la red desempeña a un tiempo las funciones de concentración y de conmutación normal de las llamadas. La operadora se comunica con el sistema mediante una mesa-consola, equipada con un visualizador alfa-numérico completo y un juego de pulsadores y lámparas. Cada una de estas consolas se conecta al MTO por medio de un canal de datos en serie, lo cual facilita su instalación a distancia de la zona principal de equipos.

Práctica de equipos

Todos los componentes van montados en placas impresas del mismo tamaño. Cada placa termina en una de las dos mitades de un conector, cuya otra mitad forma parte del plano de alambrado del cuadro que sirve para interconectar las placas. En un cuadro pueden alojarse cierto número de placas, fuentes de alimentación y las interconexiones a otros cuadros. Los cuadros están montados en armarios, siendo las conexiones dentro de los cuadros arrolladas, y por cables enchufables normalizados las conexiones entre armarios. Por motivos de integridad de funcionamiento se han separado cuidadosamente los alambrados, por ejemplo, el alambrado de entrada al sistema desde el repartidor principal (RP) termina en conectores por el extremo delantero de las placas de circuito impreso, y no tiene acceso directo al plano posterior de alambrado. Se utiliza ampliamente el cableado enchufable para la interconexión de armarios y cuadros, con lo que se elimina todo trabajo de alambrado en la instalación, exceptuando la conexión al repartidor de los cables exteriores.

Alimentación y distribución

La unidad principal de alimentación proporciona un suministro de 48V CC obtenido de la red en CA. Varias unidades de 48V en paralelo alimentan, mediante colectores de distribución, cada uno de los armarios y cada cuadro dentro de los mismos. La generación de las demás tensiones requeridas por las unidades electrónicas montadas en un cuadro, se lleva a cabo por medio de convertidores CC/CC que toman la alimentación de los colectores de 48V. Puede conectarse una batería al sistema colector de 48V por medio de un interruptor controlado, que realiza el cambio de suministro cuando las unidades de 48V CC ya no pueden facilitar la energía necesaria o cuando se corta la tensión de la red. De este modo se garantiza al sistema un suministro ininterrumpido de 48V CC.

Realización de los sistemas de pequeña capacidad

Circuito

La configuración de circuitos dispone de un nivel de control (Fig. 2). Sin embargo, su realización física difiere significativamente de la que se describió para los sistemas de mayor capacidad. Las principales diferencias residen en la concentración de todas las funciones en un procesador y en la simplificación que ocasiona el reducido paquete de servicios y la pequeña capacidad en líneas. La tecnología continúa siendo idéntica a la de los sistemas de mediana y gran capacidad.

La diferencia más acusada en cuanto al procesador, es el empleo de memorias programables de lectura sólo para almacenamiento de los programas y descripción del sistema. Este tipo de memoria permite eliminar la función de recarga, proporcionando así relanzamiento instantáneo. Se utiliza, además, una memoria pequeña de acceso aleatorio como almacenamiento de trabajo para el tratamiento de llamadas, y una matriz de diodos programable o una ROM alterable eléctricamente para las informaciones que pueden variar con frecuencia a petición del usuario. También el procesador dispone de acceso, a través de adaptador enchufable, a una consola de mantenimiento e impresora de teclado.

La red de conmutación consiste en una matriz rectangular representada en la figura 5. Esta matriz permite interconectar entre sí todas las verticales y horizontales, dividiéndose en una sección principal a la que tienen acceso todos los circuitos telefónicos, y una sección a la que se conectan los tonos. Los circuitos de línea están conectados a las horizontales y los enlaces, líneas dedicadas, etc., a las verticales. Cada llamada local utiliza una vertical especialmente asignada. En cada instalación se escoge el número y asignación de las verticales de acuerdo con los requerimientos específicos del tráfico. La red está compuesta por puntos de cruce que ya se han descrito anteriormente.

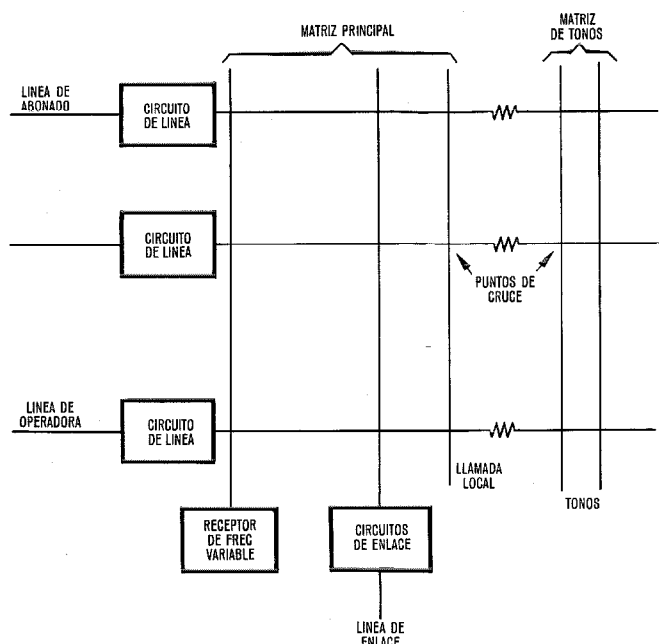


Fig. 5 Red de conexión de pequeña capacidad.

La vía de conversación que atraviesa el sistema es a 2 hilos, equilibrada. Dado que la conmutación sólo es a una etapa, el valor de la atenuación es pequeño y está dentro de los límites impuestos por las autoridades. Por esta razón, todas las conexiones a través del sistema se hacen directamente por la red, sin necesidad de amplificación.

Los circuitos telefónicos utilizados para la terminación de líneas de abonado, enlaces, etc., son de diseño análogo a los ya descritos para los sistemas mayores y, también en este caso, las funciones lógicas inherentes a los mismos son realizadas por el procesador.

La operadora se comunica con el sistema por medio de una unidad de consola, de ubicación libre, equipada con un visualizador alfanumérico y un juego de pulsadores y lámparas. Debido a las especiales necesidades de sistemas con el mínimo número de líneas, puede admitirse que ciertas extensiones determinadas realicen funciones básicas de operadora.

En toda la gama de capacidades se sigue la misma práctica de equipo que en los sistemas grandes, salvo en los de muy pocas líneas, en los que se introducen bloques funcionales por razones de modularidad y de coste. La alimentación de energía es igual a la ya descrita, pero una vez más por razones de economía, en los sistemas de muy pocas líneas todas las tensiones se generan directamente a partir de la red.

Estructura lógica

Las funciones de control lógico están divididas entre los cuatro módulos principales (Fig. 6). Dado que solamente hay un procesador para realizar todas esas funciones, el sistema operativo ordena secuencialmente las operaciones de cada módulo. Así pues, el dispositivo secuencial arranca los programas del módulo de tiempo real cada 8,33 ms y los deja completarse sin ninguna interrupción. Otros módulos de programas se intercalan entre el final del programa de tiempo real y el principio del siguiente ciclo de 8,33 ms. Cada módulo contiene su propia programación de tareas, que deja correr al programa hasta que es interrumpido por el sistema operativo.

El módulo de tiempo real (MTR) realiza todas las funciones básicas que están más próximas a los circuitos telefónicos: son éstas la exploración, la distribución, y la temporización para la detección de señales y la transmisión desde los circuitos telefónicos y la consola de operadora. Este módulo tiene la prioridad más alta sobre la utilización del tiempo de procesador.

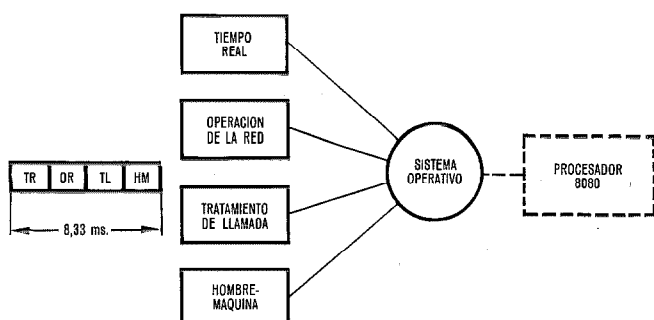


Fig. 6 Configuración lógica: gama de capacidades pequeñas.

El módulo de operación de la red (MOR) contiene programas para establecer y liberar conexiones en la red de conmutación. Las entradas a estos programas se toman de una cola que llena el MTR para las cadencias de tonos, y el módulo de tratamiento de llamadas para todas las restantes conexiones. Este módulo tiene la segunda prioridad, es decir, sólo puede ser interrumpido por el MTR, pero sus operaciones se limitan a dos conexiones de red por cada ciclo.

El módulo de tratamiento de llamadas (MTL) es un sistema gobernado por las llamadas, a cada una de las cuales se le asigna una tabla. Las tablas son exploradas secuencialmente, y si la tabla examinada está libre, se acepta una nueva llamada. En caso de estar ya ocupada la tabla por una llamada, se explora la lista de eventos relacionados con el estado de la misma para descubrir la aparición de nuevos eventos, que de confirmarse provocaría una transición de estado, según la lógica correspondiente (LTEL) contenida en una tabla común para todas las llamadas. Si no existieran nuevos eventos, se dejaría la llamada en el mismo estado. Una vez completadas las operaciones relativas a una tabla de llamadas, el programa pasa a la siguiente tabla de la secuencia. Dicho programa puede ser interrumpido por el MTR y el MOR, y cuando vuelve, continúa procesando las tablas de llamada desde el punto en que fue interrumpido.

El módulo de hombre/máquina (MHM) permite la comunicación con el sistema para fines de cambios, mantenimiento y pruebas. Consta de diversos módulos de aplicación para pruebas del sistema, que se pasan en la modalidad "fuera-de-línea".

Debido a la extensión relativamente pequeña y a la sencillez de los programas, la mayoría de ellos se escriben en el lenguaje ensamblador; hay que exceptuar la LTEL, que se escribe utilizando macro-instrucciones especiales.

Conclusiones

Se ha realizado una descripción de los circuitos y de la estructura lógica que es la base de la realización de las PABX UNIMAT mediante la utilización de tecnología de estado sólido y la incorporación de características ergonómicas respaldadas por muchos años de experiencia con sistemas PABX convencionales.

Las figuras 7, 8, 9 y 10 son fotografías de algunos equipos utilizados en la gama UNIMAT.

Agradecimientos

El sistema UNIMAT es el resultado de un esfuerzo de diseño conjunto de muchos ingenieros de diversas compañías de ITT repartidas por toda Europa. Algunos de estos ingenieros se nombran en la nota al pie de la primera página de este artículo como coautores del mismo. Al resto de estos ingenieros los autores les agradecen sus contribuciones.

Referencias

- [1] I. Blackhurst y J. S. Gandee: Lenguaje de descripción de llamadas; Comunicaciones Eléctricas, 1978, volumen 53, n° 3, págs. 230-234 (en este número).

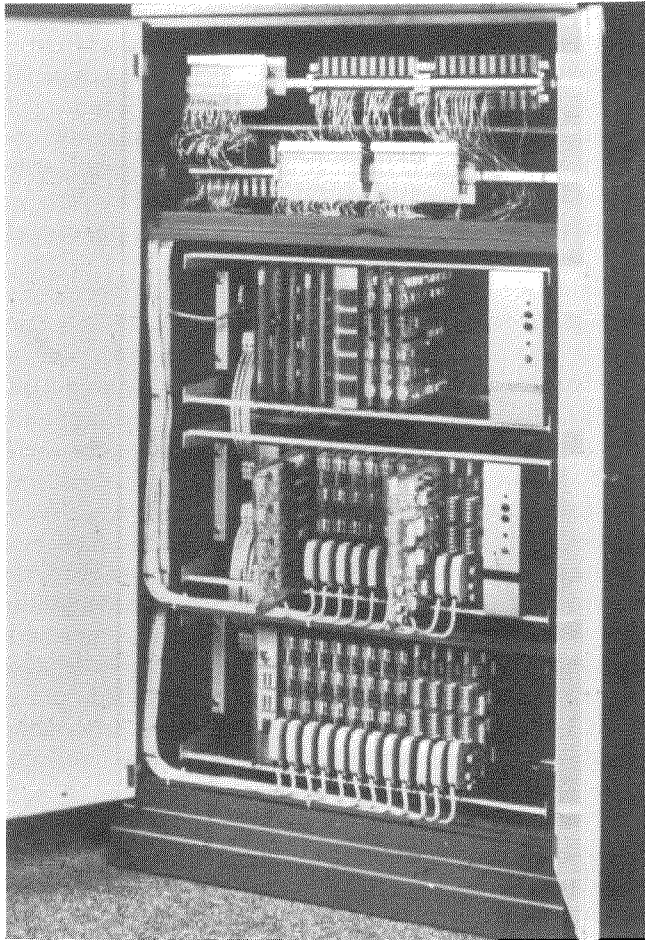


Fig. 7 Armario de equipo típico.

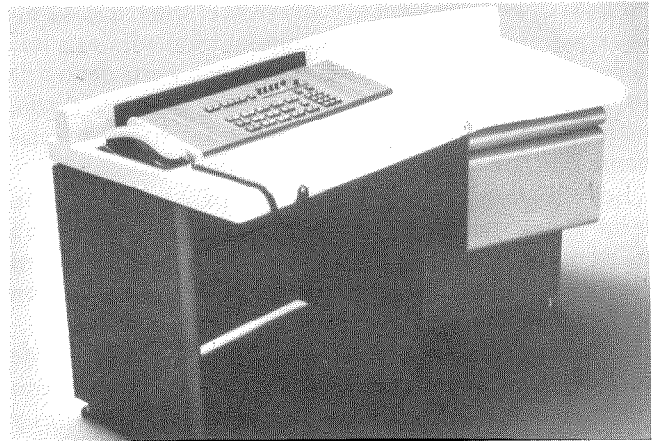


Fig. 9 Posición de operadora para sistema de grande o mediana capacidad.



Fig. 10 UNIMAT 4030 dentro de una oficina.

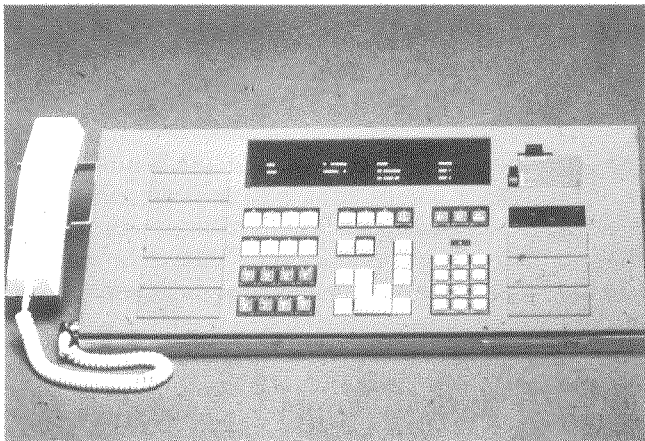


Fig. 8 Posición de operadora para sistema de pequeña capacidad.

- [2] D. A. J. Jenkins y J. M. Perry: Funciones de explotación en una central privada automática con control por programa almacenado; Comunicaciones Eléctricas, 1978, volumen 53, n° 3, págs. 225-229 (en este número).
- [3] L. Gasser: Modos de transmisión preferidos en PABX modernas; Comunicaciones Eléctricas, 1978, volumen 53, n° 3, págs. 219-224 (en este número).

Wincenty Bezdol nació en Polonia en 1924. Empezó los cursos de ingeniería eléctrica en el Regio Politécnico de Turín y los completó en 1951 en el Colegio Universitario de Polonia. Ingresó en ITT (STL) en 1954 y se hizo cargo de varios proyectos, principalmente en el campo de la conmutación electrónica. Ha sido director del programa técnico para la gama UNIMAT desde su momento inicial, perteneciendo en la actualidad al IDEC de ITT Business Systems. El Sr. Bezdol es autor de muchas publicaciones técnicas y es autor de diversas patentes.

Modos de transmisión preferidos en PABX modernas

La matriz MOS de conmutación multietapa para conmutación de espacio ahorra espacio y potencia. La calidad de transmisión del canal de conversación alcanza, y en algunos aspectos excede, la de la conmutación metálica a un coste considerablemente menor por punto de cruce. Aparte de esto ofrece la posibilidad de equalización del equivalente de referencia controlado por SPC.

L. GASSER

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

En los últimos años, conferencias de organismos oficiales y la literatura correspondiente han revelado claramente las tendencias de desarrollo de la próxima generación de sistemas de conmutación telefónica. Los avances revolucionarios en tecnología de procesadores, combinadas con la versatilidad del control por programa almacenado aplicado a funciones de conmutación, y la tecnología de estado sólido para la realización de canales de transmisión (múltiple por división en el espacio o en el tiempo, analógico o digital), han marcado decisivamente este desarrollo.

Los nuevos sistemas que se desarrollan deben satisfacer las necesidades actuales de los clientes y las previsibles para el futuro. El ingeniero de diseño hará uso de todas las posibilidades técnicas disponibles, siempre que resulten más económicas. Del control por procesador puede esperarse una elevada flexibilidad de operación y mantenimiento; y de la miniaturización del diseño totalmente electrónico, larga vida, bajo consumo de energía y fabricación económica. La nueva tecnología de conmutación permitirá introducir servicios y características de funcionamiento que hasta ahora eran irrealizables.

En este artículo se revisan las condiciones que deben cumplir las vías de transmisión de los futuros sistemas de centrales privadas automáticas y se indican las soluciones preferibles, teniendo en cuenta que la calidad exigida de la vía de transmisión se verá afectada por factores externos y situaciones frecuentemente cambiantes.

Debe advertirse, por ejemplo, que en algunos países hasta un 70% del tráfico telefónico en la hora cargada se origina o termina en centrales privadas automáticas. Además, las crecientes relaciones internacionales dan lugar a un incremento del intercambio de información entre países, lo que a su vez aumenta la importancia de las centrales privadas automáticas en la cadena de una conexión telefónica. Por consiguiente, este tipo de centrales serán equiparables en el futuro a los centros de conmutación de las redes nacional e internacional en cuanto se refiere a los requisitos del canal de transmisión.

También han cambiado las condiciones de una llamada telefónica desde el punto de vista del usuario del teléfono. Mientras que antes sólo un número limitado de personas hacía llamadas de trabajo desde oficinas con bajo nivel de ruido, ahora se hacen llamadas interurbanas y/o internacionales desde oficinas y talleres grandes y ruidosos. Al mismo tiempo, las condiciones de atenuación en la red de líneas de abonado han empeorado porque muchas empresas se han trasladado a zonas periféricas de las redes urbanas y las administraciones están utilizando conductores

más delgados por razones económicas [1]. Como resultado, la calidad de la conversación telefónica no siempre es satisfactoria. Esto exige mejorar los planes de transmisión para asegurar una sonoridad adecuada en el aparato telefónico, así como mejorar las condiciones de reflexión para garantizar la debida eliminación del efecto local [2].

En contraste con el tráfico telefónico, el aumento del tráfico de datos exige una calidad de canal con parámetros mensurables objetivamente, lo que no ha tenido importancia en el pasado, pero debe tenerse en cuenta para los sistemas futuros.

En último término, pero no con menos importancia, hay también problemas de operación y mantenimiento que deben eliminarse en los sistemas de la próxima generación. En algunos países (por ejemplo, el Reino Unido, Estados Unidos y Australia) la igualación de la atenuación en la red de líneas de abonado se consigue con aparatos telefónicos dotados de una red reguladora. Desgraciadamente esta solución no es aplicable a los aparatos de las extensiones de las centrales privadas ya que la corriente de alimentación de la línea de abonado, que se emplea para la regulación, no llega a la extensión. Las administraciones han resuelto este problema aumentando la resistencia de los puentes de alimentación de los sistemas de centrales privadas de acuerdo con las necesidades, a fin de reducir la corriente de alimentación y elevar así la sonoridad del aparato telefónico. Esto significa, sin embargo, una considerable carga de trabajo para el personal de mantenimiento.

Otros países (por ejemplo, la República Federal de Alemania y Austria) igualan la atenuación utilizando tres grupos de micrófonos y receptores telefónicos para tres márgenes definidos de longitud de la línea de abonado, con lo que se consigue la sensibilidad necesaria del aparato telefónico. Este método es también aplicable a centrales privadas automáticas, pero también supone una considerable carga de trabajo para el personal de mantenimiento.

Por ello es preciso encontrar soluciones mejores que permitan una operación simple y reduzcan el riesgo de fallo de los métodos actuales.

Sistemas futuros de centrales privadas automáticas como parte integrante de la red telefónica mundial

La calidad de transmisión de un sistema de conmutación viene definida por ciertos parámetros que se establecen en las especificaciones de las administraciones nacionales y en las recomendaciones del CCITT. Como la calidad de una conexión telefónica o de datos a través de la red nacional y/o internacional depende de cada parte de la (a veces larga) cadena de enlaces, cada centro de conmutación en

particular debe cumplir ciertas condiciones relativas a niveles admisibles de atenuación, ruido, retardo, distorsión, etc. Esto es igualmente aplicable a las centrales privadas automáticas como partes integrantes de la cadena [3, 4, 5].

Por otra parte, la tecnología moderna ofrece diversos modos de realizar la vía de transmisión. La mejor de las muchas posibles soluciones es seguramente la que satisface todas las condiciones al coste más bajo, y no la que emplee procedimientos técnicos muy atractivos pero imponga al sistema compromisos de calidad. Bajo este enfoque se discute la elección de los modos de transmisión preferidos. Además, se describe una vía de conversación que puede aceptar el control por programa almacenado y cuyos parámetros de transmisión demuestran que pueden cumplirse las condiciones exigidas.

Elección del medio

La cuestión primordial es si un sistema de conmutación puede realizar mejor su misión funcionando en múltiplex por división en el espacio o en el tiempo. Debe elegirse entre puntos de cruce electrónico y metálico para múltiplex por división en el espacio, o entre transmisión digital de la voz con modulación de amplitud (MIA) o codificación (MIC) para múltiplex por división en el tiempo.

Un sistema múltiplex por división de tiempo que reúna las anteriores especificaciones no es viable económicamente.

La conmutación MIA cuando se emplea con grandes sistemas PABX alcanza pronto sus límites físicos. En pequeñas PABX el alto coste de los circuitos de línea hace peligrar la economía. Además, la gran cantidad de componentes incluidos en el canal de conversación (red híbrida, explorador, filtro, amplificador, memoria analógica, etc.) exige máxima precisión en componentes y fabricación para asegurar la calidad del canal de transmisión. La única alternativa es suavizar las especificaciones.

Solamente se podrá aplicar con éxito la conmutación MIC en centrales PABX cuando las administraciones hayan completado la conversión de sus redes locales y de larga distancia para operación digital. La inserción de sistemas PABX digitales en ambientes analógicos requiere la resolución de algunos problemas que dificultan el cumplimiento de las anteriores especificaciones. Las pérdidas, distorsión de pérdidas y atenuación de diafonía no son satisfactorias. Tampoco es suficiente la gama de niveles que los códigos disponibles pueden ofrecer [6].

En ambos sistemas múltiplex por división de tiempo, los grandes retardos determinados por los filtros limitadores de las bandas de 4 kHz ocasionan desviaciones de impedancia importantes incompatibles con el circuito de línea del abonado (conductores de 0,4, 0,5 y 0,6 mm) [6].

Si se adopta el múltiplex por división en el espacio, debe elegirse entre puntos de cruce metálico y electrónico. El punto de cruce metálico tiene ventajas desde el punto de vista de calidad de transmisión, pero no desde los de coste, duración, necesidades de espacio, consumo de energía y fabricación. Si se elige punto de cruce electrónico, se precisarán circuitos asociados adicionales para asegurar la calidad exigida de la vía de conversación. Como se explicará, pueden encontrarse, sin embargo, soluciones económicas

a pesar de estas limitaciones. El objetivo básico es una solución igual a, y mejor en algunos aspectos que, la de un sistema con puntos de cruce metálico [7, 8].

Debido a las características de los puntos de cruce electrónicos, se requieren cambios de configuración con relación a las vías de transmisión metálicas por las razones siguientes:

- Con los puntos de cruce electrónicos considerados no es posible transmitir las tensiones y corrientes que se precisaban para la alimentación de los aparatos telefónicos convencionales.
- Las entradas de las matrices de puntos de cruce deben protegerse contra sobretensiones destructivas y contra interferencias de todo tipo (por ejemplo, descargas eléctricas y tensiones longitudinales).
- La atenuación adicional debida a los elementos protectores y a los puntos de cruce de semiconductores deben compensarse con gran precisión a fin de garantizar una pérdida de inserción menor de 1 dB.

En la figura 1 puede verse que el equipo periférico contiene elementos que en los sistemas convencionales están situados en un punto central o no existen en absoluto. Estos cambios de configuración dan lugar a modificaciones de las características de la vía de transmisión, con independencia de la tecnología del punto de cruce semiconductor utilizado.

Varios fabricantes de semiconductores han estado desarrollando puntos de cruce electrónicos en los últimos años. Actualmente el diseñador de sistemas puede elegir entre las posibilidades que muestra la figura 2.

En la solución preferida se ha elegido un punto de cruce tipo MOS con canal N por las razones siguientes:

- La tecnología MOS es muy simple y permite una elevada integración de conmutadores analógicos y su control.
- El conmutador MOS es una resistencia controlable por tensión en forma muy lineal. El consumo de energía es muy bajo.
- La tecnología MOS de canal N es la que permite ocupar el menor espacio.

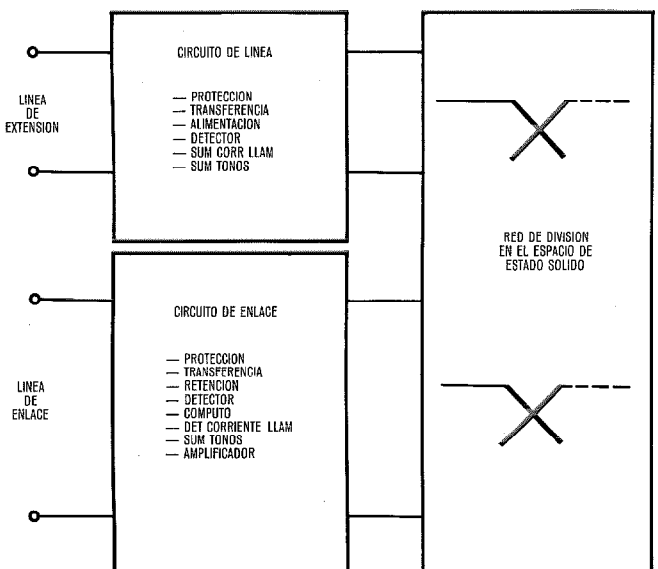


Fig. 1 Vía de transmisión de estado sólido.

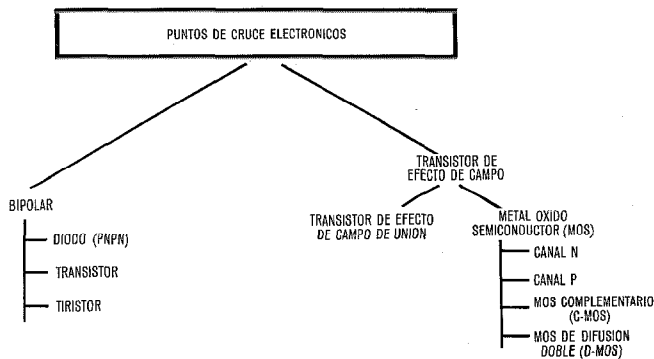


Fig. 2 Tipos de puntos de cruce electrónicos.

- Pueden alcanzarse elevados valores de atenuación en la diafonía.
- Son previsibles bajos costes por punto de cruce.
- Pueden utilizarse circuitos muy sencillos para compensar la resistencia de pérdida R_{ON} con sus grandes tolerancias ΔR_{ON} .
- Pueden establecerse vías de conversación equilibradas a dos hilos muy sencillas semejantes a las que utilizan puntos de cruce metálicos.
- Pueden conseguirse con este punto de cruce redes de conmutación muy grandes (por ejemplo, a 10 etapas).
- Pueden emplearse dispositivos tipo MOS para matrices de conmutación de video (hasta 5 MHz).

La pastilla de puntos de cruce elegida contiene una matriz 4×4 con puntos de cruce a dos hilos, incluyendo los circuitos de control asociados (Fig. 3).

Solución elegida

En la figura 4 se muestra esquemáticamente la vía de conversación para una llamada saliente. El circuito de línea separa la matriz de conmutación de la de extensión. El aparato de abonado de la extensión está alimentado por una fuente de corriente constante, lo que ofrece las ventajas siguientes:

- La carga del transformador de línea en corriente continua es baja; pueden alcanzarse altos valores de inductancia con un núcleo pequeño.
- La baja corriente de alimentación da lugar a un reducido consumo de energía, baja disipación de calor y componentes más pequeños en el circuito de alimentación.
- Si cuenta con red reguladora, puede ajustarse el aparato telefónico de la extensión a la sensibilidad requerida, de modo que se cumpla también el plan de transmisión en el caso de líneas de enlace largas.
- La vida de servicio de los micrófonos aumenta.

Entre el transformador de línea y la red de conmutación multietapa se insertan circuitos de protección. Asimismo, la línea de enlace tiene un transformador de relación 1:1 y circuitos de protección (en el lado de la red de conmutación).

La compensación de las pérdidas introducidas por la red se consigue mediante convertidores de impedancia negativa autoalineables ($-R_A$ y $-R_B$), que forman parte de la unidad amplificadora.

En particular, en las redes de conmutación grandes, sólo pueden emplearse amplificadores regulados, ya que las va-

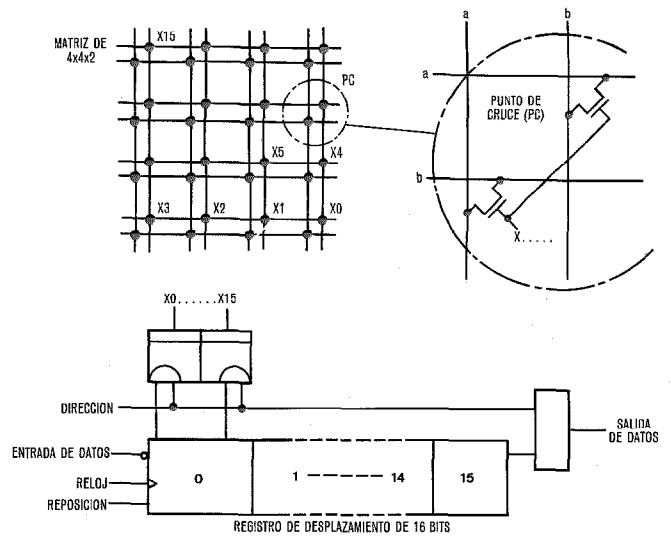


Fig. 3 Esquema de matriz de puntos de cruce MOS.

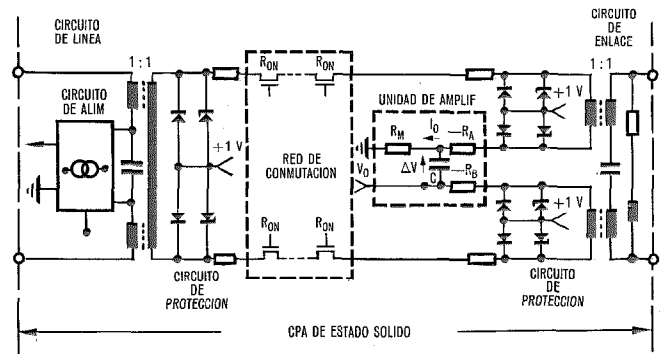


Fig. 4 Vía de transmisión en llamada saliente.

riaciones de ΔR_{ON} de la cadena de puntos de cruce, la resistencia de los arrollamientos de los transformadores y las tolerancias de los circuitos de protección que intervienen en una conexión telefónica son importantes.

La fuente de tensión continua V_0 inyecta una pequeña corriente de medida I_0 en el bucle de la vía de conversación a través de R_M ($I_0 \leq 1$ mA). La caída de tensión resultante ΔV se mide con un comparador (Fig. 5 a) que regula las resistencias negativas (CIN) de los hilos a y b hasta que la caída de tensión del bucle completo de la vía de conversación se hace $\Delta V = 0$ y, por tanto, no hay pérdida (Fig. 5 b).

Esta solución está basada en la hipótesis de que la impedancia de los puntos de cruce tipo MOS es igual a la resistencia en corriente continua, lo que se ha demostrado para la gama de frecuencias afectada.

Parámetros de la vía de transmisión escogida

El método elegido permite la igualación total y exacta de las pérdidas del bucle de la vía de conversación comprendido entre los dos transformadores separadores (incluyendo las resistencias de los arrollamientos secundarios de los transformadores y las tolerancias de todos los componentes). Durante todo el tiempo que está establecida una conexión telefónica el comparador reajusta continuamente la red reguladora, de modo que las derivas debidas a variaciones de temperatura no tienen efecto alguno.

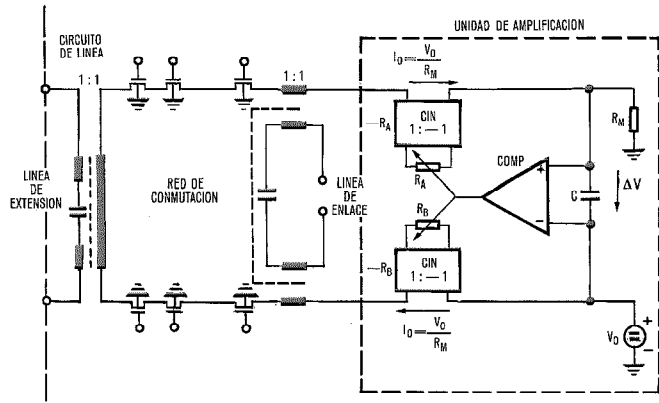


Fig. 5a Esquema de igualación de pérdida para vía de transmisión de estado sólido.

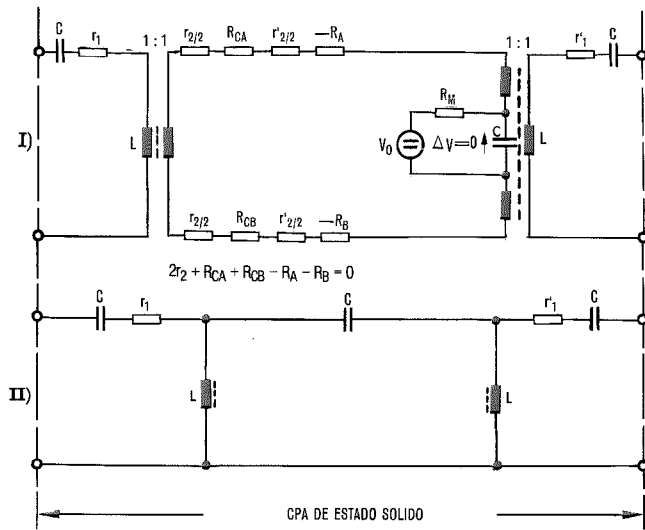


Fig. 5b Circuito equivalente a la vía de transmisión para llamada saliente.

Esta vía de conversación, que no tiene pérdidas, reemplaza a las que emplean puntos de cruce metálicos a un coste por punto de cruce considerablemente más bajo. La unidad amplificadora está calculada para compensar la pérdida de una red de conmutación MOS a 10 etapas. La única pérdida que queda se debe, como en el caso de redes convencionales con puntos de cruce metálicos, a la resistencia de los arrollamientos de los transformadores del lado de la línea de extensión o de enlaces, lo que supone una pérdida de inserción de unos 0,7 dB. Debido a la elevada inductancia de los transformadores de línea, la distorsión de atenuación Δa también queda menor de 0,5 dB.

En la tabla 1 se da un resumen de los valores de transmisión obtenidos, que dan una medida de la calidad del canal de transmisión. Estos valores son autoexplicativos y demuestran que pueden satisfacerse todos los requisitos establecidos por las especificaciones de las administraciones y las recomendaciones del CCITT.

Tabla 1 Calidad de transmisión del sistema preferido

Parámetros de transmisión	Especificado	Obtenido
Pérdida de inserción	$\leq 1,5$ dB	$< 0,7$ dB
Distorsión de pérdida	$\leq \pm 0,5$ dB	$< \pm 0,2$ dB
Pérdida de retorno	≥ 20 dB	> 22 dB
Distorsión por retardo de grupo	$\leq 100 \mu s$	$< 80 \mu s$
No linealidad	$\leq 3\%$	$< 1\%$
Equilibrio longitudinal	≥ 52 dB	> 58 dB
Atenuación de diafonía	≥ 75 dB	> 85 dB
Ruido (psfométrico)	$\leq 350 \mu V$	$< 200 \mu V$
(sin ponderar)	≤ -50 dBm	< -60 dBm
Anchura de banda:		
llamada interurbana	4 kHz	20 kHz
llamada local	-	100 kHz

Reducción de las variaciones del equivalente de referencia en las centrales privadas automáticas

Como se ha explicado, el empleo de métodos de igualación de la atenuación es efectivo y práctico para las líneas de abonado, pero al utilizarlos en sistemas de telefonía privada aumentan los problemas de mantenimiento. Esto es aplicable tanto a los países que utilizan redes reguladoras como a los que empleen diferentes grupos de cápsulas para igualar la atenuación en la red local de líneas.

Por haber aumentado la importancia de los sistemas de centrales privadas en el tráfico telefónico nacional e internacional, también será necesario mejorar los métodos de igualación de la atenuación.

Las administraciones europeas tienen casi la misma distribución de longitudes de líneas de abonado en sus redes locales [1, 9, 10]. En la figura 6 se muestra la curva de distribución. Por ello es posible una normalización a nivel europeo. La propuesta de mejora de la igualación de atenuación en centrales privadas automáticas prevé la subdivisión de líneas de enlaces en tres márgenes de longitud (Fig. 6). La central privada automática, que normalmente actúa como concentrador entre el teléfono de cada extensión y un enlace, debe hacerse cargo de la función de igualar la

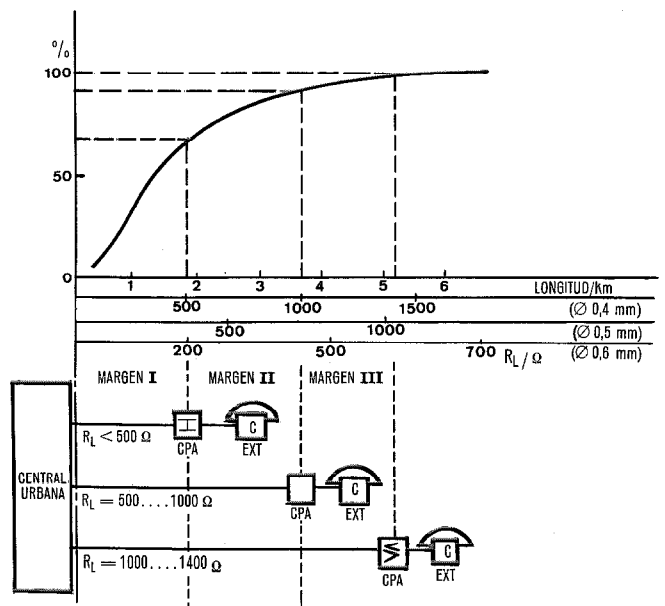


Fig. 6 Principio de igualación de atenuación en la PABX.

atenuación actuando en el modo adecuado bajo control del ordenador.

En el margen I (líneas de enlace inferiores a 2 km), la central privada actúa como un atenuador que simula una línea de unos 2 km de longitud; $a_{ins} \approx 3$ dB.

En el margen II (líneas de enlace entre 2 y 3,5 km), la central privada actúa como un centro de conmutación casi transparente y sin pérdida $a_{ins} < 1$ dB.

En el margen III (líneas de enlace de más de 3,5 km), la central privada actúa como un amplificador a dos hilos con una ganancia de 3 a 4 dB.

La subdivisión de los márgenes podría hacerse también en función de la resistencia de bucle de la línea de enlace, por ejemplo:

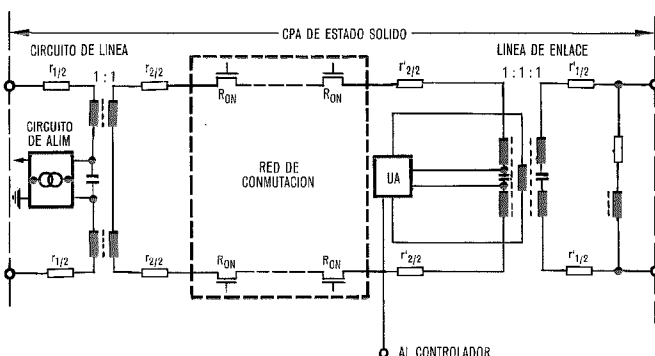
- Margen I $R_L < 500 \Omega$
- Margen II $500 \Omega < R_L < 1000 \Omega$
- Margen III $R_L > 1000 \Omega$

En cualquier caso, cada administración debe decidir de acuerdo con su plan de transmisión y teniendo en cuenta el aspecto de disponibilidad de información de mantenimiento.

En los planes de transmisión no se consideran las líneas de extensión interiores. Sólo se identifican en la memoria las extensiones exteriores si sus líneas son largas. El procesador es capaz entonces de adaptar la central privada (es decir la unidad amplificadora del circuito de enlace, en la figura 7 a) a un margen de mayor sensibilidad para llamadas salientes.

Según esta propuesta, los aparatos telefónicos se alimentan a corriente constante de modo que las extensiones que disponen de red reguladora tienen también la sensibilidad que requiere el plan nacional de transmisión, teniendo en cuenta los distintos márgenes. En los países en que se emplean grupos de cápsulas, todas las extensiones de la central están equipadas con cápsulas uniformes que garantizan la sensibilidad correcta.

En las llamadas interiores, se inserta en la vía de conversación una atenuación de 6 a 10 dB a fin de adaptar el volumen del sonido al de las conexiones con el exterior. Esto se consigue añadiendo resistencias en derivación para conseguir que la vía de conversación constituya una red atenuadora equilibrada (Fig. 7b).



LINEA DE ENLACE	R_L	PERDIDA DE INSERCIÓN DE LA CPA (LLAMADA SALIENTE)
MARGEN I	$< 500 \Omega$	3 a 4 dB
MARGEN II	$> 500 \Omega$ $< 1000 \Omega$	< 1 dB
MARGEN III	$> 1000 \Omega$	- 3 a - 4 dB

Fig. 7a Vía de transmisión en llamada saliente con igualación.

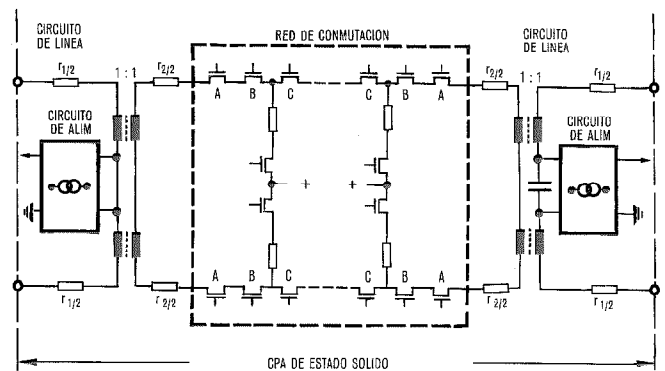


Fig. 7b Vía de transmisión en llamada local entre extensiones.

Ventaja de la igualación en centrales privadas automáticas

El método de igualación de la atenuación puede emplearse en países en que utilicen aparatos telefónicos regulados lo mismo que en los que utilicen cápsulas clasificadas.

Ofrece la ventaja de permitir la utilización de control por procesador. Esto tiene particular interés en los casos de existencia de extensiones distantes o centralitas privadas satélites conectadas a la central privada automática. No obstante, la mayor parte de éstas tienen sólo extensiones interiores. El margen necesario se puede entonces fijar en función de la longitud de la línea de enlace. Se pueden efectuar cambios fácilmente mediante los programas. Los problemas de mantenimiento se reducen al no ser ya necesario asegurarse de que se monten las cápsulas adecuadas ni adaptar la corriente de bucle del lado de la extensión para regular la sensibilidad. El plan de transmisión puede entonces seguirse más fácilmente y las variaciones del equivalente de referencia serán pequeñas. En la figura 8 a se muestran estas variaciones para el caso del Reino Unido y en la 8 b para el de la República Federal Alemana. En ambos casos se supone una extensión anterior y el equivalente de referencia que se da en las conexiones desde la central privada automática, estando ésta a una distancia de L km y $R_L \Omega$ de la central pública.

El efecto local se reduce considerablemente en los terminales telefónicos con relación al método convencional, lo que es importante para hacer llamadas en salas ruidosas [2]. Debido a la excelente transparencia del sistema descrito y a la igualación controlada, puede conseguirse que el efecto local sea semejante al de los aparatos de abonado sin recurrir a medidas correctoras de la red equilibradora del aparato de la extensión. Pueden utilizarse teléfonos públicos sin modificación.

La amplificación en el margen III ofrece la ventaja de no reducirse la atenuación del efecto local con el uso de micrófonos y receptores de elevada sensibilidad. El desacoplamiento entre micrófono y receptor sigue siendo bueno (lo que es esencial en estas condiciones) mientras que el nivel del sonido se eleva con la amplificación del sistema de la central privada. La calidad es incluso superior a la de los aparatos de abonado de la red pública, lo que está en línea con la importancia de los futuros sistemas de centrales privadas.

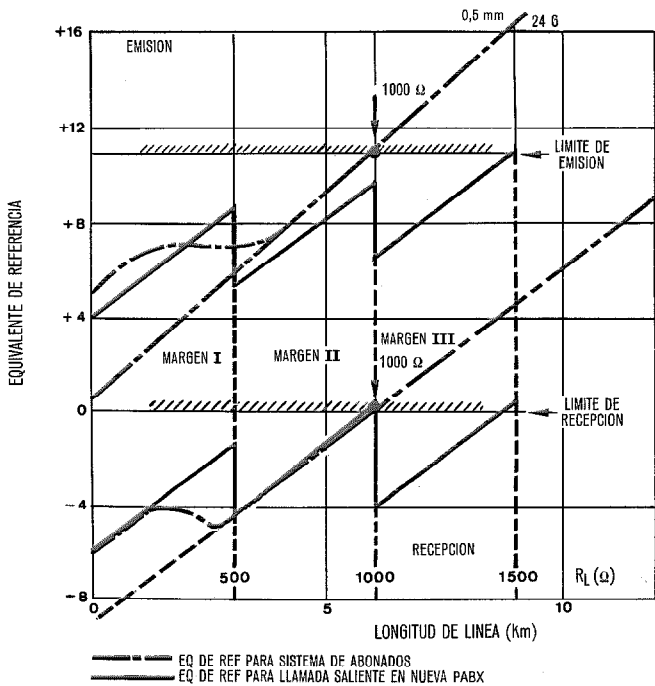


Fig. 8a Equivalente de referencia del aparato 706 para comparación con cable de calibre 26: abonado público a extensión de nueva PABX.

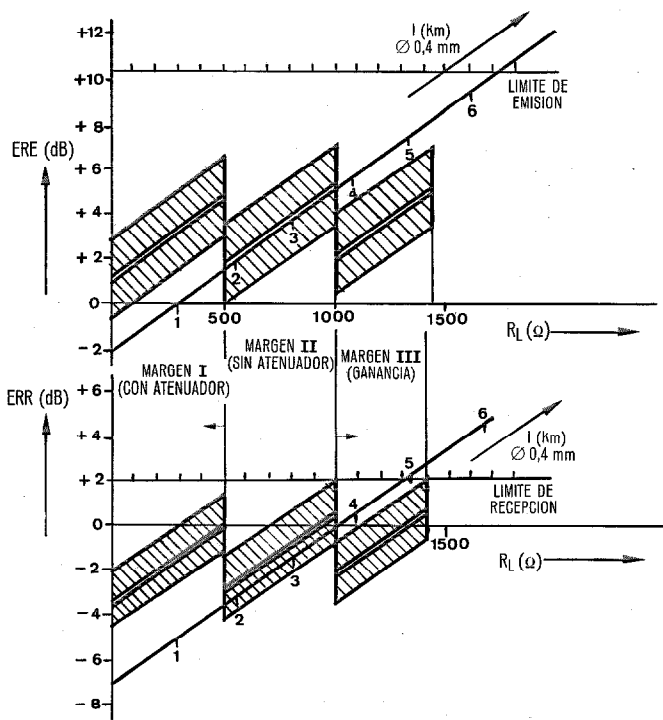


Fig. 8b Equivalente de referencia del aparato 611 para cable de 0,4 mm, llamada saliente en nueva PABX.

Conclusiones

En este artículo se ha explicado la importancia de una elevada calidad de transmisión en la vía de conversación de las centrales privadas automáticas que cursan tráfico telefónico y de datos con todo el mundo. Se han expuesto y definido las condiciones de la vía de transmisión, y se ha presentado una solución escogida para satisfacer las condiciones de transmisión en el futuro. Esta solución tiene la

ventaja de emplear una red de conmutación tipo MOS de bajo coste que, con el complemento de una unidad de amplificación y el control por procesador, puede utilizarse para igualar la atenuación. En las redes que cuentan con teléfonos regulados evita tener que equilibrar la corriente de bucle, y en los países que utilizan grupos de cápsulas, permite emplear un solo tipo de conjunto micrófono-receptor telefónico.

La igualación de la atenuación bajo control por procesador en las centrales privadas automáticas aumenta la flexibilidad, reduce el riesgo de fallos y simplifica el mantenimiento. En las redes de las centrales privadas puede controlarse la igualación mediante la programación, si están debidamente identificadas las líneas de extensión y de enlace. Los cambios en la memoria que puedan ser necesarios, por ejemplo como resultado de cambios de líneas, podrán realizarse en el futuro en la forma normal o por control a distancia desde un centro de mantenimiento.

Referencias

- [1] K. Stegman: Vergleichende Untersuchungen der Struktur und der Entwicklung der Fernsprechnetze in der Europäischen Gemeinschaft; Revue Officielle de la Fédération des Ingénieurs des Télécommunications de la Communauté Européenne (F.I.T.C.E.), mayo-junio 1976, volumen 15, n° 3, págs. 37-47.
- [2] L. Gasser y A. Van de Laar: Un método de análisis del equilibrado del efecto local en los aparatos de abonado; Comunicaciones Eléctricas, 1976, volumen 51, n° 3, págs. 196-199.
- [3] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Quinta Asamblea Plenaria, Ginebra, 4-15 diciembre 1972, Libro Verde, Tomo VI-I, Señalización y conmutación telefónicas, Recomendación Q. 44, Distorsión de atenuación, págs. 89-90. También en Tomo III-1, Transmisión en línea G.103, G.132 y G.151.
- [4] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Quinta Asamblea Plenaria, Ginebra, 4-15 diciembre 1972, Libro Verde, Tomo III-I, Transmisión en línea, Recomendación G.133, Distorsión de tiempo de propagación de grupo, págs. 55-56.
- [5] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT): Quinta Asamblea Plenaria, Ginebra 4-15 diciembre 1972, Libro Verde, Tomo VI-I, Señalización y conmutación telefónicas, Recomendación Q.45, Características de transmisión de una central internacional, págs. 90-99.
- [6] L. Gasser y K. Szechenyi: Space Division or Time Division Multiplex Switching Network in Modern PABX's; NTZ Communications Journal, 1978, volumen 31, n° 6, págs. 430-435.
- [7] L. Gasser y K. Szechenyi: Electronic Crosspoints in Space Division Switching Systems; Proceedings of the International Switching Symposium, Munich, 9-13 septiembre 1974, documento 215 N/1-9.
- [8] L. Gasser y K. Szechenyi: Fully-Electronic Space-Division Speech Path in Modern PABX Systems; NTZ Communications Journal, 1978, volumen 31, n° 10, págs. 747-751.
- [9] D. L. Richards: Telecommunication By Speech; Londres, Butterworth, 1973, 589 págs.
- [10] C. Bakker: Properties of Subscriber's Lines and their Influence on Telephone Transmission Performance; Netherlands Postal and Telecommunications Service, La Haya, 1976.

Lorenz Gasser nació en Yugoslavia en 1927. Entre 1944 y 1950 trabajó en una mina en la Unión Soviética. Después estuvo empleado tres años en una estación de energía en Württemberg. A continuación estudió en la Staatliche Ingenieurschule de Francfort y en 1956 se graduó como ingeniero de telecomunicación.

El mismo año ingresó en SEL, en donde se ha ocupado en el desarrollo de varias técnicas de transmisión y conmutación. Actualmente es jefe del laboratorio de transmisión y predesarrollo en el Grupo de Comunicaciones Privadas.

Funciones de explotación en una central privada automática con control por programa almacenado

Las funciones de explotación proporcionadas por la programación de la PABX ITT 4080 UNIMAT* cubren el uso y aplicación de una serie completa de servicios, y facilita el diagnóstico, la instrumentación y la recuperación. Esta lógica puede adaptarse rápidamente y con alto grado de confianza para cumplir exactamente las especificaciones de las autoridades locales de telecomunicación.

D. A. L. JENKINS

J. M. PERRY

ITT Business Systems Group, Potters Bar, Reino Unido

Introducción

La utilización del control por programa almacenado en el diseño de centrales privadas automáticas ofrece las ventajas de una mayor flexibilidad en cuanto a características técnicas y la facilidad de poder introducir cambios en la aplicación y explotación de éstas sin interrupción del servicio. También hay otras posibilidades, como funciones de diagnóstico incorporadas y complejos sistemas de medidas y registro de tráfico. El empleo del control por programa almacenado también impone ciertas condiciones al diseñador, principalmente la necesidad de inicializar el sistema y disponer de recuperación automática.

Las funciones que controlan la utilización y la aplicación de las características y que proporcionan facilidades de diagnóstico, medida y recuperación pueden denominarse funciones "administrativas" o de "soporte del servicio".

Este artículo discute estas funciones y su aplicación a la PABX ITT 4080 UNIMAT. Como se trata de un sistema con varios procesadores, se ha puesto particular énfasis en la seguridad de las funciones de soporte del servicio en caso de fallo.

Descripción del sistema

En la figura 1 aparece el equipo telefónico (circuitos de línea, matrices de conmutación, posiciones de operadora,

* Marca registrada del sistema ITT.

Tabla de abreviaturas

CEP	- canal entre procesadores
EDP	- procesador electrónico de datos
PABX	- centralita privada automática
RAM	- memoria de acceso aleatorio
ROM	- memoria de lectura sólo
UCC	- unidad central de control
URM	- unidad de recarga y mantenimiento

etc.) agrupado en submódulos de 256 elementos puerta cada uno, y cada submódulo está conectado a un controlador local mediante multiplexación. Cada controlador local (cuyo máximo es 12) consta de un microprocesador con una memoria de semiconductores de acceso aleatorio (RAM) de unos 64 koctetos.

La unidad central de control (UCC) es responsable esencialmente del tratamiento de las llamadas y tiene un microprocesador con hasta 512.000 octetos de RAM. Normalmente se equipan dos UCC, y las llamadas las atiende alternativamente cada una de ellas; en caso de fallo de una UCC, la que queda puede hacerse cargo de todo el tráfico previsto de la central. Las UCC se relacionan a través de un canal entre procesadores (CEP).

El procesador de cada controlador local está conectado a ambas UCC por canales dúplex con transferencia de bits en serie, independientes, que utilizan protocolos de mensajes rigurosamente definidos.

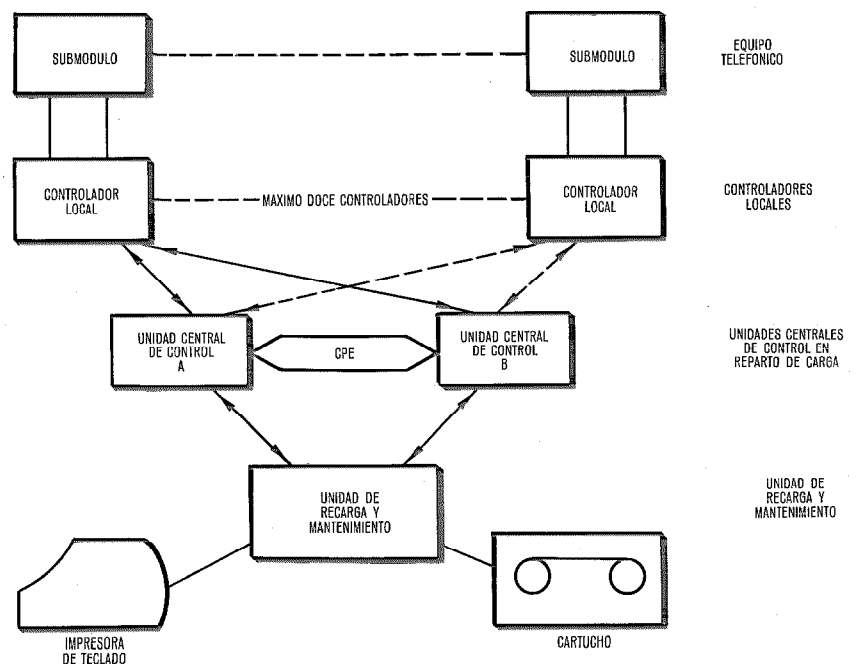


Fig. 1 Esquema de la ITT 4080 UNIMAT.

Otro procesador, la unidad de recarga y mantenimiento (URM), se encarga de las funciones administrativas de la central. La URM se comunica con ambas UCC mediante canales de datos en serie de alta velocidad y cuenta con varios dispositivos periféricos: un cartucho de cinta magnética de 4 pistas, que constituye la memoria auxiliar con la que se cargan todas las memorias de los procesadores, una impresora de teclado y un pequeño panel de control para la comunicación hombre-máquina.

La interconexión hombre-máquina del sistema se hace así a dos niveles:

- Mediante posiciones de operadora y aparatos telefónicos para el tratamiento de funciones telefónicas.
- Mediante los periféricos de la URM para las funciones administrativas.

Estas últimas funciones se discuten más adelante en las secciones de este artículo, bajo la siguiente clasificación:

- Cambio de datos de explotación
- Funciones de recarga
- Mantenimiento correctivo
- Medidas de tráfico

Previamente se expone el proceso de fabricación del paquete de programas específico de cada instalación.

Fabricación de los programas

El paquete de programas que controla el funcionamiento en tiempo real de una PABX ITT 4080 UNIMAT debe diseñarse considerando factores tales como:

- El tamaño de la central (en función del número de extensiones, operadoras, enlaces a la central pública, etc.).
- La posición en el equipo de cada uno de los elementos y de otros especiales como enlaces para conferencias múltiples, grabadoras de mensajes y contestadores centralizados.
- Las características técnicas aplicables (por ejemplo numeración abreviada, transferencia, búsqueda de grupos) y las categorías asignadas a los abonados para su acceso a aquéllas.
- El plan de numeración.
- Los protocolos de señalización definidos por la administración de telecomunicación del país en que debe funcionar la central.

En general, no habrá dos clientes que tengan exactamente las mismas necesidades en relación con esos factores, por lo que debe prepararse para cada instalación un paquete de programas diseñado a medida.

Al mismo tiempo, el carácter competitivo del mercado de centrales privadas automáticas exige que los programas de cada central puedan producirse rápida y económicamente, y con un grado muy elevado de confianza en la perfección de esos programas.

La necesidad de modificar algunas funciones como el diagnóstico de fallos y las mediciones por programa como consecuencia de la experiencia recogida durante el funcionamiento, junto con la necesidad de mejorar las características y facilidades que proporciona el producto, han tenido también influencia en la filosofía de diseño.

La estrategia seguida ha consistido, por tanto, en insistir fuertemente en la "garantía de los programas" durante las actividades de desarrollo y diseño. Técnicas como la pro-

gramación estructurada, el uso de lenguajes de alto nivel, lectura codificada y pruebas de unidades de diseño especial, y el desarrollo de una amplia gama de herramientas de prueba sofisticadas (analizadores de sintaxis, analizadores de lógica, simuladores, monitores) han permitido diseñar los programas en forma que puedan producirse automáticamente en una "fábrica de programación".

La fábrica de programas consiste, en esencia, en un sistema de proceso de datos, realizado con una unidad de proceso normalizada (IBM 370/158). La principal misión de este sistema es modificar las dimensiones y los valores de las estructuras de datos dentro de un paquete de programas "genérico", a fin de recoger las necesidades específicas del cliente (es decir, que los datos que se procesan forman parte de la programación). La utilización de un procesador en el proceso de gestión de pedidos proporciona también una base para la posterior mecanización de las funciones de ingeniería de clientes; procesos tales como la determinación de la configuración del equipo de la central y la producción de la documentación para el instalador y para el cliente, pueden aprovechar los archivos de datos del procesador.

En la figura 2 se muestra un esquema de los principales subsistemas de la fábrica de programas.

La etapa final en la producción de los programas específicos de una instalación consiste en la organización de los módulos de carga y de los módulos de datos fuera de línea según el formato requerido por los programas de recarga dentro del paquete de la central. Esta tarea comprende la ordenación secuencial de diversos componentes para una recarga eficaz y el cálculo y la inclusión de sumas de comprobación para evitar errores de lectura. Como el número de componentes a conservar en el cartucho variará según la configuración de la instalación, también es necesario construir un bloque índice que las rutinas de recarga pueden utilizar para localizar componentes determinados.

Cambio de datos de explotación

Los programas que a la instalación se entregan en un cartucho contendrán todos los datos permanentes (por ejemplo, qué características puede ofrecer la central o la cantidad de listas de números abreviados), así como los valores iniciales de datos tales como la asignación de facilidades a extensiones determinadas, y el contenido de las listas de numeración abreviada. Los datos de este último tipo se consideran semipermanentes, ya que las actividades de los usuarios de la central exigirán hacer cambios de vez en cuando, sin poner la central fuera de servicio.

La programación de la URM incluye, por consiguiente, un conjunto de programas de aplicación que pueden cargarse según las necesidades desde la memoria auxiliar (cartucho), para permitir la interrogación o el cambio de estos datos semipermanentes. El tipo de consulta y los detalles necesarios (por ejemplo, la identidad de una extensión o una nueva categoría) se introducen mediante la impresora de teclado, trabajando en modo interactivo de "pregunta y respuesta" y utilizando una sintaxis especialmente desarrollada. El subconjunto de la sintaxis que corresponde a una central en particular y la lengua madre que debe emplearse para las palabras clave se adaptan a las ne-

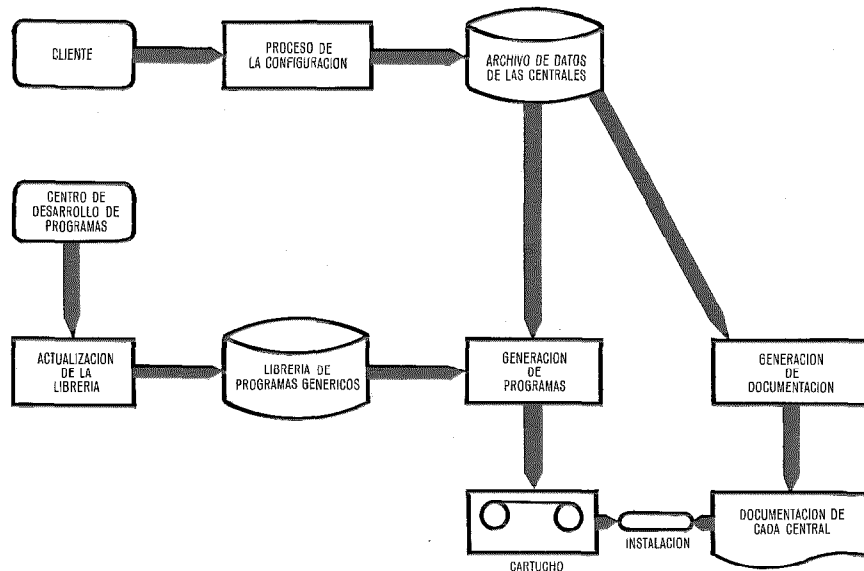


Fig. 2 Esquema de la fábrica de programas para la PABX ITT 4080 UNIMAT.

cesidades de la instalación durante la fabricación de los programas.

La lógica contenida en la URM lleva a cabo una validación completa de las peticiones de entrada, verificando tanto la aceptabilidad de los datos (por ejemplo, comprobaciones de formato y margen, consistencia con otros datos existentes) como la categoría necesaria del técnico para acceder a/o cambiar los datos indicados. Estas comprobaciones de seguridad se efectúan utilizando una combinación de bloques y contraseñas de equipo, estableciéndose también los niveles de acceso de acuerdo con las condiciones del cliente durante el proceso de fabricación de los programas.

Mientras que el procesador de la URM realiza esta validación, los procesos de tratamiento de llamadas en las UCC y en los controladores locales no se alteran, aunque la URM puede emitir peticiones hacia la UCC relativas al estado de algunos campos de datos.

Cuando se da por bueno un cambio de datos, se convierte en una dirección de memoria y un formato de valores con los programas de la URM, se inscribe en la memoria auxiliar (para que toda recarga posterior contenga los nuevos datos) y se pasa al procesador o a los procesadores en que residen los datos.

Los cambios cotidianos de datos operacionales pueden hacerse así en la instalación sin afectar al servicio de los usuarios de la central. La URM tiene también la facilidad de conectar una segunda unidad de cartucho y copiar el estado de los datos de la central en otra cinta que puede luego retirarse para su análisis fuera de línea.

Función de recarga

La recarga debe tener la máxima prioridad entre las funciones administrativas en una central con control por programa almacenado. A menos que se dupliquen todos los procesadores, una parada irrecuperable de un programa en un procesador dará lugar muchas veces a la pérdida de ser-

vicio para algunos o todos los abonados; aun cuando sea tolerable una duplicación completa desde el punto de vista de su coste, el fallo de un procesador aumentará considerablemente el peligro de una pérdida de servicio.

Con independencia de las condiciones de coste y espacio, la necesidad discutida en las dos secciones anteriores de manipular datos semipermanentes excluye la solución de residenciar todos los datos no temporales y programas en memorias solamente de lectura (ROM).

Como la recarga puede ser necesaria para volver a arrancar un procesador (o varios) que haya(n) fallado y provocado una pérdida de servicio, debe realizarse lo más rápidamente posible. No sólo debe activarse un disparador de recarga lo antes posible, sino que la realización de la recarga necesita ser rápida. A este respecto es preciso establecer un compromiso, ya que la recarga tiene que ser una función muy segura. El empleo de un canal de recarga con transferencia de bits en paralelo para conseguir bajos tiempos de recarga puede muy bien reducir la fiabilidad del propio canal; un canal con transferencia de bits en serie a alta velocidad puede requerir procesadores más rápidos de lo que sería necesario de otro modo y puede aumentar el peligro de que se produzcan alteraciones de la información en el canal.

El diseñador debe suponer que puede haber (y habrá) alteración de los programas y datos que se recargan en algún punto del camino total de recarga. Debe disponer de una protección (en forma de comprobaciones de sumas, comprobaciones de paridad o comprobaciones cíclicas de redundancia, según convenga) desde el periférico fuente implicado por la imposibilidad de una solución de sólo ROM hasta la memoria del procesador (o las de los procesadores) que se recarga(n).

El empleo de una configuración de varios procesadores ayuda a cumplir algunas de estas condiciones conflictivas. En comparación con una solución monolítica o muy centralizada, se reduce la cantidad de programas y datos necesarios por procesador, con la correspondiente disminu-

ción en la duración de la pérdida de servicio debida a fallo de un solo procesador. Esta mejora se acrecienta si se aprovechan las facilidades de generación de programas en la "fábrica de programación" para hacer que varios procesadores empleen un programa idéntico, acortándose el tiempo de recarga para el arranque o la situación de fallo importante, y disminuyendo la probabilidad de fallo del procesador debido a errores en el programa.

La menor cantidad de programas y datos por procesador facilita la prueba del desarrollo en la configuración de varios procesadores y da lugar a una menor probabilidad de fallo debido a errores de programa a nivel de sistema. Estas ventajas de paquetes de programas más pequeños "corriendo" en equipos procesadores comparativamente sencillos se considera que compensan el equipo adicional (y por consiguiente una mayor incidencia de fallos de equipo) que caracteriza la configuración de varios procesadores cuando se compara con una configuración más centralizada.

En la PABX ITT 4080 UNIMAT, los programas y datos de recarga están contenidos en el cartucho de la URM. El sistema operativo de la URM tiene tres monitores, uno de los cuales está siempre preparado para recibir órdenes de recarga y a su recepción se suspende cualquier actividad en curso en la URM. Si es preciso recargar una UCC, se carga una rutina secundaria de carga de la UCC desde el cartucho de la URM. Esta rutina de carga determina si hay que recargar algunos controladores locales y cuáles en particular, y extrae sus duplicados de carga de la URM y los envía a los controladores locales que lo precisen. La UCC se carga así con los programas duplicados en reserva.

Todos los procesadores tienen una pequeña rutina de carga primaria en ROM que emite peticiones de recarga y realiza la carga de la rutina secundaria en la memoria RAM.

Las cargas duplicadas se conservan en cartucho por bloques de 1000 octetos y se transfieren de un procesador a otro en lotes de 32 octetos. Durante la recarga se comprueba si los bloques y lotes corresponden a los pedidos y se realizan comprobaciones de sumas. La transferencia de los programas duplicados del cartucho a la URM está protegida por una comprobación cíclica de redundancia en cada bloque. Las rutinas de carga incluyen detección de errores y subrutinas de prueba de confianza del procesador. Además, la propia URM (que se carga de modo análogo con rutina primaria y secundaria) cuenta con pruebas relacionadas con su panel de control que se ejecuta antes de la carga desde el cartucho.

La disposición de los programas de carga duplicados en el cartucho de cinta de la URM está optimizada para realizar la recarga en un tiempo mínimo en caso de recarga completa del sistema; la central cursa tráfico cuando se han recargado los controladores locales y una UCC, y la recarga de la segunda UCC se lleva a cabo mientras el sistema está cursando tráfico.

Mantenimiento correctivo

Los crecientes costes de la mano de obra de mantenimiento y la complejidad estructural de los sistemas de programas almacenados en memoria con varios procesadores

destacan la necesidad de considerar la característica de diagnóstico de una PABX moderna como parte integrante del diseño del producto.

Una detección consistente de las situaciones de fallo se consigue mejor con la inclusión de mecanismos de tiempo real en la propia PABX, haciendo uso tanto del equipo (por ejemplo, el temporizador de vigilancia) como de los programas (por ejemplo, mensajes de sondeo). El número y el alcance de estos mecanismos está limitado por:

- su absorción de recursos de memoria y potencia de tratamiento,
- las limitaciones de coste del equipo,
- su propia fiabilidad,
- la inversión de desarrollo precisa.

Es necesario asegurarse de que la detección en tiempo real se aplica en puntos que permitan obtener el máximo provecho, es decir, donde la probabilidad de fallo es relativamente elevada y donde la información de diagnóstico derivada de una queja no es suficiente para localizar el problema.

Para que una PABX con un fallo pueda continuar en servicio con un efecto mínimo sobre el usuario, es preciso preparar ciertos mecanismos de detección de fallos para que, al ser activados, provoquen una reconfiguración automática.

Esta reconfiguración exige, a causa de las relaciones entre las unidades funcionales, la definición cuidadosa de una jerarquía de dependencias entre las unidades reconfigurables.

Al diseñar las facilidades de diagnóstico de la ITT 4080 UNIMAT, se ha prestado considerable atención a la semántica. La manifestación externa de un fallo se ha definido como un síntoma y se han utilizado seis clases de síntomas, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 - Clases de síntomas

Destrucción	Generado automáticamente; se provoca la reconfiguración.
Atención	Síntoma de destrucción con umbral ajustable.
No reconfigurable	Generado automáticamente; sólo se informa.
Recuperación	Generado automáticamente; se informa sobre la configuración restaurada.
Observación	Generado manualmente por el operario de mantenimiento.
Queja	Reclamación de un usuario.

A continuación se explica el método de diseño de diagnóstico en la ITT 4080 UNIMAT, habiéndose identificado unos 2600 casos de fallos (principalmente de equipo). Se han definido unos 90 síntomas generados automáticamente y se han identificado 150 síntomas potenciales de observación o queja. Para cada tipo de fallo se ha previsto la manifestación del síntoma y se ha buscado éste en una tabla de correlación sistema/fallo contenida en un procesador de EDP. Para cada síntoma se ha establecido una lista de unidades sospechosas sustituibles, lo que constituye esencialmente la base de datos de diagnóstico que utiliza la URM.

La forma de actuar consiste en pasar la notificación de la presencia del fallo a un registro intermedio de cada UCC, de donde la extrae la URM como suposición. Al tratar un

síntoma, la URM realiza una prueba de confirmación y puede deducir una lista abreviada de elementos sospechosos examinando los síntomas correspondientes, dando instrucciones para pruebas manuales o cargando programas específicos de localización que se ejecutan en la zona deseada de la PABX.

La URM ayuda al operario de mantenimiento en el proceso de sustitución de elementos de la lista de sospechosos, haciendo automáticamente todos los cambios de estado necesarios (reconfiguración) en las unidades funcionales de la PABX antes y después de la sustitución. Cuando el operario indica que se ha realizado una sustitución, la URM repite su prueba de confirmación antes de volver a poner una unidad en servicio (si la confirmación es positiva) o señalar el elemento siguiente de la lista de sospechosos (si la confirmación es negativa).

La base de datos de diagnóstico de la URM incluye las tablas necesarias para reclacionar el tipo de elemento a reemplazar, su posición física y la jerarquía de estado; estas tablas dependen de cada instalación y se obtienen como una parte más del proceso de fabricación de la programación. La base de datos incluye también listas de sospechosos para tratar observaciones y quejas, que pueden entrar manualmente en la URM y ser luego tratadas como se ha descrito anteriormente.

Los síntomas se agrupan por su gravedad en urgentes, semiurgentes, no urgentes y sin alarmas, y se registran, junto con su historia de reparación posterior, en el cartucho de cinta de la URM. La UCC origina la aparición visual de los síntomas urgentes y semiurgentes en una posición de operadora.

Instrumentación y medidas de tráfico

Una PABX controlada por programa almacenado exige una instrumentación sofisticada (para verificar cálculos de diseño y proporcionar datos de diseño) y ofrece la oportunidad de hacer complejas medidas de tráfico sin disponer de equipo adicional, ni provisional ni fijo.

El principal problema para definir este tipo de funciones administrativas reside en decidir qué medidas no deben hacerse. Normalmente esta decisión está condicionada, por una parte, por las exigencias de la administración de telecomunicación y, por otra, por la incertidumbre en el momento del diseño sobre donde quedarán las zonas sensibles de funcionamiento. Además, las medidas consumen recursos del sistema sin añadir nada directamente al funcionamiento o a las características de servicio del usuario, y en consecuencia la economía de su realización es una condición importante.

El criterio general adoptado para la PABX ITT 4080 UNIMAT puede resumirse en lo siguiente:

- Las medidas deben poderse seleccionar siempre que sea posible.
- Los procesadores de tiempo real (UCC, controladores locales) deben hacer sólo medidas escuetas, dejando la

manipulación de los datos para obtener los resultados de salida a cargo de la URM.

- Siempre que se pueda elegir, la memoria para recoger las medidas debe estar en la UCC con preferencia al controlador local.

La manipulación de datos en la URM minimiza la carga en el espacio de memoria de la UCC y la ocupación de procesador, lo que es práctico, ya que los canales UCC-URM necesitan ser de gran capacidad para que se reduzcan los tiempos de recarga. De forma análoga, es más económico utilizar la memoria de la UCC para medidas que almacenar medidas en los controladores locales, que están duplicados y que procesan en tiempo real en lugar de llamada a llamada. Frecuentemente la aparición de un suceso medible necesita ser transferido de todas las maneras a la UCC como parte del proceso de manejo de la llamada, de forma que no se impone un aumento significativo a la cantidad de datos a transferir a través de los canales UCC - controlador local.

Las medidas efectuadas en la PABX se registran en el cartucho de cinta de la URM y los resultados de salida se obtienen en la impresora de la URM. Si es preciso, pueden añadirse otros periféricos exclusivos para este fin.

Conclusión

La explotación de las complejas y variables facilidades que puede ofrecer una PABX con programas en memoria exige disponer de poderosas herramientas de generación de programas y de un sistema inteligente de interconexión de la PABX con el control. Este puede conseguirse con un procesador especializado que se haga cargo de las funciones administrativas.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer la colaboración de muchos colegas de ITT, especialmente la de D. Alexander y la del Dr. F. G. Bowden, ambos del International Data Engineering Centre.

David Jenkins nació en Londres en 1939. En 1961 obtuvo el Diploma en Tecnología y consiguió ser Chartered Engineer en 1967. Ingresó en ITT DSD en 1968 y es ahora consultor en el International Data Engineering Centre, ITT BSCG.

Jeff Perry nació en Londres en 1940. En 1961 se licenció en matemáticas en la Universidad de Londres. En 1974, tras varios años de especialización en la programación de líneas de producción y sistemas de control de materiales para la industria automóvil, ingresó en ITT DSD para diseñar y desarrollar el servicio de producción de programas para la serie 4080 UNIMAT.

Referencia

- [1] W. Bezzel: La gama de sistemas PABX UNIMAT de ITT; Comunicaciones Eléctricas, 1978, volumen 53, nº 3, págs. 212-218 (en este número).

Lenguaje de descripción de llamadas

Se ha desarrollado un lenguaje de alto nivel para descripción de llamadas con objeto de simplificar la traslación de las características especificadas de un PABX, al programa real que obtenga dichas características.

I. BLACKHURST

J. S. GANDEE

ITT Business Systems Group, Potters Bar, Reino Unido

Introducción

La especificación del tratamiento de llamadas en un moderno sistema PABX, de cierta complejidad, requiere un método de definición de especificaciones tal que pueda avanzarse mediante un procedimiento directo desde la formulación comercial del requerimiento hasta su realización final. En este artículo se describe el procedimiento que a este fin se ha desarrollado y que se ha aplicado a la producción de un PABX controlado por programa almacenado. En él se utiliza el lenguaje de descripción de llamadas, lenguaje de alto nivel empleado para programar la función de tratamiento en el PABX ITT 4080 UNIMAT*.

Especificación funcional

Máquina de estados finitos

Las exigencias funcionales de un conmutador telefónico difieren de muchas aplicaciones de ordenadores en tiempo real en que aquí se hace necesario asociar temporalmente, pero durante un tiempo relativamente prolongado, los diversos órganos telefónicos que participan en una sola llamada.

En la mayoría de los sistemas convencionales, esta asociación sólo existe en el área de control durante la selección de la vía de conversación, siendo atendida durante el resto de la llamada por los procesos de supervisión y señalización sobre la vía establecida. Sin embargo, la matriz de conmutación del PABX ITT 4080 UNIMAT está constituida por puntos de cruce de estado sólido y no permite fácilmente el paso de señales de CC, por lo que es preciso realizar toda la supervisión y la señalización a través de la parte de control; esto a su vez implica que los órganos telefónicos que toman parte en la llamada deben permanecer asociados en el área de control durante todo el tiempo de la misma.

El área de control del PABX ITT 4080 UNIMAT está formada por una pareja de microprocesadores y sus memorias asociadas, que pueden programarse para realizar esta función de control de la llamada.

Existen dos métodos generales de controlar procesos en tiempo real: el de exploración y el que sigue a eventos. El primero compara efectivamente los estados del proceso a intervalos regulares sucesivos, iniciando nuevas acciones cuando detecta un cambio de estado. El segundo permite que el control permanezca ocioso hasta que ocurra un cambio de estado. Generalmente el método seguidor de eventos es más adecuado a procesos complejos en los que suelen existir variaciones importantes en la cantidad de tratamiento requerido para cada cambio de estado.

* Marca registrada del sistema ITT

Tabla de abreviaturas

CC	- corriente continua
CDL	- lenguaje de descripción de llamadas (call description language)
ITP	- programa de prueba interpretativo
PABX	- centralita privada automática
SDB	- bloque de descripción de estados
TDB	- bloque de descripción de transiciones
TVM	- máquina telefónica virtual

Puede también utilizarse un sistema seguidor de eventos para atender las necesidades de tratamiento más complejas que aparecen a partir de cambios de estado detectados por un sistema de exploración. El "evento" se genera entonces en la adaptación entre el sistema de exploración y el seguidor de eventos, lo cual puede hacerse enteramente a base de programas. En el PABX ITT 4080 UNIMAT se adopta esta estrategia, con el resultado de que la programación de tratamiento de llamadas sigue exactamente a los eventos procedentes del sistema de exploración periférica.

La realización racional del sistema seguidor de eventos es la máquina de estados finitos (Fig. 1). Esta es, en efecto, una máquina con un número finito de estados permanentes diferenciados, entre los que puede haber transiciones desencadenadas por sucesos externos.

Máquina virtual

Es manifiestamente imposible definir cada uno de los estados permanentes de llamada posibles aun en el caso de una central telefónica pequeña, ya que el número total de estados aumenta aproximadamente con el cuadrado de órganos telefónicos. Sin embargo, si se consigue aislar una sola llamada, solamente deberán encontrarse los medios de definir los estados permanentes de una determinada llamada, al tiempo que un proceso capaz de tratar simultáneamente varias llamadas.

La emulación es un proceso bien establecido mediante el cual un ordenador puede ejecutar los programas escritos en el repertorio de instrucciones de otro ordenador; se dice entonces que el ordenador emulado es una máquina virtual. El concepto puede avanzar varios pasos hasta, por ejemplo, prescindir de la existencia física del ordenador emulado, que se reduciría a un conjunto de instrucciones definido arbitrariamente; el emulador puede también utilizar técnica de multiproceso, que le permite emular a varias máquinas virtuales simultáneamente.

La aplicación de todas estas técnicas permite llegar a definir arbitrariamente un juego de instrucciones adecuado para programar una máquina de estados finitos que atiende a una sola llamada telefónica. El siguiente paso es que un

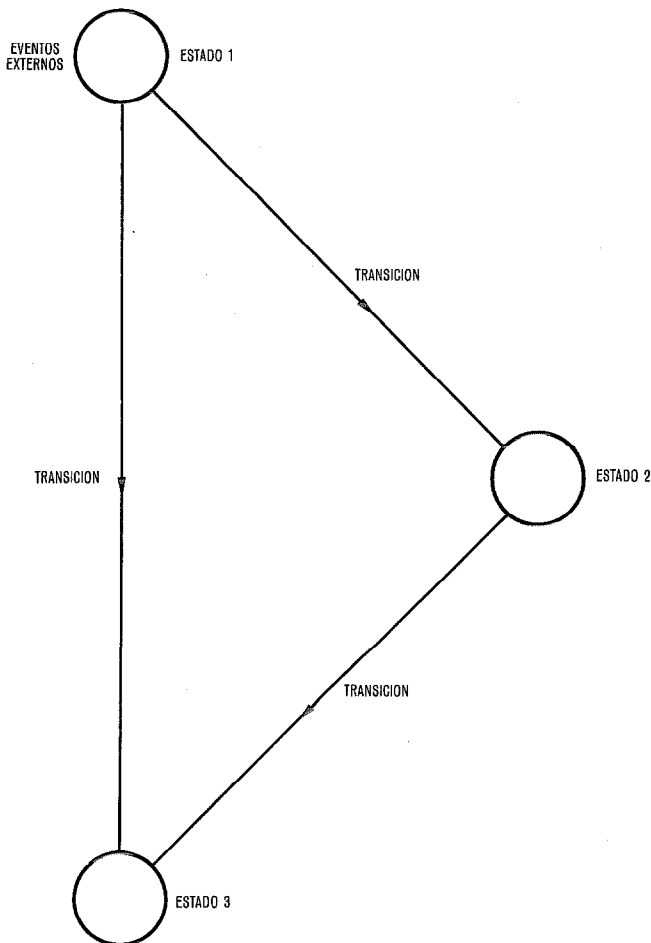


Fig. 1 Máquina de estados finitos.

ordenador real sea programado (por multiproceso) para emular las máquinas de estados finitos necesarias para cursar todas las llamadas que pueda esperar el sistema en el periodo de mayor tráfico.

Estructura del lenguaje

Descripción general

La especificación completa de una máquina de estados finitos requiere describir detalladamente cada uno de los estados permanentes, así como las transiciones requeridas para cada uno de los eventos que puedan suceder en ese estado.

En realidad, esta especificación sería redundante (por ejemplo, bloque de descripción de estados), por cuanto es posible obtener la descripción de transiciones del examen de sus estados iniciales y finales, o bien obtener las descripciones de los estados realizando las transiciones necesarios desde el estado "cero". Este último sistema se utiliza en el PABX ITT 4080 UNIMAT.

La función general de la máquina es permanecer en un estado hasta que suceda un evento, determinando entonces la naturaleza del mismo y realizando las acciones que se detallan en la correspondiente descripción de transición para el cambio al siguiente estado permanente. En la práctica, no podemos aislar por completo el tratamiento de una lla-

mada del resto del sistema, ya que se verá afectado por otras llamadas que pueden tener acceso a los mismos órganos telefónicos por el estado actual de la base de datos (que puede ser modificado por acciones de mantenimiento), y también por ulteriores eventos que no hayan sido todavía sometidos a tratamiento, debido al tiempo finito de respuesta del sistema (colisiones de llamadas, por ejemplo). Es necesario asimismo comunicar con el entorno de la llamada y modificar la transición de acuerdo con ello: en suma, se requiere una declaración de acción condicional.

En la figura 2 se presenta un organigrama del programa general de transición de estados. Naturalmente puede darse en cualquier medida la bifurcación condicional a pruebas del entorno, resultando descripciones de transición de bastante complejidad.

Estructura detallada del CDL

Requerimientos subsidiarios de diseño. El CDL ha sido desarrollado por el ITT International Data Engineering Centre como lenguaje general de programación de máquinas de estados finitos y se utiliza para una determinada aplicación telefónica: el tratamiento de llamadas en el PABX ITT 4080 UNIMAT.

Este lenguaje sigue muy de cerca la estructura delineada en la sección anterior, habiendo sido definido también para empleo en programación estructurada, con las mejoras correspondientes en facilidad de lectura y de mantenimiento. Se ha intentado que el lenguaje sea muy próximo al inglés escrito (evitando abreviaturas y mnemotécnicos) y que pueda leerse y comprenderse por personas que no sean programadores. Como documentación del tratamiento de llamadas sólo se necesitan los listados de los programas.

Estructura de bloques. El formato general del lenguaje adopta una disposición de bloques alojados unos dentro de otros (Fig. 3). Los tipos de llamadas son grupos de estados relacionados, que constituyen los caminos de las llamadas

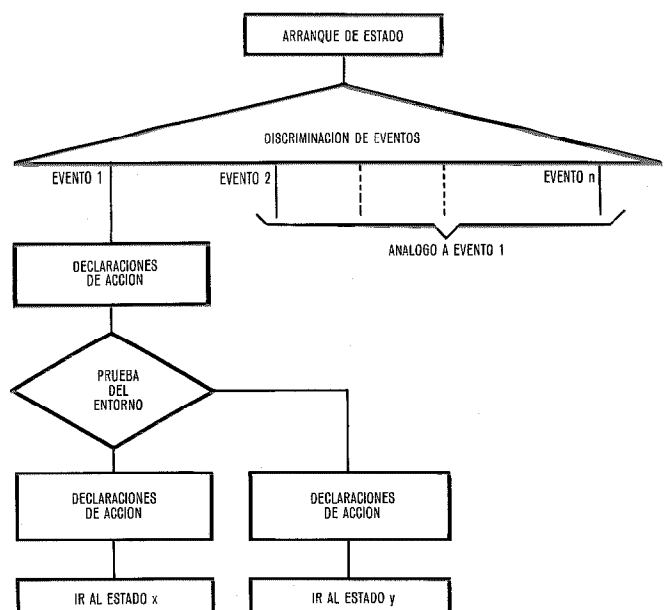


Fig. 2 Organigrama del programa de transición de estado.

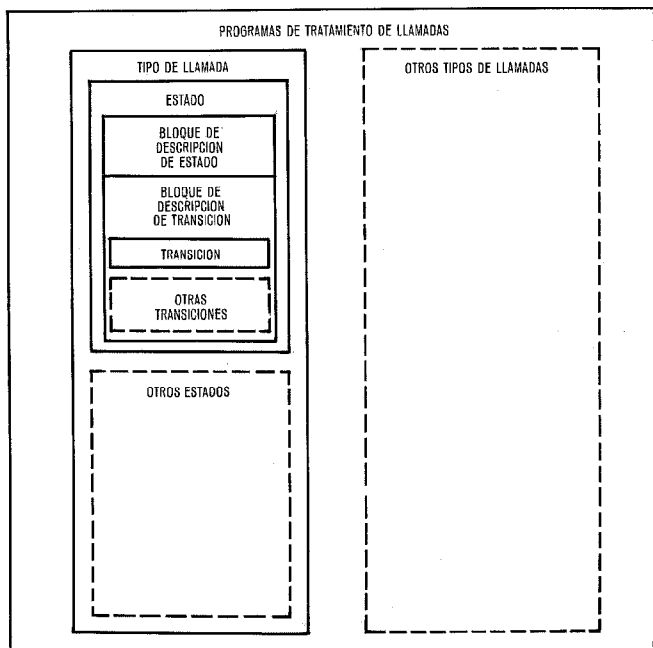


Fig. 3 Estructura de bloques del programa CDL.

más comunes, junto con los estados de los caminos subsidiarios relacionados. La división en tipos de llamadas es arbitraria, por conveniencias administrativas. El bloque de estados se divide en bloque de descripción de estados (SDB) y bloque de descripción de transiciones (TDB).

Bloque de descripción de estados. El SDB es redundante y se le suprime del código final (implementación del lenguaje CDL). Se retiene, sin embargo, en código fuente una descripción de las principales características de los estados permanentes, con objeto de facilitar más la lectura evitando la necesidad de empezar en el estado "cero" hasta elaborar la descripción del estado actual, y para que la redundancia obtenida pueda ser aprovechada para revisión por los programas de prueba de unidades.

Bloque de descripción de transiciones: El TDB contiene un bloque de transición por cada evento significativo, el cual consta del nombre del evento seguido por las declaraciones de acción ("verbos") que, en realidad, dirigen la transición. Un bloque especial permite definir una sola transición para todos los eventos no significativos, usualmente un retorno inmediato al estado presente. Los verbos son de dos tipos principales: unos son sencillas declaraciones de acción que producen modificación en el entorno de la llamada, y otros son declaraciones condicionales que prueban el estado actual del entorno. Dado que los tiempos de tratamiento no son despreciables y que se necesitan secuencias rápidas de prueba/acción o acción/prueba, se precisan verbos compuestos que puedan iniciar tales secuencias. La extensión del uso de declaraciones condicionales de prueba permite la parametrización de los eventos, merced a la cual eventos similares pueden llevar el mismo nombre con diferentes parámetros. Se utiliza en este caso un bloque de transición único, unido a un verbo que prueba el valor paramétrico del evento.

Nombres de órganos y otros parámetros verbales. Esta última posibilidad adquiere un significado especial, puesto que hay que generalizar las descripciones de transiciones a fin de que puedan aplicarse a muchas llamadas individuales diferentes entre órganos telefónicos del mismo tipo, o de tipos análogos. Ello es posible mediante la utilización del parámetro de evento (que no aparece explícitamente en el código CDL) para indicar un órgano telefónico determinado. Se asigna entonces, mediante un verbo especial, una etiqueta, un nombre formal a ese órgano durante el resto de la llamada. El nombre formal puede luego utilizarse explícitamente como parámetro verbal para que las acciones realizadas por un verbo puedan dirigirse a cualquier órgano telefónico identificado por un nombre formal.

Diferentes tipos de parámetros verbales tienen otras aplicaciones; así por ejemplo, los verbos que dirigen la prueba a una determinada parte del entorno de modo condicional, o bien el parámetro introduce una modificación no esencial en la función del verbo. En este caso el "significado" del parámetro se incorpora en la máquina virtual como parte del programa de interpretación del verbo.

No es necesario comprender totalmente las complejidades inherentes al conmutador telefónico ni a la máquina virtual, para poder utilizar el lenguaje. Una vez asimilados los principios básicos de separación de llamadas individuales, de estados y transiciones, y de parámetros de evento y de verbo, es cosa sencilla escribir y leer el lenguaje, como puede comprobarse en el listado de un pequeño estado en CDL (Fig. 4).

```

STATE: AAC08, EXTENSION-EXTENSION, LI-RECEIVING-BUSY-TONE;
//
DEVICES: LI (NON-INTRUDABLE) (BUSY-TONE);
//
PATHS: NONE;
//
TIMEOUTS: LI BUSY-TONE;
//
@ RESOURCES: NONE; @/
//
@ CALL-CONDITIONS: NONE; @/
//
@ TERMINAL-CONDITIONS: NONE; @/
//
@ CLASSES-OF-SERVICE: NONE; @/
//
EVENT-LIST: LI-DISCONNECTS,
            BUSY-TONE-TIMEOUT-EXPIRES,
//
            OTHERWISE: IGNORE; } NON-SIGNIFICANT EVENT
//                                     TRANSITION
//
*****
EVENT, LI-DISCONNECTS;
//
CANCEL-TIMEOUT (LI, BUSY-TONE);
//
DISCONNECT-TONE (LI, BUSY);
//
RELEASE (LI);
//
END-CALL;
//
***** //
EVENT, BUSY-TONE-TIMEOUT-EXPIRES;
//
*****
//
ACKNOWLEDGE-TIMEOUT (LI);
//
WHEN LI IS CAMPED-ON,
THEN START-TIMEOUT (LI, BUSY-TONE);
NEWSTATE (AAC08, LI-RECEIVING-BUSY-TONE);
//
NEHW,
//
/LI IS-NOT CAMPED-ON/
//
DISCONNECT-TONE (LI, BUSY);
//
CEDE (LI, PARKED);
//
END-CALL;
//
NOTE: LI is an extension formal name.
    
```

Fig. 4 Estado pequeño típico en lenguaje CDL.

Realización del CDL

Una vez definidos los principales requerimientos en términos de especificación funcional y de estructura del lenguaje, hay una serie de funciones subsidiarias que aumentan la facilidad de utilización de un diseño dado. El objetivo es normalizar la utilización de técnicas de programación estructurada para todos los lenguajes, ya sea de aplicación general o de aplicación especializada como el CDL. La vinculación de esta tarea con el desarrollo requiere asimismo que se intente la predicción del futuro, en el que los medios de diseño han de tener la mayor flexibilidad posible. El requerimiento de ejecutar los programas compilados en CDL directamente en la máquina objeto, condujo a un sistema en el que los códigos CDL se interpretaban en línea, en lugar de ser compilados hasta el nivel del lenguaje de la máquina objeto. Así se consiguió poder retrasar la elección del ordenador central sin afectar a los plazos de implantación del compilador CDL.

En el diseño del CDL se han adoptado los tres elementos constructivos necesarios para que el lenguaje sea compatible con las técnicas de programación estructurada: la declaración sencilla, la macro "if then else" y la macro "do while". Por su naturaleza, sin embargo, los programas de tratamiento de llamadas, aplicados a una sola llamada, no contienen procesos iterativos y por consiguiente no se ha utilizado la "do while". Además, con el fin de hacer más claros ciertos aspectos del lenguaje, se han añadido extensiones de la "if then else", a saber, la "when then" y la "case". No hay ningún "go to" explícito en el lenguaje ni se ha encontrado ninguna necesidad de ello en esta aplicación.

Como se pretende que el lenguaje CDL sea un instrumento útil en la realización del sistema, en su diseño se ha cuidado de que el lenguaje en sí no resulte un corsé rígido que impida al tratamiento de llamadas seguir su esquema normal de implantación.

Se ha conseguido la requerida flexibilidad adoptando una estrategia según la cual la definición actual del lenguaje es la entrada en el primer paso del proceso de compilación. Hay dos partes en el CDL, una fija y otra flexible. Las macroinstrucciones básicas constituyen la parte fija del lenguaje, mientras que los verbos y sus parámetros forman la parte extensible del mismo. Cualquier cambio en el nombre de verbos, identidad de parámetros, etc., no implica la reescritura ni siquiera la modificación del compilador. Los cambios se hacen simplemente en la definición de formata de Backus Naur (BNF), que es la entrada a la primera etapa del compilador. Seguidamente esta etapa construye las tablas necesarias para la parte dedicada a explorar la sintaxis del proceso.

La fase de compilación toma estas tablas junto con el código fuente CDL y realiza el análisis sintáctico y de léxico del código. La salida de este proceso son grandes series de datos en ESPL1 (el lenguaje de alto nivel de ITT) que se unen para formar las zonas de datos en CDL en la memoria del procesador. Como se mencionó anteriormente, estos datos se interpretan en línea para conseguir las funciones de procesamiento de llamadas necesarias.

Máquina telefónica virtual

La filosofía de la máquina de estados finitos utilizada en el sistema PABX ITT 4080 UNIMAT ha sido descrita al comienzo de este artículo. La principal ventaja de este proceder es que descarga al programador de CDL de los problemas asociados con la programación en el tiempo y la ejecución de tareas múltiples, que son propias de un sistema complejo en tiempo real. El lenguaje CDL se escribe como si la llamada considerada fuera la única del sistema. Las instrucciones contenidas en los verbos CDL son interpretadas por una máquina telefónica virtual (TVM), que controla su secuencia en el tiempo y los aspectos relacionados con la multiplicidad de tareas. La denominación de máquina virtual responde a que aparece como máquina objeto en lo que se refiere al lenguaje CDL; así pues, el CDL se compila y carga en dicha máquina, que ejecuta entonces todas las instrucciones secuencialmente, a menos que llegue a una directiva del tipo bifurcación. Esto es análogo al ensamble, carga y ejecución de un programa de miniordeador. La máquina virtual misma está escrita en un lenguaje de alto nivel (ESPL1), que se compila para producir el código-máquina requerido para la ejecución en microprocesadores. Básicamente la TVM está formada por un gran número de procedimientos lógicos que llevan a cabo las acciones requeridas para cada verbo. La mayoría de los verbos tienen uno o varios parámetros y la acción lógica correspondiente depende a menudo de cuales son los parámetros presentes.

Instrumentos del desarrollo

Una vez que el CDL se ha pasado a las hojas de codificación puede evidentemente ser tratado de idéntica manera que cualquier otra forma de programa.

Es imposible escribir compiladores que se ejecuten sobre la máquina objeto y que en ello participe un gran equipo de programadores, cuando se trata de microprocesadores. La única solución es escribir un compilador de doble entrada en una gran unidad central de ordenador; el fichero de salida compilado se forma a partir del fichero fuente en CDL y de una versión previamente procesada del formato Backus Naur (Fig. 5). El fichero de salida se utiliza a su vez como entrada para la etapa de encadenamiento del proceso compilador y para el proceso de prueba fuera de línea que se ha desarrollado específicamente para el CDL.

En el bloque de descripción de estados se describe en CDL cada uno de los estados permanentes, en formato legible por máquina, merced a lo cual puede escribirse un programa que acceda a la referida descripción, que interprete en términos de recursos las diferentes secuencias codificadas que se producirían como consecuencia de todos los eventos posibles en ese estado, y que compare las descripciones de estado derivadas de este proceso con las descripciones que realmente están codificadas en el lenguaje CDL. Esto permite una verificación completa del CDL a nivel de recursos (evidentemente, no podemos comprobar de modo automático que el programador ha implementado la acción telefónica correcta). El programa referido se denomina programa de prueba interpretativo (ITP) y se utiliza en la operación, proporcionando una primera com-

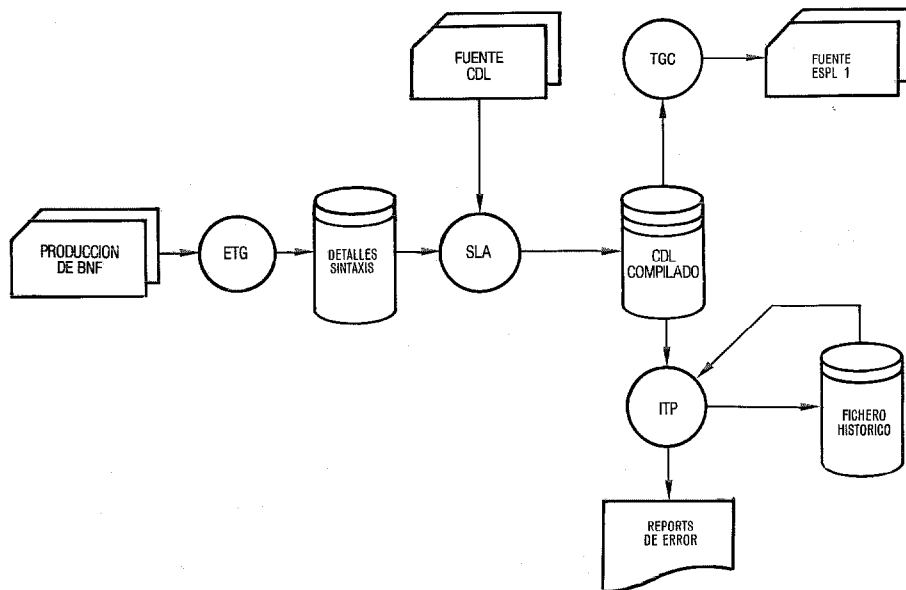


Fig. 5 Proceso de compilación del CDL.

probación de la corrección del lenguaje, particularmente útil en circunstancias de mayor complejidad de los códigos CDL que de costumbre, o cuando existen interacciones entre los trabajos de varios programadores.

La base para los procedimientos de revisión del ITP es la definición de recursos de cada verbo CDL, escrita en otro lenguaje específico de aplicación, denominado META CDL. Se describe en ella cada verbo con todos los parámetros o combinaciones de parámetros permisibles, de manera que refleje el código que interpreta ese verbo en línea en la máquina telefónica virtual. La descripción META CDL del verbo es más precisa, en lo que se refiere al entorno de operación correcto para ese verbo en particular que el compilador CDL. La salida del ITP consiste en un informe de error, que señala aquellas secuencias del CDL en las que se han detectado inconsistencias, con el fin de que el programador pueda determinar si el fallo reside en el código CDL o en la descripción del estado.

El CDL se programa en su totalidad utilizando un ordenador IBM370 de tipo general, desde la generación y edición de códigos y la posterior compilación y prueba fuera de línea, hasta el "encadenamiento" y generación de las declaraciones de datos en ESPL 1. Por esto es posible que en esta operación participen compañías de ITT, creadoras de sistemas en toda Europa, ya que colaboran en hacer del

PABX ITT 4080 UNIMAT un producto europeo. Se ha simplificado así grandemente la transferencia de información y se ha podido facilitar soporte y mantenimiento a las compañías participantes.

Reconocimiento

Los autores desean agradecer el apoyo y aliento recibido de sus colegas del International Data Engineering Centre y de Standard Telecommunications Laboratories. Particularmente desean destacar a D. Alexander por sus directrices técnicas, a J. C. Rogers por sus esfuerzos en la realización del programa de prueba interpretativo y al Dr. F. G. Bowden.

Ian Blackhurst nació en 1944. En 1965 obtuvo el título de ingeniero electricista en el Imperial College de Londres. Ingresó en ITT DSD (ahora IDEC) en 1975 como jefe de grupo, trabajando en la programación del proceso de llamadas para el PABX 4080 UNIMAT y llegó a miembro de la System Design Authority para ese proyecto en 1978.

J. S. Gandee nació cerca de Londres en 1942. Obtuvo el BSc en física y matemáticas en la Universidad de Leicester en 1965 e ingresó inmediatamente en STC IESD. Después de trabajar en el amplio campo de conmutación de mensajes, trabajó en el proyecto 4080 UNIMAT desde la creación del grupo de programación. Ahora es jefe de integración del programa para el 4080 UNIMAT en ITT Business Systems IDEC.

Equipo de línea coaxial de 60MHz, sobre rutas de cable existentes

Mediante el equipo de línea de 60MHz se puede multiplicar por cuatro la capacidad de transmisión de las rutas coaxiales actuales. Se ha instalado este sistema en Austria, sobre una ruta existente de 44 km de longitud, y que previamente se había explotado con sistemas de 4 MHz y 12 MHz. No aparecieron dificultades importantes y las pruebas han demostrado la alta calidad de los nuevos canales, que también son adecuados para transmisión de TV.

L. BECKER

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

W. SIMOTTA

Generaldirektion für die Post- und Telegraphenverwaltung, Viena, Austria

Introducción

Las necesidades de nuevos circuitos en la red telefónica interurbana de Austria, que crecen a un ritmo del 10% anual, se satisfacen exclusivamente con sistemas de portadoras. Alrededor del 60% de los circuitos interurbanos utilizan sistemas de cable coaxial. Hasta ahora habían sido suficientes los sistemas de 4 MHz y 12 MHz para atender las necesidades de tráfico. No obstante, alrededor de 1974 fue necesario comenzar a prever la instalación de sistemas de 60 MHz en algunas rutas.

Se decidió iniciar un proyecto piloto en la sección de cable Villach-Klagenfurt para así obtener experiencia en la instalación y utilización de este modernísimo sistema de transmisión analógico. Se eligió precisamente esta ruta porque Villach es un punto nodal en la red de cables coaxiales. Confluyen allí tres cables, con cuatro tubos cada uno, que sirven de portadores a sistemas de 12 MHz. Dichas rutas son Villach-Klagenfurt, Villach-Bischofshofen y Villach-Udine. La entrada en servicio de la conexión internacional con Italia habría obligado a la instalación de un segundo sistema de 12 MHz en los pares coaxiales del cable Villach-Klagenfurt. Pero esto habría significado a su vez la necesidad de tender un nuevo cable en cuanto el crecimiento del tráfico saturase este segundo sistema. Para evitar el tendido de un nuevo cable en esta zona turística densamente poblada, con su difícil situación geológica, se prefirió instalar un sistema de 60 MHz, siempre y cuando se demostrase que los pares coaxiales en servicio y vacantes eran adecuados para este tipo de aplicación.

Descripción de la ruta

El cable Villach-Klagenfurt se tendió en 1961. Se trata de un cable con cubierta de plomo y armado con cintas de acero que contiene cuatro pares coaxiales 2,6/9,5 mm y cinco cuadretes en estrella intersticiales, de 0,9 mm. Una firma de Viena fabricó la mayor parte del cable, pero Standard Telephones & Cables, de Londres, suministró a su vez algunas de las secciones (alrededor de 4,5 km). Los largos de fabricación se agruparon durante el tendido de forma que la diferencia de impedancias características en cualquier empalme fuese inferior a 0,2 Ω.

La ruta del cable entre Villach y Klagenfurt pasa al sur del Wörthersee, tras una cadena de colinas. La figura 1 muestra la situación geográfica, y la figura 2 la disposición

de la ruta. Los puntos de repetición 6, 12, 18 y 24 son casetas que se construyeron para los repetidores de válvulas de los sistemas de 4 MHz. Este sistema se retiró del servicio en 1975. Los puntos de repetición 3, 9, 15, 21 y 27 son cámaras de hormigón en las que se alojan los contenedores de los repetidores del sistema de 12 MHz existente.

El sistema de 60 MHz requiere dos nuevos puntos de repetición entre cada dos existentes, espaciados unos 1,5 km. De esta forma se llega a una disposición de la ruta como la que se muestra en la figura 2. Teniendo en cuenta las condiciones preliminares de la ruta, se decidió instalar repetidores de 60 MHz regulados por piloto en cada una de las cuatro casetas, aunque ello significase un repetidor regulado por piloto solamente cada cinco repetidores controlados por temperatura. Por otro lado se decidió que los repetidores controlados por temperatura fuesen instalados en las cámaras de los puntos de repetición del sistema de 12 MHz, aunque en tales puntos sea peor el apantallamiento térmico con relación a la temperatura de la superficie. Por esta razón, el control de la ganancia del repetidor,

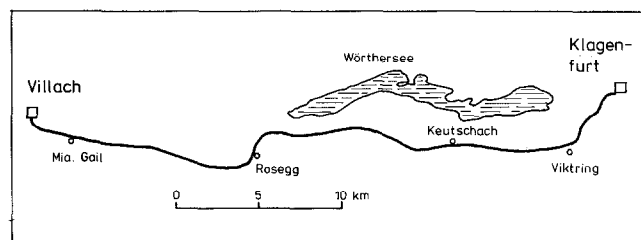


Fig. 1 Mapa de la ruta.

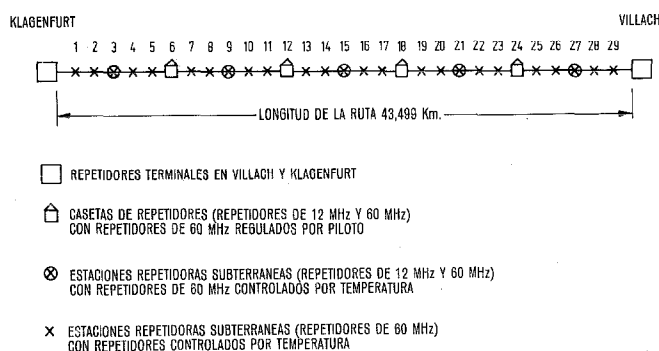


Fig. 2 Disposición de la ruta.

basado en la temperatura, no funcionará en óptimas condiciones en estos puntos de repetición, pero a pesar de todo siempre será más ventajoso que el funcionamiento con ganancia fija, con la ventaja adicional de que solo se necesitan dos tipos de repetidores, en lugar de tres.

El primer paso fue investigar, en septiembre de 1976, las características de los pares coaxiales vacantes N° 1 y N° 2, por lo que respecta a la atenuación y a las reflexiones internas. Las pruebas se llevaron a cabo desde cada uno de los puntos de repetición del sistema de 12 MHz (espaciados unos 4,5 km). Se midió la regularidad de impedancia con el ecómetro TO 5/9. Las pruebas se realizaron ajustando la longitud en el equipo de medida a 1,4 km y 2,8 km.

La figura 3 muestra uno de los muchos oscilogramas originados en las pruebas ecométricas, cuyos resultados fueron que las reflexiones internas en todas las secciones de repetición son inferiores al 4%, exceptuando cuatro únicos casos. En consecuencia no cabía esperar dificultades extraordinarias al utilizar estos pares coaxiales para sistemas de 60 MHz.

Instalación de los contenedores de repetidores adicionales

Los 20 puntos de repetición adicionales se situaron a lo largo de la ruta de forma que las longitudes de todas las secciones de repetición (exceptuando tres) estuvieran dentro del margen de ajuste de los repetidores. Las tres secciones mencionadas eran demasiado cortas y hubo que añadir redes artificiales de complemento a los repetidores situados a continuación de dichas secciones. Se acordó utilizar los contenedores de STC, Londres, de probada calidad, para los puntos de repetición del sistema de 60 MHz. Estos contenedores se sitúan al lado del cable principal y se unen a él mediante los llamados cables de prolongación.

La figura 4 ilustra la instalación de los contenedores adicionales necesarios para el sistema de 60 MHz. El contenedor se coloca dentro de un anillo de hormigón prefabricado, con su correspondiente tapa, de 1,12 m de diámetro y 0,65 m de altura. El espacio que queda entre el anillo y el contenedor se rellena con arena pura hasta la mitad de la altura, para así conseguir un buen contacto térmico con el suelo. La tapa se recubre asimismo con 0,6-0,8 m de tierra. Este método de instalación tiene la ventaja de que la excavación de la tierra que recubre la tapa se puede realizar con una draga en caso necesario, cuando hay que reparar una avería del repetidor.

La instalación de los 20 contenedores, durante el verano de 1977 hubo de ajustarse a un esquema de tiempos muy definido. Durante este período, los supergrupos internacionales con origen o destino en Italia fueron desviados a través de Villach-Bischofshofen-Salzburg-Viena. Los circuitos telefónicos nacionales entre Villach y Klagenfurt y Klagenfurt-Spittel y Liewz (segregación del sistema de 12 MHz) quedaron interrumpidos únicamente durante el período de bajo tráfico entre las 12.45 y las 13.15 p.m. para el cambio de los pares coaxiales.

Los dos contenedores adicionales dentro de una sección de 4,5 km se empalmaron al cable en seis fases consecutivas. La mañana del primer día se utilizó para cortar los pares coaxiales N° 1 y 2 en el primer punto de repetición nuevo, empalmarlos al cable prolongador del contenedor y conectarlos dentro del contenedor (Fase 1). Durante la hora del almuerzo (12.45-13.15) se realizó un cambio en los puntos de repetición de 12 MHz adyacentes, traspasando las señales de 12 MHz (solamente circuitos nacionales) de los pares 3 y 4 a los 1 y 2 (Fase 2). Por la tarde los pares 3 y 4 se empalmaron al primer contenedor de 60 MHz y conectaron dentro de él (Fase 3). Durante la mañana siguiente, se empalmaron los pares 3 y 4 al segundo contenedor (Fase 4). La hora del almuerzo se utilizó para traspasar de nuevo las señales de 12 MHz a los pares 3 y 4 (Fase 5), y por la tarde del segundo día se completó finalmente el trabajo empalmando los pares 1 y 2 al segundo contenedor (Fase 6).

Los contenedores nuevos pueden alojar dos repetidores de 60 MHz. Por ahora solo se ocupa el espacio correspondiente a un repetidor de 60 MHz. Los dos pares coaxiales restantes que lleva el sistema de 12 MHz se pasan también a los contenedores y se conectan mediante pares coaxiales enchufados en el interior de los contenedores. También se podría colocar un repetidor de 60 MHz en el lugar que ocupa uno de 12 MHz. Por ello resultará muy fácil reem-

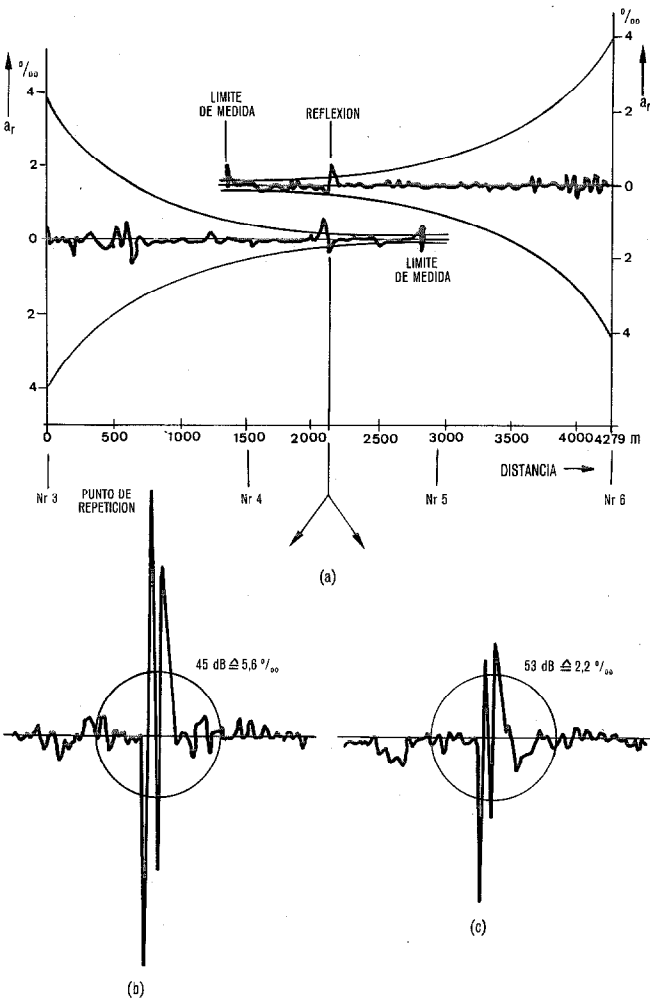


Fig. 3 Ejemplo de reflexión en el cable.

- a) Se encontró un punto de excesiva reflexión interna a partir de las medidas realizadas desde los puntos de repetición 3 y 6 del sistema de 12 MHz. La causa era una deformación localizada del cable.
- b) El mismo punto de reflexión, pero medido desde el punto de repetición n° 4. Escala de tiempo ampliada.
- c) Igual que en b), tras la reparación del cable.

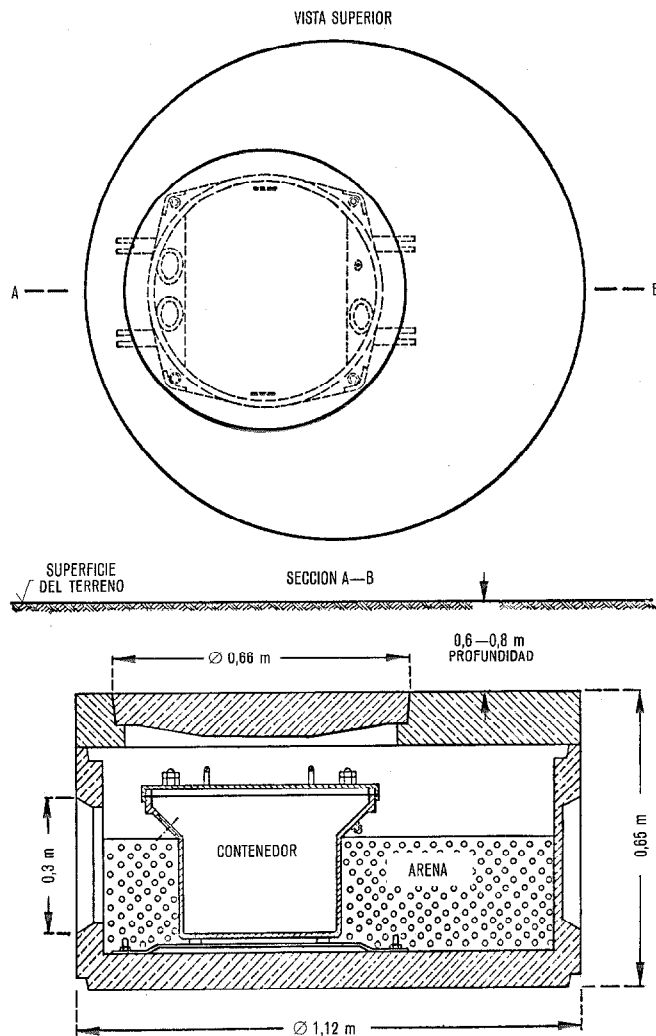


Fig. 4 Método de instalación de los nuevos repetidores subterráneos.

plazar el sistema de 12 MHz actual por un segundo sistema de 60 MHz, si es que la demanda de circuitos lo requiriese.

Todas las secciones de repetición a 60 MHz fueron probadas de nuevo, tras la instalación de los 20 nuevos contenedores. El propósito fundamental era localizar con exactitud los cuatro puntos de reflexión excesiva, identificados en la primera tanda de medidas. Dos de ellos resultaron ser puntos en los que se habían producido deformaciones en el cable originadas por el terreno rocoso existente en la zanja y por daños causados al cable durante anteriores modificaciones de la ruta. La corrección de estas irregularidades no presentó ningún problema. En los otros dos casos se halló que la causa era un agrupamiento incorrecto de las impedancias características.

En este caso hubo que tender dos nuevos largos de cable con un mejor agrupamiento de las impedancias características. Las reparaciones efectuadas mejoraron todas las reflexiones, llevándolas a valores inferiores al 4% (Fig. 3).

Adaptación del equipo de línea a las condiciones especiales de esta ruta

Durante la fase de diseño del sistema de 60 MHz se hizo especial hincapié en la consecución de un sistema que satisficiera las necesidades de tantas Administraciones como

fuera posible. Las dimensiones exteriores de los repetidores se eligieron por tanto de forma que fueran compatibles con los distintos contenedores que existen en el mercado [1] [2]. Los contenedores que ya existían en la ruta Villach-Klagenfurt se habían diseñado en principio para los sistemas de 4 MHz y 12 MHz de STC, y no hubo dificultades para acomodar los repetidores de 60 MHz en estos contenedores. Tan solo hubo que realizar algunas pequeñas modificaciones en los repetidores, las cuales se describen a continuación.

El diseño de los repetidores permite dar salida de la caja del repetidor a los cuatro pares coaxiales horizontal o verticalmente. La primera versión fue la única adecuada para la ruta Villach-Klagenfurt.

Los pares coaxiales del cable terminan, dentro del contenedor, en conectores coaxiales del tipo BNC. Estos conectores no se habían usado previamente en 60 MHz, pero las investigaciones han demostrado que este tipo de conector también vale para sistemas de 60 MHz. Por lo tanto los cuatro pares coaxiales que salen de la caja del repetidor se equiparon con conectores tipo BNC. Se eligió una versión especial para tensiones altas, teniendo en cuenta la alta tensión utilizada para telealimentación y las posibles tensiones inducidas.

El sistema de 60 MHz está diseñado para que los conductores externos de los pares coaxiales estén a tierra. El conductor exterior, en el propio cable, no está a tierra, y se le mantiene así para facilitar la localización de una posible avería en el cable. Por lo tanto, la puesta a tierra ha de proporcionarla el repetidor, al enchufar los conectores. A tal fin, las cajas de los repetidores llevan un quinto conductor de hilo de cobre trenzado de 5 mm^2 que se conecta al armazón metálico, y por lo tanto a los conductores exteriores, dentro de la caja del repetidor. El otro extremo se conecta al contenedor de hierro fundido mediante un tornillo. Se obtiene así una conexión de baja resistencia que deriva a tierra las corrientes que se induzcan en los conductores exteriores de los pares coaxiales. La figura 5 muestra la versión de repetidor que se ha utilizado para esta ruta.

Los conductores exteriores de los conectores BNC, dentro del contenedor, son fácilmente accesibles para operaciones de mantenimiento. Estos conectores no están a tierra cuando no se enchufa el repetidor. En tal caso, los conductores exteriores podrían llevar tensiones inducidas peligrosas. Para evitar también este pequeño riesgo para el personal de mantenimiento, se decidió disponer de una puesta a tierra de protección en los conductores exteriores de los conectores BNC, la cual consiste en una brida en cada conector BNC. Estas bridas se interconectan y se fijan al contenedor de hierro fundido mediante un hilo de cobre trenzado. Las bridas se pueden poner en los conductores exteriores sin tener que interrumpir el tráfico. Para quitarlas hace falta una herramienta (véase la figura 6).

Esta ruta fue también la primera en que se necesitaron redes artificiales de complemento adicionales para secciones de repetición cortas. Estas redes se construyen sobre una pequeña tarjeta de circuito impreso que se inserta en el repetidor situado inmediatamente a continuación de la sección corta. Se pone en funcionamiento sencillamente resolando dos pares coaxiales. Se necesitan para secciones

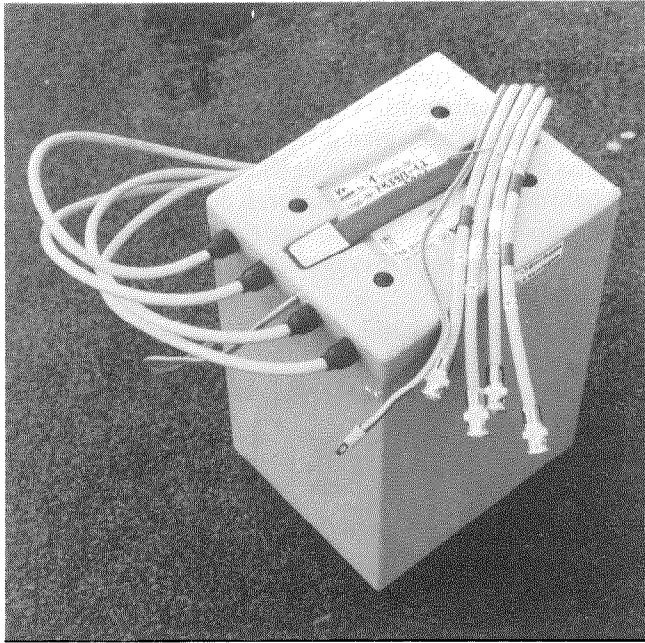


Fig. 5 Repetidor de 60 MHz (contiene los amplificadores de línea para ambas direcciones).

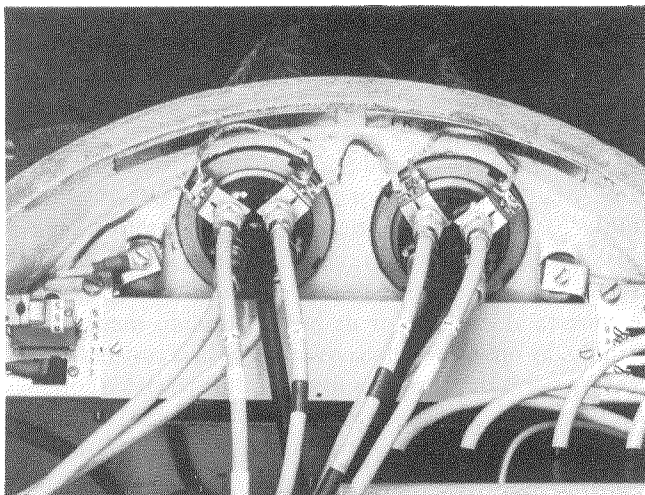


Fig. 6 Puesta a tierra, para protección, de los conectores coaxiales mediante bridas.

de longitud inferior a 1.200 m y se pueden ajustar a las diferentes longitudes de sección mediante puentes soldables.

No fue necesaria ninguna adaptación especial en el repetidor terminal, excepción hecha de una pequeña modificación en los circuitos de alarma para adaptarse a las condiciones de la red austriaca.

Los 29 repetidores del sistema de 60 MHz se colocaron en sus respectivos contenedores a finales de 1977 y, junto con los repetidores terminales ya instalados en las estaciones de Villach y Klagenfurt, el enlace completo fue alineado y probado.

Resultados de las medidas

Se llevó a cabo un programa de medidas, una vez alineado el sistema, para comprobar las características esen-

ciales del sistema. A continuación se da un resumen de los resultados que puede dar una idea de la calidad de esta ruta de 60 MHz.

Igualación

Los resultados de las medidas, del repartidor de líneas de Klagenfurt al de Villach, y viceversa, se dan en la figura 7a. No se utilizó igualación "mop-up" en este caso, instalándose los repetidores tal como venían de fábrica. Referido a un único amplificador de línea, representa un error de igualación máximo de unos 0,05 dB, aunque la característica exacta de atenuación del cable no se conocía cuando se fabricaron los repetidores. Las ganancias de inserción tras la igualación "mop-up", con el igualador de eco, se muestran en la figura 7b.

Ruido

El método de medida con ruido blanco resulta ser una prueba muy valiosa, ya que simula bastante bien la utilización práctica del sistema. En este método se sustituye la señal multicanal real por una señal de ruido blanco de la correspondiente anchura de banda y densidad espectral de potencia. La señal de ruido blanco se elimina en una pequeña banda de frecuencia mediante un filtro de banda eliminada, correspondiente al canal de medida. El ruido térmico y de intermodulación producido en el enlace en este canal de medida se mide en el terminal receptor y se expresa en pW0p (ruido sofométrico referido a un punto de nivel relativo cero). Para poder comparar fácilmente con los resultados correspondientes a otras rutas, se suele expresar el ruido en pW0p/km . La figura 8 muestra los resultados para esta ruta. En las medidas efectuadas se inyectó la señal de prueba con nivel correcto en el repartidor de Klagenfurt, se hizo un bucle en el repartidor de Villach y se midió en el repartidor de Klagenfurt, de forma que la señal atravesó dos repetidores terminales completos más los 58 amplificadores de los 29 repetidores intermedios. La forma en que se presentan los resultados en la figura 8 muestra claramente si el sistema funciona o no al nivel relativo óptimo en lo que respecta al ruido, especialmente para el canal crítico más alto del sistema, es decir, si variando el nivel relativo se puede obtener una mejora en la transmisión.

El punto $\Delta p = 0 \text{ dB}$ del eje horizontal representa el nivel relativo elegido para el sistema y la carga convencional de $+25,3 \text{ dBm0}$ para 10.800 canales, según la Recomendación G.223 del CCITT [3]. El ruido producido es inferior a $1,5 \text{ pW0p/km}$, aunque el enlace es bastante corto, por lo que influye bastante la contribución al ruido de los repetidores terminales.

Diafonía

La atenuación de la diafonía entre los sistemas de 12 MHz y 60 MHz, en el mismo cable, así como la diafonía entre las dos direcciones de transmisión del sistema de 60 MHz son superiores a los 100 dB. Sólo el cableado de estación entre el armazón de repetidor terminal y el repartidor en Klagenfurt mostró valores del orden de 90 dB. Esta cifra puede mejorarse fácilmente utilizando un cable de estación con mejor apantallamiento.

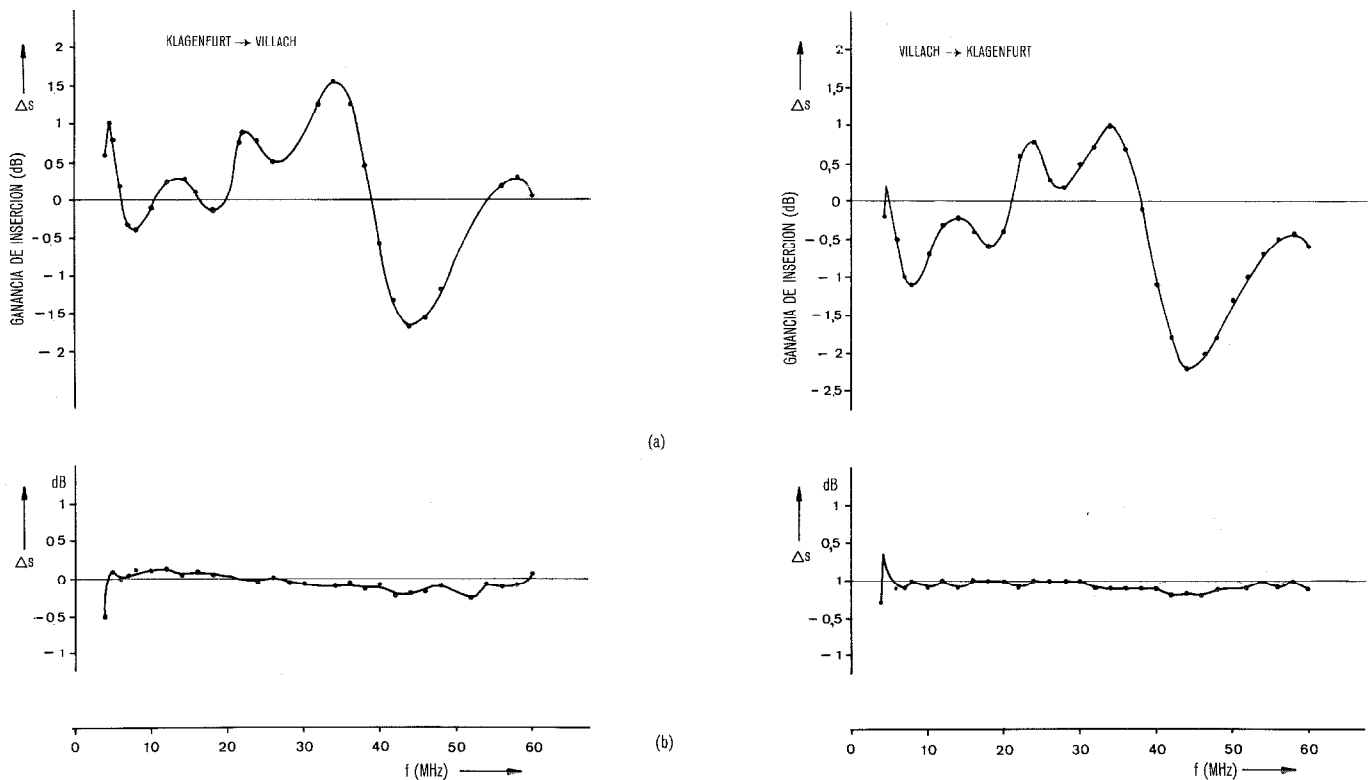


Fig. 7 Características ganancia de inserción-frecuencia de la ruta.
 a) sin igualación "mop-up"
 b) tras la igualación "mop-up".

Transmisión de señales de televisión

En una prueba de campo realizada en 1976 en la red del Deutsche Bundespost ya se demostró la capacidad del sistema de 60MHz para transmitir hasta 6 señales de televisión. No obstante, era interesante comprobar en la ruta Villach-Klagenfurt si se podía transmitir televisión de alta calidad por un cable tendido hace varios años, con sus empalmes y prolongaciones. Para esta prueba se trasladó una señal de televisión a la banda 6-12MHz, utilizando un equipo de traslación TV según la recomendación J.73 del CCITT [4]. Las distorsiones de retardo de grupo en esta banda, producidas por los amplificadores de línea y los filtros separadores de energía, se igualaron a menos de ± 20 ns mediante un igualador de retardo adicional. El canal de televisión así formado se midió desde la entrada de video a la salida de video a través de la ruta puesta en bucle. Se midió igual que se hace en los canales de televisión de los radioenlaces. Los resultados fueron buenos y comparables en todos los aspectos con los que se obtienen en los radioenlaces. Más concretamente, no se detectó ninguna perturbación causada por reflexiones.

Conclusión

La descripción anterior muestra que es posible instalar el sistema de 60MHz en rutas coaxiales existentes, sin dificultades importantes, incrementando así a 10.800 canales la capacidad de dos pares coaxiales 2,6/9,5 mm. Los circuitos obtenidos son circuitos telefónicos de alta calidad, utilizables sin ningún tipo de restricción. Además, las rutas

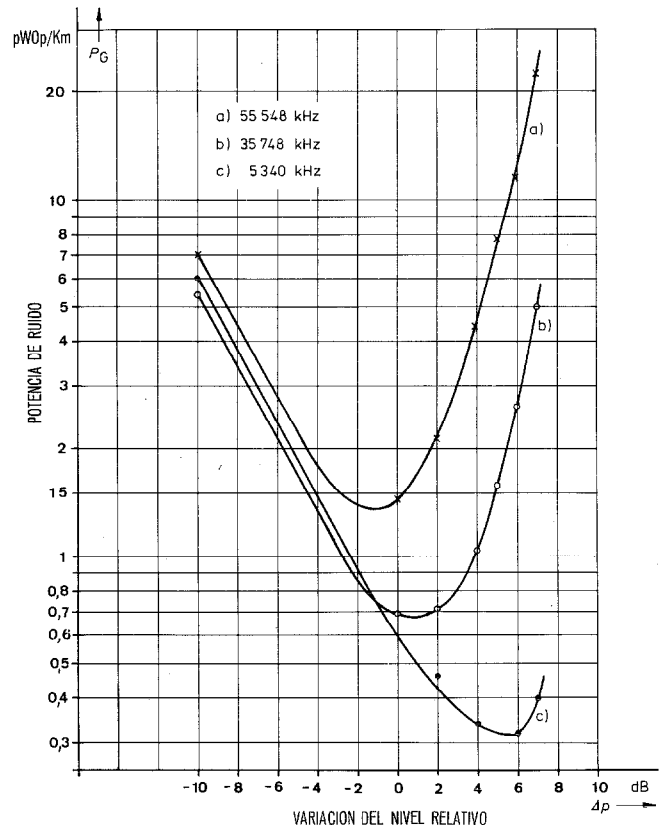


Fig. 8 Contribución de ruido de la ruta de 60MHz, expresada como ruido sofomérico por km en un punto de nivel relativo cero. ($\Delta p = 0$ dB corresponde a una carga convencional de ruido blanco de +25,3 dBm0).

son adecuadas para transmisión de televisión, bien sea 6 señales TV, o una mezcla de señales de telefonía y TV. Se abren así nuevas áreas de aplicación en el caso de futuras redes de televisión por cable.

Agradecimiento

La instalación del sistema de 60 MHz en la ruta de Villach-Klagenfurt en un corto espacio de tiempo y con gran éxito fue posible gracias al entusiasmo y la excelente cooperación de todos los que participaron en el proyecto. En particular hay que mencionar la ayuda prestada al proyecto por los técnicos del FZB en Viena y de las administraciones locales de Villach y Klagenfurt.

Referencias

- [1] L. Becker: Sistema de transmisión de línea coaxial de 60 MHz; *Comunicaciones Eléctricas*, 1973, volumen 48, n° 1 y 2, págs. 41-50.
- [2] W. Haas: Equipo de línea de frecuencias portadoras para cable coaxial hasta 60 MHz; *Comunicaciones Eléctricas*, 1975, volumen 50, n° 1, págs. 43-54.
- [3] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT); Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976,

Libro Naranja, Tomo III-1, Transmisión en línea, Recomendación G.223, Hipótesis para el cálculo del ruido en los circuitos ficticios de referencia para telefonía, págs. 132-142.

- [4] Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT); Sexta Asamblea Plenaria, Ginebra, 27 septiembre-8 octubre 1976, Libro Naranja, Tomo III-2, Transmisión en línea, Recomendación J.73, Empleo de un sistema de 12 MHz para la transmisión simultánea de telefonía y televisión, págs. 635-639.

Leo Becker nació en Untergrombach/Baden (Alemania), en 1929. Estudió Ingeniería de Telecomunicación en la Staatstechnikum Karlsruhe, ingresando en 1953 en Mix & Genest, una de las compañías predecesoras de SEL. Trabajó en distintas técnicas de conmutación y transmisión, primero como ingeniero de desarrollo y luego en puestos de dirección. En 1977 fue nombrado Director de Servicios Técnicos, Sistemas de Transmisión de Línea, en donde se ocupa, entre otras cosas, de la utilización óptima de los sistemas de transmisión.

Walter Simotta nació en Viena, Austria, en 1925. Estudió Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad de Viena, trabajando para el PTT Austriaco desde 1954. En 1965 pasó a formar parte de la Dirección del PTT, siendo nombrado jefe del Departamento de Transmisión en 1971. Dentro de sus atribuciones están la planificación y construcción de sistemas y equipos de transmisión.

Equipo de traslación para el sistema de frecuencias portadoras de 1,3 MHz

Nuevas tecnologías y la búsqueda de un método flexible de adaptación a líneas de cable coaxial y radioenlaces, así como para la compatibilidad con sistemas existentes, han conducido al desarrollo e introducción del nuevo equipo de traslación de frecuencia de 300 canales telefónicos.

L. BRAUN
D. KLEIN
H. ZOLL

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

El máximo número de canales de conversación que pueden llevarse por un cable coaxial ha alcanzado, en la actualidad, el límite de 10.800 con el sistema de 60 MHz [1, 2]. Esto no significa que hayan perdido importancia sistemas con un número inferior de canales ya que, suponiendo un tráfico definido, una línea resulta más económica cuando está correctamente dimensionada.

El sistema de frecuencias portadoras sobre cables coaxiales con el menor número de canales telefónicos, es el sistema de 300 canales y 1,3 MHz. Este sistema, conocido en Alemania como V300, ha sido suplementado con nuevo equipo de traslación que, en contraste con el equipo utilizado hasta ahora, puede montarse y adaptarse rápidamente en radioenlaces para diversas aplicaciones. Además, el nuevo equipo de traslación es compatible con los sistemas de cable ya existentes. Finalmente, se ha hecho uso de los recientes avances en la tecnología para asegurar que el nuevo sistema tiene una fiabilidad excepcionalmente buena con un tamaño reducido.

Planes de asignación de frecuencias

La Recomendación G.341 del CCITT contiene dos planes de frecuencia para la formación de las bandas de transmisión de 300 canales telefónicos: en el plan a) la banda de transmisión se forma a partir de los grupos secundarios 1 a 5; en el plan b) se traslada el grupo secundario básico a la banda de transmisión.

El equipo de traslación según el plan a) ya se halla introducido [3]. El equipo que aquí se describe emplea el plan b), como se muestra en la figura 1, y resulta adecuado para aquellas administraciones, como la de Alemania Federal, que utilizan el grupo terciario como base de la estructura de su red. La figura 2 muestra el plan de frecuen-

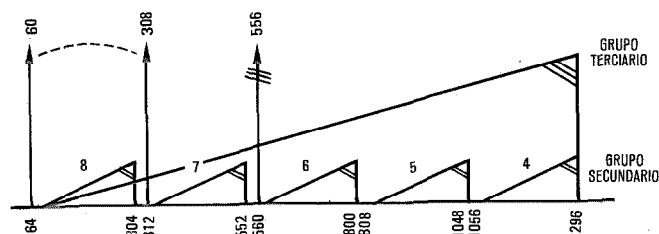


Fig. 1 Plan de asignación de frecuencias para la banda de transmisión (frecuencias en kHz)
GS - grupo secundario
GT - grupo terciario.

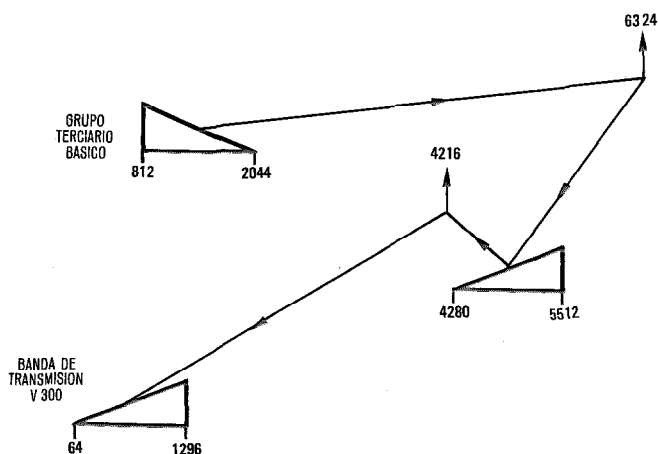


Fig. 2 Plan de frecuencias para la traslación del grupo terciario (frecuencias en kHz).

cias para la traslación del grupo terciario básico a una banda de transmisión (y viceversa). Se ha de realizar un doble proceso de traslación ya que las bandas del grupo terciario y de transmisión se solapan. La Recomendación G.341 da también las frecuencias de 60 kHz ó 308 kHz como pilotos de comparación de frecuencia; ambas frecuencias son opcionales, como se describirá luego con mayor detalle.

Construcción básica y distribución estructural

La figura 3 muestra el diagrama de bloques del equipo de traslación. La traslación tiene lugar en la dirección de transmisión a partir de la banda del grupo terciario básico (812 a 2044 kHz) llevándola a la banda de transmisión (64 a 1296 kHz) y en la dirección de recepción tiene lugar el proceso inverso. Ambas funciones se realizan en una unidad de doble altura.

Para el sistema de suministro de portadoras se requiere también una unidad de doble altura. El receptor para el piloto de 1552 kHz se aloja en una unidad independiente que se inserta solo cuando es necesario.

Cuando se utiliza en radioenlaces, se precisa en ocasiones un dispositivo de comparación de frecuencia que, por este motivo, se ha incorporado en el equipo de traslación. El circuito para la inserción del piloto (60 kHz ó 308 kHz) se realiza con una versión modificada del equipo modulador. El filtrado de este piloto en la dirección de recepción se hace mediante una unidad adicional.

Equipo de traslación

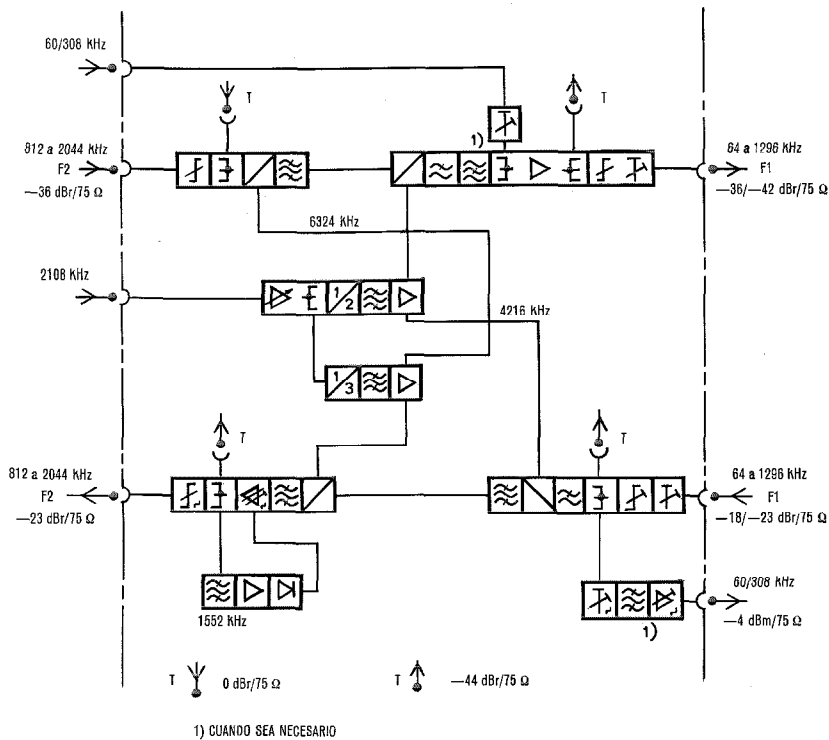


Fig. 3 Diagrama de bloques para la traslación del grupo terciario
 F2 → F1: dirección de transmisión
 F1 → F2: dirección de recepción
 T: zócalo de pruebas

Un armazón de 600 mm de altura tipo VSEP* aloja tres sistemas V300 y un receptor para el piloto de comparación de frecuencia; el equipo de comparación de frecuencia se cablea para el correspondiente sistema después de entregado, suministrándose los diversos accesorios para esta operación.

Equipo de traslación

Moduladores

Los moduladores y demoduladores se han construido con componentes discretos; en particular, estas funciones se realizan mediante un grupo de cuatro transistores. La portadora se suministra a cada modulador a través de un amplificador de portadora que aísla ambas direcciones de transmisión proporcionando así una buena atenuación de efecto local.

Ganancia en la dirección de recepción

La ganancia en la dirección de recepción puede variarse en ± 1 dB por medio de puentes soldados. Este ajuste se realiza antes de la extracción del piloto de 1552 kHz, en el camino de realimentación negativa del amplificador de recepción. En este camino de realimentación existe también una combinación de diodos cuya resistencia diferencial determina la ganancia. Un circuito electrónico suministra el potencial necesario de CC, basado en un valor de control determinado por el receptor piloto; en ausencia o fallo de este voltaje de control, se suministra al elemento de control de los diodos un potencial de CC proporcional a la ganancia media. Al introducir la unidad receptora de piloto, se produce la conmutación de la ganancia nominal (constante) al control automático de ganancia. Las variaciones

del nivel de entrada del piloto comprendidas en el margen de $\pm 4,5$ dB son estabilizadas de manera automática. Si el piloto a la entrada del sistema cae más de 6 dB por debajo de su valor nominal, entonces la ganancia del amplificador de recepción se ajusta automáticamente al valor medio produciéndose unas alarmas.

Suministro de portadora

Cada uno de los tres sistemas alojados en un armazón tiene asignado su propio sistema de suministro de portadoras. La frecuencia de control es 2108 kHz. Después de un generador de armónicos, el segundo y tercer armónicos de la frecuencia de control se filtran, amplifican y se llevan a los moduladores.

Filtros

La supresión de los productos de modulación no deseados se efectúa mediante un filtro pasobanda después de la primera traslación del grupo terciario básico (812 a 2044 kHz) a la banda de 4280 a 5512 kHz en el lado de transmisión y mediante un filtro paso bajo después de la segunda traslación del grupo de canal a la banda de línea del sistema V300. Si se requiere, puede insertarse un filtro de banda eliminada de cristal de 60 kHz ó 308 kHz después del filtro paso bajo.

El mismo filtro paso bajo que se utiliza en el lado de transmisión sirve para suprimir las frecuencias imagen en la dirección de recepción. El filtro paso banda del lado de transmisión puede también utilizarse para selección en el lado de recepción, después de la primera etapa de traslación. Después de la segunda traslación otro filtro paso banda asegura la pureza necesaria del grupo terciario básico.

* Marca registrada del sistema ITT

Modernos procedimientos de síntesis, una eficiente optimización y métodos con una cuidadosa realización, aseguran una alta calidad y efectividad económica de los medios de selección.

Las distorsiones de atenuación dependientes de la frecuencia relativas al piloto de grupo de 1552 kHz se mantienen de manera efectiva dentro de $\pm 0,5$ dB, tanto en la dirección de transmisión como en la de recepción. Respecto a las distorsiones de retardo de grupo, la curva que se muestra en la figura 4, se ha obtenido sin tomar precaución alguna especial.

La utilización de condensadores de mica y cerámicos, juntamente con bobinas con núcleos de ferrita asegura una estabilidad adecuada de los filtros. La mayor parte de las bobinas pertenecen al tipo RM. Se ha encontrado que las bobinas con núcleos RM pueden utilizarse bastante más allá del margen de frecuencias de este sistema. Sus propiedades, especialmente la inducción mútua, no son peores que las de las bobinas comparables con núcleos en pot con tal de que sea adecuada su disposición.

Igualadores de cable

Se disponen igualadores de cable a la entrada y salida de los terminales de transmisión y recepción del sistema siendo capaces de igualar la atenuación del cable de la central hasta una longitud de 50 m mediante tres puntos soldados.

Puntos de prueba

Se ha provisto acceso a las entradas y salidas mediante conectores coaxiales de 1,6/5,6 mm en la parte frontal, según se muestra en la figura 3. Esta figura muestra también la situación de los puntos de pruebas (T).

Equipo de comparación de frecuencia

Este equipo se sitúa ordinariamente en el extremo del equipo de línea asociado. Cuando este no es el caso se dispone un filtro de eliminación de piloto y la inserción y extracción de piloto para ambas frecuencias de 60 kHz ó 308 kHz. El filtro de eliminación de piloto asegura una atenuación en la frecuencia de piloto superior a 20 dB. La entrada de piloto se realiza a través de un atenuador ajustable de +11 a -8 dBm0; el nivel de transmisión es de -10 dBm0, de acuerdo con lo recomendado por el

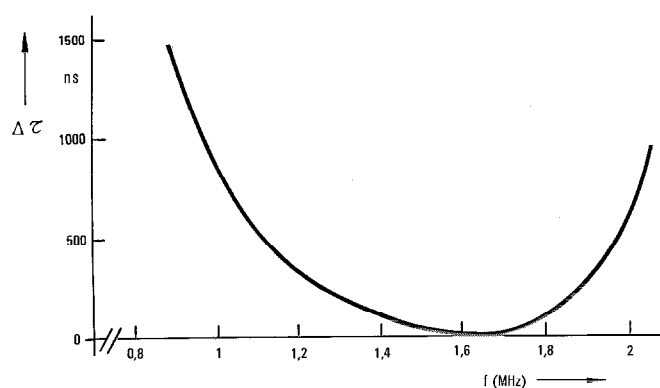


Fig. 4 Envolvente de las distorsiones de retardo $\Delta\tau$ (medidas en bucle).

CCITT. El receptor de piloto proporciona la selectividad necesaria para la comparación de frecuencia; se utiliza también, sin modificación, en el equipo de frecuencia de control [4].

Fiabilidad

La fiabilidad del equipo de traslación se ha determinado matemáticamente. Haciendo uso de componentes seleccionados y de bajo consumo de potencia, se ha logrado una tasa de fallos muy baja.

Conclusiones

La tabla 1 muestra los datos esenciales relacionados con el equipo de traslación descrito anteriormente que cum-

Tabla 1 - Datos técnicos del equipo de traslación

Grupo terciario básico	
Banda de frecuencias	812...2044 kHz
Entrada, lado transmisión	-36 dB _r /75 Ω
Salida, lado recepción	-23 dB _r /75 Ω
Lado de línea del equipo V 300	
Banda de frecuencias	64...1296 kHz
Salida, lado transmisión	-36 ó -42 dB _r /75 Ω
Entrada, lado recepción	-18 ó -23 dB _r /75 Ω
Distorsión de atenuación dependiente de la frecuencia en las direcciones de transmisión y recepción	< ± 0,5 dB con respecto a 1552 kHz
Residuos de portadoras	
Salida, lado transmisión	< -50 dBm0
Salida, lado recepción	< -20 dBm0
Ruido (con el equipo en bucle)	
Ruido básico	< -77 dBm0p
Ruido total (con carga convencional de acuerdo con el CCITT)	< -75 dBm0p
Diafonía inteligible	
Atenuación de diafonía (valor básico) entre cualesquiera grupos terciarios de un armazón y entre las direcciones de transmisión y recepción del mismo grupo terciario	> 85 dB
Piloto de comparación de frecuencia	
Filtro de entrada y de banda eliminada	60 kHz ó 308 kHz
Receptor de piloto	uno por armazón
Control	
Margen de control en el extremo de recepción	± 4,5 dB, aprox.
Precisión del control	± 0,5 dB
Alarma de piloto al caer el nivel del piloto en	6 dB ± 1,5 dB
Al actuarse la alarma de piloto, corte del control y ajuste del amplificador de ganancia variable a	ganancia media
Sistema de suministro de portadoras	
Frecuencia de control	2108 kHz
Tensión de entrada	1 V ± 50%
Resistencia de entrada por armazón	1,25 kΩ con < 60 pF en paralelo
Alimentación	
Tensión de trabajo, normal	24 V ± 4%
si se requiere	20 V ± 4%
Consumo de corriente por armazón	0,5 A, aprox.

Equipo de traslación

plen tanto las especificaciones de la Administración de Alemania Federal como las recomendaciones pertinentes del CCITT. La producción ha comenzado después de la prueba satisfactoria del prototipo por la Administración alemana. Esto significa que un nuevo sistema flexible y fiable ocupa ahora su lugar junto a la amplia gama de los equipos de frecuencias portadoras de V-SEP*. Las figuras 5 y 6 presentan el equipo actual.

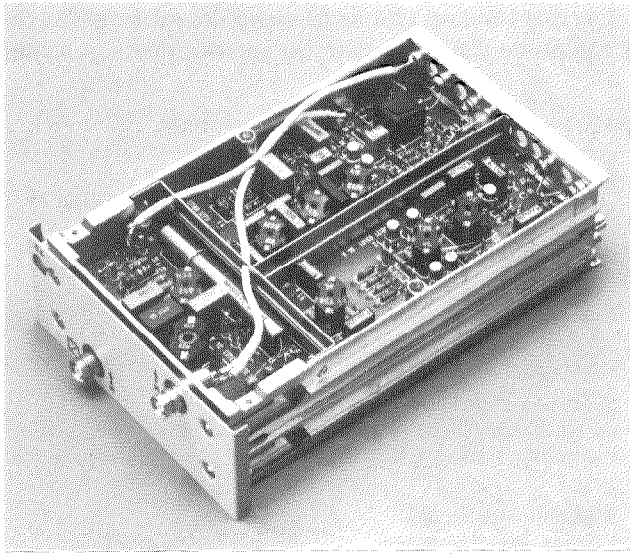


Fig. 5 Unidad de altura doble (modulador).

* Marca registrada del sistema ITT

Referencias

- [1] K. Kocher, O. Kolb y M. Oppenländer: Equipo multicanal para los sistemas de corrientes portadoras de 60 MHz; Comunicaciones Eléctricas, 1975, volumen 50, n° 1, págs. 30-36.
- [2] W. Haas: Equipo de línea de frecuencias portadoras para cable coaxial hasta 60 MHz; Comunicaciones Eléctricas, 1975, volumen 50, n° 1, págs. 43-54.
- [3] L. Braun, H. Löffler y M. Oppenländer: Una nueva familia de equipos de traslación de Grupos Secundarios; Comunicaciones Eléctricas, 1978, volumen 53, n° 2, págs. 169-176.
- [4] H. Löffler: La generación de las frecuencias de control para los sistemas de corrientes portadoras hasta 60 MHz; Comunicaciones Eléctricas, 1976, volumen 50, n° 1, págs. 37-42.

Lothar Braun nació en 1935 en Stuttgart. Completó sus estudios en la Universidad Técnica de Stuttgart en 1960, obteniendo su diploma en ingeniería de comunicaciones. A continuación, ingresó en Standard Elektrik Lorenz AG donde es ingeniero jefe de planificación de sistemas de frecuencias portadoras.

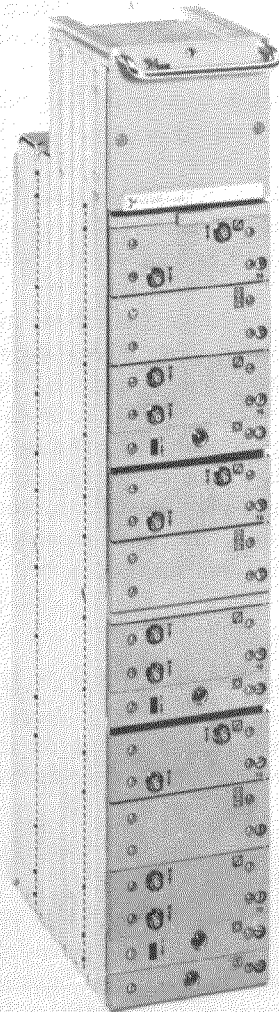


Fig. 6 Armazón de traslación para el sistema de 1,3 MHz; contiene tres sistemas y un receptor de piloto de comparación de frecuencia.

Dagobert Klein nació en 1937 en Stuttgart. En 1964 completó sus estudios de Ingeniería de comunicaciones en la Universidad de Stuttgart, obteniendo el grado de Ingeniero Diplomado. Después ingresó en Standard Elektrik Lorenz AG como ingeniero de desarrollo. En 1967 fue designado jefe de un grupo de desarrollo dedicado, entre otros cometidos, al desarrollo de filtros electromecánicos. Actualmente es jefe del laboratorio de desarrollo de redes en la tecnología de transmisión alámbrica.

Hermann Zoll nació en 1949 en Tübingen. Después de completar sus estudios de matemáticas en la Universidad Técnica de Stuttgart ingresó en Standard Elektrik Lorenz AG en 1975. Trabaja en el laboratorio de tecnología de transmisión alámbrica y está ocupado en el desarrollo de nuevos sistemas de frecuencias portadoras.

Nueva generación de filtros de transferencia de grupos

Para interconectar grupos de canales entre distintos sistemas de transmisión se utilizan dispositivos de transferencia, mediante los cuales se aumenta la eficacia y la flexibilidad de las redes interurbanas. Para utilización en equipos construidos en práctica vertical se ha diseñado una nueva serie de dispositivos, incluyendo filtros de acuerdo con las recomendaciones del CCITT para grupos primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios básicos.

D. KLEIN

Standard Elektrik Lorenz AG. Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

A menudo es necesario en la red interurbana transferir canales de un sistema de transmisión a otro. Para ello se recurre a una técnica de transferencia especial, con un diseño de filtros muy característico [1]. La transferencia se lleva a cabo a nivel de los grupos básicos (primario, secundario, terciario y cuaternario) recomendados por el CCITT. Por tanto la transferencia se puede hacer en bloques de 12, 60, 300 y 900 canales, y solo hay que realizar las demodulaciones necesarias para pasar de la banda de frecuencias de transmisión al grupo básico correspondiente.

Debido a que la separación entre grupos en el espectro de frecuencia es pequeña, los canales multiplexados que se han de transferir no se hallan totalmente exentos de componentes de los grupos próximos. La causa estriba en que los filtros del equipo de traslación están diseñados exclusivamente para eliminar una de las bandas laterales y la portadora durante el proceso de traslación [2]. El filtro de transferencia extrae los grupos primarios, secundarios, etc, completamente, y los conduce a otros equipos de traslación, para así construir una nueva banda de frecuencias de transmisión.

La figura 1 muestra en una de las direcciones de transmisión, el proceso de transferencia de un grupo cuaternario de 900 canales. En la estación B, el grupo cuaternario GC1 (316-4188 kHz) de la banda V 2700 procedente de la estación A se transfiere al grupo cuaternario GC2 (4332-8204 kHz) de la banda V 10.800 que se envía a la es-

tación C. En primer lugar, se selecciona el grupo cuaternario correspondiente mediante un filtro paso-banda, trasladándose a la banda de grupo cuaternario básico (8516-12.388 kHz), eliminándose por completo los canales próximos indeseados mediante el filtro de transferencia de grupo cuaternario FTGC. La banda resultante se traslada a continuación a la banda del grupo cuaternario GC2 (4332-8204 kHz) y se envía a la estación C. Podría pensarse en utilizar los propios filtros del equipo de traslación para esta función pero como en la práctica los filtros paso-banda de grupo solo eliminan los productos de modulación, dejando pasar frecuencias de los grupos próximos, habría que pasar por todas las etapas de demodulación hasta llegar al canal antes de realizar la transferencia (Fig. 1). En tal caso, el filtro del canal proporcionaría una separación suficiente.

Las principales ventajas de la transferencia en alta frecuencia, mediante los filtros correspondientes se concretan en:

- un ahorro de equipo al utilizar menos equipo de traslación
- menores distorsión y ruido
- mayor adaptabilidad a la red
- posibilidad de transmisión de datos en banda ancha.

Los laboratorios de Standard Elektrik Lorenz, una compañía alemana de ITT, han desarrollado una nueva generación de filtros para equipos del tipo VSEP*, consiguiéndose una notable reducción de tamaño en comparación con la generación alemana anterior tipo 7 [3], a pesar de que las exigencias eléctricas son más rígidas.

Consideraciones generales

De acuerdo con las recomendaciones del CCITT relativas a los filtros de transferencia, las componentes inteligible e ininteligible de la diafonía deben estar 70 dB como mínimo por debajo del nivel de la señal; en el caso de circuitos para transmisión de programas de radio se exigen 80 dB como mínimo. El ruido que pueda afectar a las frecuencias piloto y de prueba debe estar a, por lo menos, 40 dB por debajo del valor nominal de la señal. La distorsión de atenuación en la banda de paso, con respecto a las frecuencias piloto de grupo debe estar dentro de un margen de $\pm 0,5$ dB.

Por razones de aprovechamiento, la separación entre grupos en un sistema múltiplex por división de frecuencia es muy pequeña; razón por la cual los filtros de transferencia se caracterizan por unas pendientes muy pronunciadas

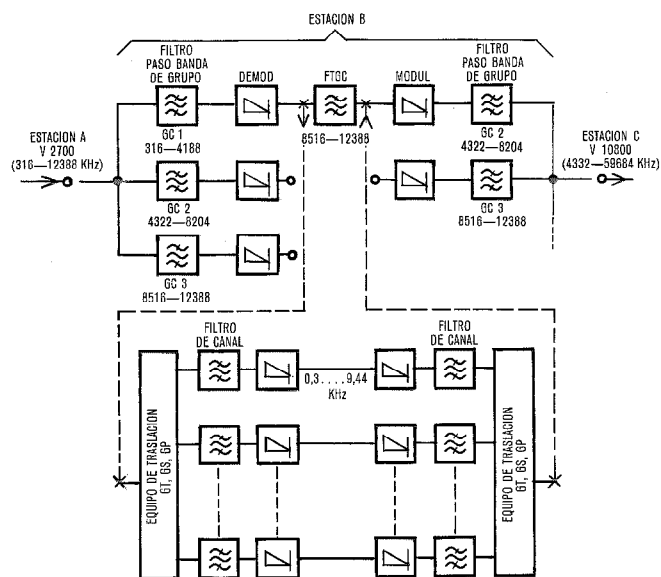


Fig. 1 Transferencia de un grupo cuaternario básico.

* VSEP = Vertical Standard Equipment Practice

Nuevos filtros de transferencia

en las curvas atenuación-frecuencia, dando lugar a redes costosas. Por tanto hay que establecer unas especificaciones muy rígidas en lo que atañe a la estabilidad de dichas redes, tomando las precauciones adecuadas durante el diseño, el cálculo y la fabricación. Así, por ejemplo, para mejorar el coeficiente de reflexión y minimizar la atenuación en la banda de paso, los filtros modernos utilizan amplificadores de gran estabilidad. En el caso de algunos filtros especialmente costosos, resulta también ventajoso subdividirlos en varias etapas de filtrado para simplificar el ajuste y las pruebas y, simultáneamente, facilitar la reproducibilidad en su construcción. La distorsión dentro de la banda de paso, originada por las pérdidas en los componentes, se compara mediante igualadores especiales [4].

Ayudas indispensables en el diseño de los filtros son los procedimientos de síntesis conocidos [5, 6, 7, 8] y unos procedimientos modernos de análisis de tolerancias y optimización eficaz [9, 10]. Las tolerancias de los componentes utilizados son muy estrechas, y los circuitos resonantes están compensados respecto a la temperatura (es decir, las dependencias de la temperatura de los componentes se compensan entre sí). Los condensadores se ponen en cajas a prueba de humedad en aquellos puntos que son especialmente sensibles. Raramente se pueden utilizar circuitos LC como polos de atenuación cerca de la frecuencia de corte, debido a las exigencias de retardo y estabilidad con la temperatura. En tales casos se recurre a resonadores de cuarzo.

Filtros de transferencia

Filtro de transferencia de grupo primario

Mediante el filtro de transferencia de grupo primario FTGP se pueden transferir 12 canales dentro de la banda del grupo primario básico (60–108 kHz). La figura 2a muestra el diagrama de bloques de este filtro. Consta de un filtro paso banda, un igualador, un amplificador y transformadores simétricos para adaptarse a impedancias de 150 Ω equilibradas. El amplificador contribuye a mejorar el coeficiente de reflexión, y también simplifica el ajuste del filtro. La figura 3 muestra las características típicas de atenuación y pérdida de retorno de un filtro FTGP.

Para transmisión de programas de radio, en la que el CCITT exige un mínimo de 80 dB, se ha aumentado la banda eliminada superior desde 132–144 kHz en el antiguo sistema alemán 7, a 132–1200 kHz, en el nuevo sistema VSEP. Por encima de 1200 kHz, la atenuación, partiendo de 80 dB no debe caer más de 6 dB por octava, lo cual, si se compara con los 50 dB que se exigían hasta ahora, representa un notable aumento en las exigencias. Dentro de la banda de frecuencias de la señal, de 108,15 a 108,175 kHz correspondiente al canal adyacente superior, se han vuelto a definir y hacer más rígidas las especificaciones del sistema VSEP, en relación con el sistema de señalización R2.

Debido a la agudeza que se exige a la curva de respuesta (en el extremo superior, la separación relativa entre la banda de paso y la banda eliminada es del 4%) el polo de atenuación más próximo a la banda de paso, en los extremos superior e inferior, se obtiene mediante resonadores de cuarzo (filtros de cristal) montados dentro de un aloja-

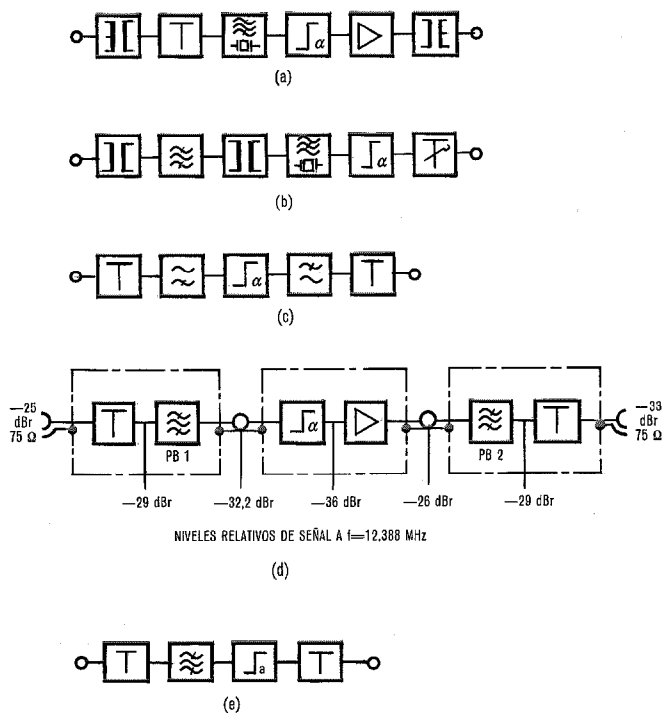


Fig. 2 Diagrama de bloques de los filtros de transferencia tipo 7R.
a) Filtro de grupo primario (FTGP)
b) Filtro de grupo secundario (FTGS)
c) Filtro de grupo terciario (FTGT)
d) Filtro de grupo cuaternario simplificado (FTGCS)
e) Filtro de grupo cuaternario (FTGC).

miento miniatura tipo TO-5. Se añade otro resonador de cuarzo para eliminar las frecuencias entre 108,15 y 108,175 kHz.

La deriva de frecuencia debida a las variaciones de temperatura es muy pequeña en los circuitos LC, puesto que

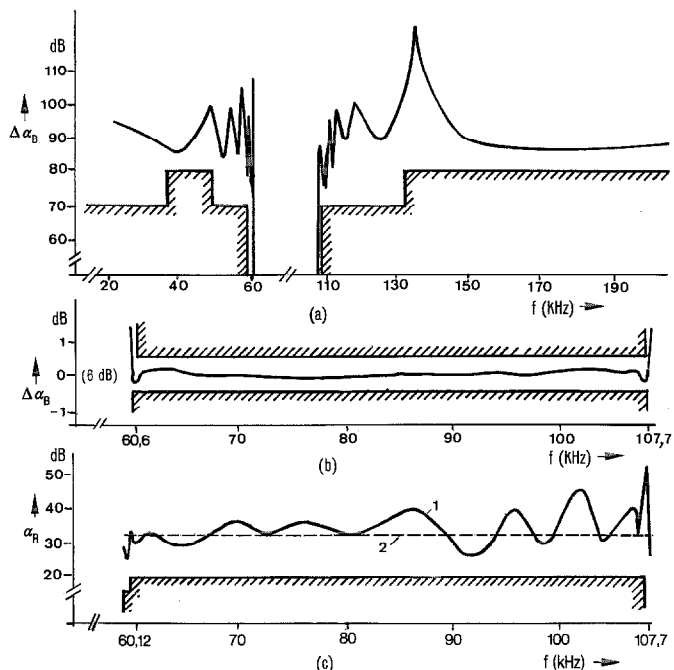


Fig. 3 Características: a) de atenuación; b) de pérdida de inserción y c) pérdida de retorno de un FTGP.
1 Atenuación con la adaptación de entrada
2 Atenuación con la adaptación de salida.

se utilizan ferritas con pequeños coeficientes de variación con la temperatura, dentro de las dos categorías siguientes:

- $\alpha/\mu = 0,4$ a $0,7 \times 10^{-6}$ por $^{\circ}\text{C}$
- $\alpha/\mu = 0,7$ a $1,0 \times 10^{-6}$ por $^{\circ}\text{C}$.

Además, estos materiales poseen un factor de pérdidas mejor ($\text{tg } \delta/\mu \leq (2,0 \pm 0,5) \times 10^{-6}$, $f = 100 \text{ kHz}$) y un menor coeficiente de envejecimiento ($d/\mu \leq 4 \times 10^{-6}$). Para los circuitos más sensibles, dentro de la banda de paso, se ha conseguido un Q superior a 1200 utilizando núcleos de $22 \times 13 \text{ mm}$. Los condensadores de stiroflex o de mica garantizan una compensación suficiente de las variaciones de temperatura, utilizándose condensadores de stiroflex a

prueba de humedad en los circuitos LC más sensibles. La distorsión de atenuación originada por pérdida en los componentes, en la banda de paso, se compensa mediante un dispositivo de ajuste doble que permite una igualación simple y rápida. En el caso de grupos primarios en redes de datos de banda ancha, se puede añadir un igualador de retardo de 6 elementos, para compensar la distorsión de retardo de grupo de hasta $10 \mu\text{s}$ dentro de la banda 68–100 kHz).

En la tabla 1 se resumen las características de los filtros de transferencia. La unidad de filtro FTGP mide sólo $100 \times 160 \times 80 \text{ mm}$, lo cual representa una reducción de tamaño de un 40% en comparación con el filtro tipo 7.

Tabla 1 – Características técnicas de los filtros de transferencia

Característica	Unidad	Grupo primario		Grupo secundario	Grupo terciario	Grupo cuaternario	
		Corte agudo	Corte no agudo			Corte agudo	Corte no agudo
Nivel de entrada	dBr	-30	-30	-30	-23	-25	-25
Nivel de salida	dBr	-36	-36	-35/36	-36	-33	-33
Impedancia de entrada y salida	Ω	150 (equil.)	150 (equil.)	75 (no equil.)	75 (no equil.)	75 (no equil.)	75 (no equil.)
Banda de paso	kHz	60,6–107,7 (60,12)	60,6–107,7 (60,12)	312,3–551,9	812–2044	8516–12.388	8516–12.388
Frecuencia de referencia f_0	kHz	84,08	84,08	411,92	1552	11.096	11.096
Atenuación	dB	$6 \pm 0,2$	$6 \pm 0,2$	$5 \pm 0,3$ $6 \pm 0,3$	$13 \pm 0,3$	$8 \pm 0,5$	$8 \pm 0,5$
Máxima distorsión de atenuación con relación a f_0	dB	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
Pérdida de retorno	dB	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20
Banda eliminada $\geq 35 \text{ dB}^*$	kHz	108,150 \pm 5 Hz 108,175 \pm 5 Hz					
$\geq 40 \text{ dB}^*$	kHz			308 \pm 3 Hz 556 \pm 3 Hz	765 \pm 600 Hz 768 \pm 600 Hz 2088 \pm 600 Hz		
$\geq 70 \text{ dB}^*$	kHz	55,6–59,7 108,6–112,4	≤ 54 114 120–1200	294–303,4 560,3–570	712–724 2132–2144	8360–8372 12.532–12.544	8204–8252,6 12.827,7–12.916
$\geq 80 \text{ dB}^*$	kHz	$\leq 55,6$ 112,4–1200		≤ 294 570–8400	≤ 712 2144–26.000	≤ 8360 12.544–130.000	≤ 8204 12.916–130.000
Pendiente $\leq 6 \text{ dB/octava}$	kHz	≥ 1200		≥ 8400	≥ 26.000		
$\leq 12 \text{ dB/octava}$	kHz					≥ 130.000	≥ 130.000
Voltaje de funcionamiento	V	$12 \pm 2\%$				$24 \pm 2\%$	
Consumo de corriente	mA	≈ 4				≈ 18	
Ruido para un ruido blanco de	pWOp	$\approx 1,5$ + 3,3 dBm0 (60–108 kHz)		≤ 5 9,8 dBm0 (60–1300 kHz)	≤ 1 12,3 dBm0 (350–2500 kHz)	≈ 3 16,8 dBm0 (7–13,8 MHz)	≤ 5 16,8 dBm0 (7–13,8 MHz)

* Atenuación referida a la atenuación a f_0

Nuevos filtros de transferencia

Para la transferencia de grupos primarios entre sistemas Z12 ó Z24, se pueden relajar las exigencias que se imponen al filtro, ya que las bandas adyacentes que pueden interferir se encuentran más alejadas de la banda útil. La tabla 1 muestra también los datos más significativos relativos al FTGP simplificado. Este filtro no requiere ni resonadores de cuarzo ni compensación de temperatura de los circuitos LC. El FTGP simplificado tiene el mismo tamaño que la unidad FTGP normal.

Filtro de transferencia de grupo secundario

El filtro de transferencia de grupo secundario FTGS se utiliza para la transferencia de 60 canales en la banda 312–552 kHz del grupo secundario básico (Fig. 2b). Consta de un filtro LC paso banda con transformadores para adaptación, un resonador de cuarzo para eliminación de banda para el piloto de 556 kHz, un igualador de atenuación y un atenuador que garantiza una pérdida de inserción de 5 ó 6 dB a la frecuencia de 411,92 kHz. La frecuencia piloto de 308 kHz queda atenuada previamente los 40 dB necesarios mediante un filtro LC paso banda.

La separación relativa de frecuencias del 1,4% entre la banda de paso y la banda eliminada no requiere una compensación especial de los circuitos LC frente a la temperatura dentro de este rango de frecuencias. Unos condensadores de stiroflex, con tolerancias muy rígidas, a prueba de humedad y núcleos de 22 × 13 mm, garantizan la estabilidad del filtro. En la tabla 1 se resumen las características del FTGS, cuyo tamaño es el mismo que el del FGTP.

Filtro de transferencia de grupo terciario

Con el filtro de transferencia de grupo terciario FTGT se pueden transferir 300 canales en la banda 812–2044 kHz del grupo terciario básico. La anchura de banda relativa de 0,96 y la pendiente de la curva en las cercanías de la frecuencia de coste, relativamente más plana, permiten la utilización en este caso de un montaje en cadena con polos de atenuación paso alto y paso bajo, sin tener que recurrir a resonadores de cuarzo (Fig. 2c). Los pilotos de 765, 768 y 2088 kHz, situados en los bordes del filtro quedan atenuados en más de 40 dB. Un igualador de atenuación se encarga de suavizar la curva de respuesta entre los polos paso alto y paso bajo de forma que la atenuación en la banda de paso esté comprendida dentro de unos límites de $\pm 0,5$ dB. Los atenuadores en la entrada y en la salida elevan la atenuación hasta el valor especificado de 13 dB, mejorando las pérdidas de retorno (tabla 1). Se utilizan como componentes núcleos en "pot" de 14 × 8 mm y condensadores sellados de stiroflex y mica. El propio filtro se aloja dentro de una unidad que lo apantalla de la alta frecuencia y que mide 100 × 160 × 22,5 mm. Se puede añadir un igualador de retardo de grupo para transmisión de señales de banda ancha (por ejemplo, transmisión videofónica a larga distancia).

Filtro de transferencia de grupo cuaternario

Con el filtro de transferencia de grupo cuaternario FTGC se pueden transferir 900 canales, dentro de la banda 8516–12.388 del grupo cuaternario básico, entre sistemas de 12 MHz (V2700) y otros sistemas. En este caso apare-

cen intervalos de frecuencia relativamente estrechos (1,2–1,7%) entre la banda útil y la indeseada. En consecuencia, se necesitan filtros de orden 44, teniendo en cuenta la dificultad para conseguir la estabilidad adecuada en las fronteras del filtro a estas elevadas frecuencias.

La figura 2d es un diagrama de bloques del filtro de transferencia de grupo cuaternario, que consta de dos filtros paso banda, cada uno de ellos de orden 22, un amplificador, y un igualador doble que sirve a ambos filtros parciales [4]. También se ponen atenuadores a la entrada y a la salida del filtro. Los filtros paso banda son inmunes a la alta frecuencia y se montan en tarjetas de circuito impreso individuales. El amplificador y el igualador se alojan en un conjunto también apantallado contra la alta frecuencia. La figura 4 muestra el filtro de transferencia de grupo cuaternario completo, cuyo tamaño es de 100 × 160 × 84 mm. La unidad está dividida en varias redes parciales con interfaces

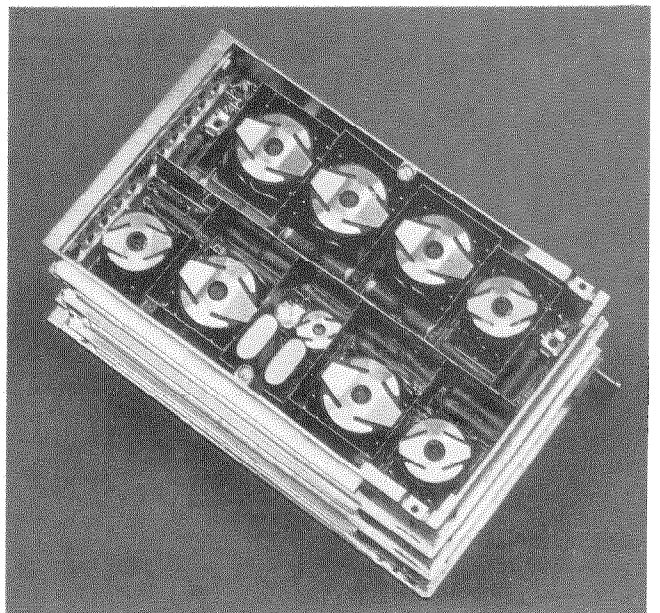
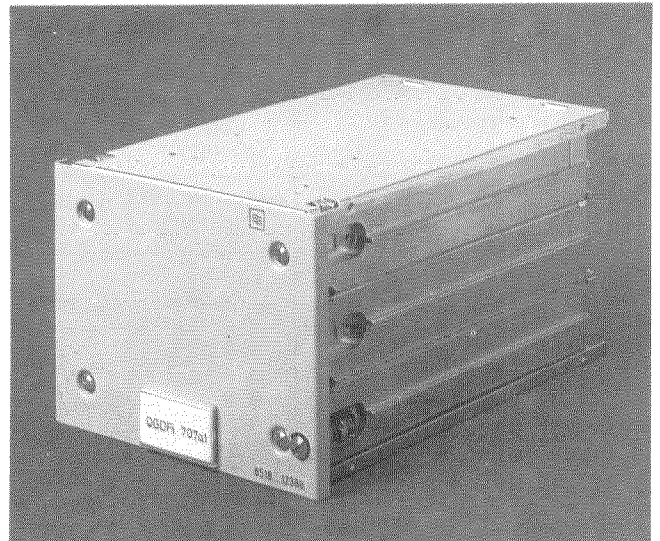


Fig. 4 Unidad de filtro de grupo cuaternario (FTGC).
a) unidad enchufable completa
b) unidad enchufable abierta

resistivas para facilitar la fabricación y las pruebas. Este tipo de partición, sobre todo en el caso de filtros grandes, resulta mucho más práctico cuando las exigencias de espacio requieren el montaje de conjuntos separados en tarjetas de circuito impreso individuales.

Otra ventaja adicional está en los valores de los componentes, sobre todo cuando en el circuito hay resonadores de cuarzo.

Se utiliza un amplificador para compensar la disminución del nivel de salida ocasionado por la atenuación que introduce el filtro; dicho amplificador se comporta además como amplificador separador para los dos filtros parciales. Asimismo, se puede añadir atenuadores a la entrada y a la salida del filtro para mejorar el coeficiente de reflexión, simplificándose así el ajuste del filtro. La figura 5 muestra los procedimientos de ajuste necesarios para un filtro de transferencia pasivo convencional y para uno activo con dos etapas de 4 polos y un amplificador. Como regla general, se ha de pasar una o dos veces por el bucle de corrección en el caso de un diseño convencional, mientras que no se requiere corrección en el caso de un diseño de tipo activo. Así pues, el pequeño aumento en las necesidades de componentes, debido a la partición del filtro, queda ampliamente compensado por la gran simplificación lograda en el procedimiento de ajuste.

El nivel de alta frecuencia y la pendiente de la característica cerca de la frecuencia de corte requieren un diseño

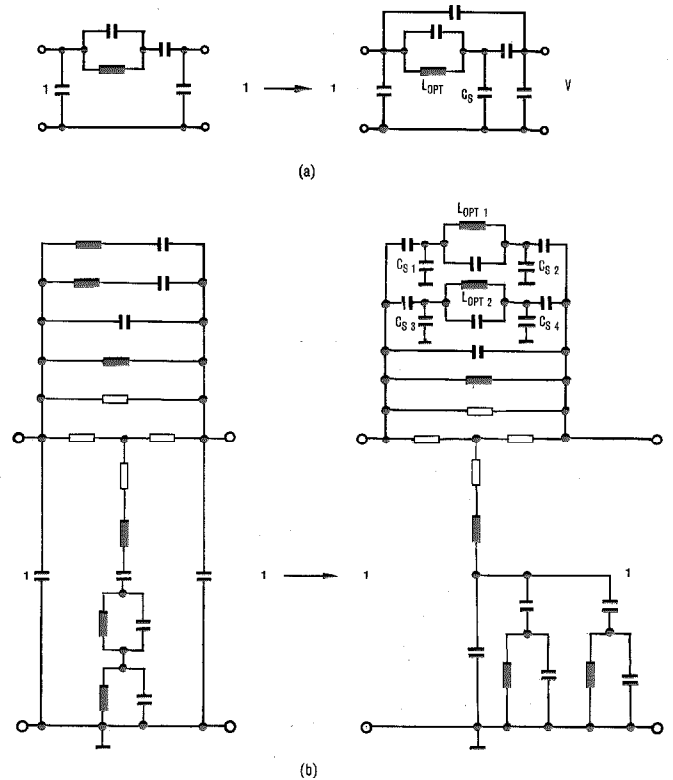
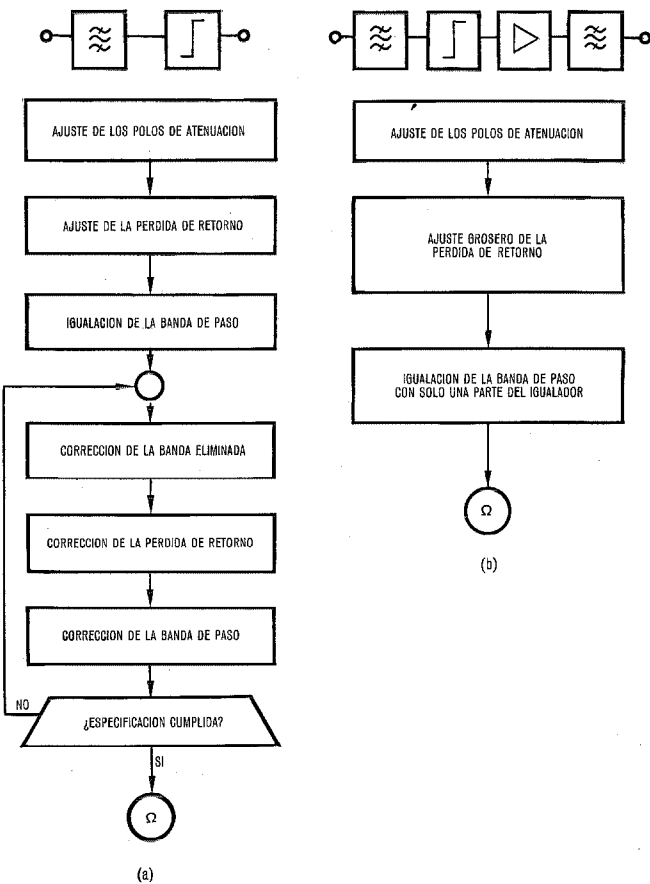


Fig. 6 Transformaciones de redes para la optimización de los valores de los componentes teniendo en cuenta las capacidades parásitas.

- a) Estructura de polo para paso bajo
- b) Igualador.
- L_{opt} = inductancia óptima
- C_s = capacidad parásita

muy cuidadoso, a causa de las inducciones y capacidades parásitas que inevitablemente surgen durante el ensamble. Los valores óptimos de inductancia y capacidad recomendados han de lograrse necesariamente mediante los componentes que se insertan en el circuito. La figura 6a muestra la transformación de una estructura de polo para paso bajo y la figura 6b la de un igualador, con ayuda de las cuales se puede optimizar el valor de los componentes y tener en cuenta todas las capacidades parásitas. Se ha utilizado un programa de aproximación especial para adaptar lo más posible la función de transferencia de la cadena de circuitos de ambas secciones de filtro a las especificaciones del filtro.

La figura 7 muestra la situación de los polos de atenuación del filtro en la banda eliminada superior. Los polos 1, 2a, 3a y 5 están en el paso banda PB1 (Fig. 2d); los polos 2b, 3b, 4 y 6 están en el paso banda PB2. El polo más próximo a la banda de paso en ambos casos se logra con un resonador de cristal; el resto de los polos, con circuitos LC.

La utilización de resonadores de cuarzo en la configuración derivada requiere el uso de estructuras derivadas especiales [3, 6, 7, 8]. En estos circuitos, las pérdidas de los componentes son especialmente desventajosas en los puntos en que tiene lugar la individualización de un polo, preparatoria a la individualización de un polo de cuarzo. Tal individualización se utilizó en los puntos 2a en el paso banda PB1, y 3b en el paso banda PB2. Debido a las pérdidas en estos puntos, en vez de un pico de atenuación, lo que tiene lugar es una discontinuidad en la atenuación. Para evitar estas discontinuidades, la función de transfe-

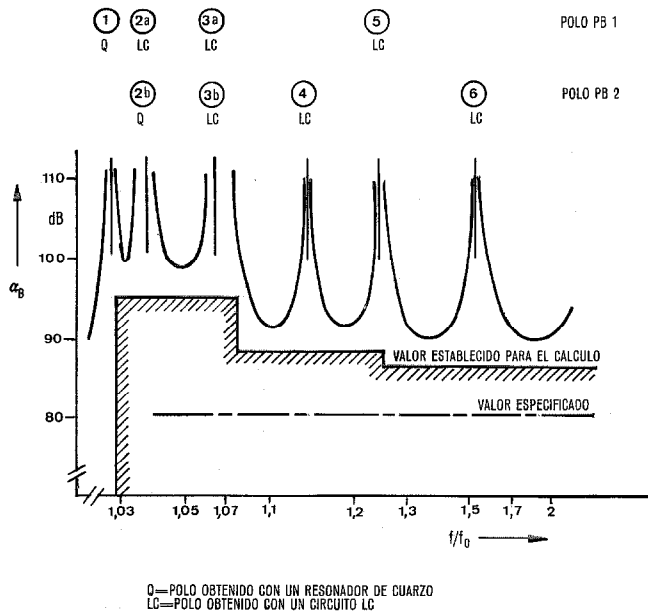


Fig. 7 Aproximación de la atenuación del filtro de transferencia de grupo cuaternario.

rencia se estableció en los polos 2a en el paso banda PB 1, 2b en el PB2, 3b en el PB2, y 3a en el PB 1 durante la aproximación. Además, como se ve en la figura 7, los requisitos de atenuación para la aproximación aumentan cerca de la frecuencia de corte, para conseguir márgenes suficientes contra la deriva de temperatura, humedad y envejecimiento. Se adoptó un procedimiento similar para la banda superior y la inferior.

Se puede conseguir un factor Q de 450 a 12MHz con núcleos de "pot" de 26×16 mm y un material con un factor de pérdidas mejorado ($\text{tg} \delta / \mu = 75 \times 10^{-6}$, $f = 12$ MHz). Se necesita un Q alto para que se pueda compensar la distorsión de atenuación en los extremos de la banda de paso. Una adaptación muy precisa de los condensadores cerámicos con las bobinas ha dado lugar a una estabilidad suficiente con la temperatura. El filtro se ha diseñado de manera que se puedan utilizar tanto condensadores tubulares como planos. Los condensadores planos que se utilizan en estos filtros son de calidad superior, con menor inductancia de terminales mediante conexiones dobles, en comparación con los condensadores planos corrientes. Las características del filtro aparecen en la tabla 1, y la figura 8 muestra las características de pérdidas de inserción y pérdida de retorno.

Filtro de transferencia de grupo cuaternario simplificado

En la transferencia de grupos cuaternarios de sistemas de 60 MHz (V 10.800), y al igual que ocurría con la transferencia de grupos primarios, se puede utilizar un filtro de transferencia de grupo cuaternario simplificado, FTGCS, ya que la separación entre grupos cuaternarios en los sistemas de 60 MHz es superior a la que existe en los sistemas de 12 MHz. Para una separación relativa del 3% y del 3,8% respectivamente, se requiere un filtro de orden 28 como el que se muestra en la figura 2e. Este filtro consta de

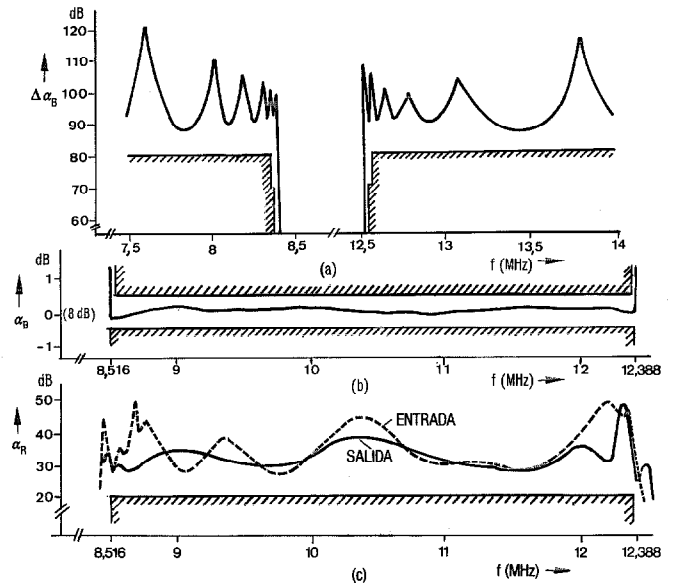


Fig. 8 Características de pérdida de inserción y pérdida de retorno de la unidad FTGC.

un paso banda LC con un igualador de amplitud conectado a la salida, y se dan las características más importantes en la tabla 1.

La eliminación de las frecuencias de prueba 8472, 12.435 y 12.652 kHz no se lleva a cabo en los filtros de transferencia de grupo cuaternario; con este fin se utiliza un filtro de banda eliminada separado.

Armazones

Se utilizan armazones de 500 mm de alto para alojar las unidades de filtro, atornillados sobre columnas del tipo VSEP (Vertical Standard Equipment Practice). Ya no se necesitan los armazones enchufables que antes se usaban, dando lugar a un mejor aprovechamiento del espacio y a un mayor rendimiento.

Dadas las reducidas dimensiones de cada unidad de filtro, un armazón de filtros de transferencia de grupo primario lleva 6 unidades de filtro enchufables, al igual que el armazón de filtros de transferencia de grupo secundario. Las columnas correspondientes pueden llevar hasta 5 armazones de 500 mm. El armazón de filtros de transferencia de grupo terciario puede llevar 9 unidades de filtros de transferencia de grupo terciario, o 9 unidades de filtros de transferencia de grupo cuaternario simplificados; o 4 unidades de filtros de transferencia de grupo cuaternario. El armazón de filtros de transferencia de grupo cuaternario puede alojar 5 unidades de filtros de transferencia de grupo cuaternario.

Conclusión

Los nuevos filtros de transferencia cumplen las recomendaciones del CCITT y las especificaciones del DBP y casi todas las administraciones. Estos filtros llevan funcionando satisfactoriamente desde hace bastante tiempo.

Referencias

- [1] TF-Einrichtungen: Unterrichtsblätter der Deutschen Bundespost, 1976, volumen 29, n° 10/11, págs. 399-405.
- [2] L. C. Deschuytere, F. Scheible, S. Serdakowski y K. H. Johansson: Equipos internacionales de corriente portadora; Comunicaciones Eléctricas, 1971, volumen 46, n° 1, págs. 4-22.
- [3] P. Hermanutz y W. Maaz: Die Durchschalteinrichtungen für TF-Systeme; Nachrichtentechnische Zeitschrift-Report, 1972, n° 11, págs. 29-33.
- [4] P. Hermanutz: Einstellbarer frequenzabhängiger Amplitudenzerrer; Deutsche Patentschrift P 2061119, 18 abril 1974.
- [5] K. Walter y K. J. Comes: El programa ITT de síntesis de filtros en ordenador; Comunicaciones Eléctricas, 1969, volumen 44, n° 2, págs. 143-154.
- [6] W. Haas: Die Verwendung von Quarzen in Netzwerken, die nach der Betriebsparametertheorie berechnet werden; Frequenz, mayo 1962, volumen 16, n° 5, págs. 161-167.
- [7] W. Poschenrieder: Die Wellenparametertheorie als einfachstes Hilfsmittel zur Realisierung von Quarzbandfilter in Abzweigschaltung; Nachrichtentechnische Zeitschrift, marzo 1959, volumen 12, n° 3, págs. 132-138.
- [8] W. Poschenrieder: Steile Quarzfilter großer Bandbreite in Abzweigschaltung; Nachrichtentechnische Zeitschrift, diciembre 1956, volumen 9, n° 12, págs. 561-565.
- [9] B. Gaissmaier, W. Hohneker, R. Unbehauen y E. Wehrhahn: Optimierungsverfahren für den Schaltungsentwurf, Überblick und vergleichende Beurteilung (Teil 1); Frequenz, abril 1975, volumen 29, n° 4, págs. 112-117.
- [10] K. D. Renk y U. Steinkopf: Programme zur Analyse elektrischer Schaltungen – eine vergleichende Übersicht; Nachrichtentechnische Zeitschrift, marzo 1973, volumen 26, n° 3, págs. K37-K43.

Dagobert Klein nació en Stuttgart en noviembre de 1937. Estudió técnicas de comunicación en la Universidad de Stuttgart, obteniendo en 1964 el grado de Diplom-Ingenieur, ingresando a continuación en SEL como ingeniero de desarrollo. En 1967 fue nombrado jefe de un grupo de desarrollo que, entre otras cosas, se ocupó del desarrollo de filtros electro-magnéticos. Actualmente es jefe del Laboratorio de Desarrollo de Redes.

Método de cálculo para sistemas de mallas con espera

Método analítico para calcular la distribución del tiempo de espera en sistemas de mallas de varias etapas con selección conjugada y trabajando en espera. Tras la descripción del método, éste se aplica a dos casos prácticos, comparándose los resultados obtenidos con resultados de simulación.

M. VILLEN ALTAMIRANO

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

Introducción

En la mayoría de los sistemas de conmutación telefónica la red de conexión, o parte de ella, trabaja en una forma combinada de pérdida y espera. Por tanto, es necesario estimar la distribución del tiempo de espera para las conexiones en que el sistema trabaja en espera.

Hay ya algunos artículos que tratan este tema. Las referencias [1], [2] y [3] estudian un sistema de mallas de 2 etapas con espera; de éstas, las referencias [2] y [3] dan fórmulas de la distribución del tiempo de espera. Las referencias [4] y [5] cubren el caso general de sistemas de mallas de varias etapas dando la probabilidad de esperar y el tiempo medio de espera.

Este artículo presenta un tratamiento nuevo del problema y da un método para calcular la distribución del tiempo de espera en un sistema de mallas de varias etapas.

Características del sistema

Consideremos un sistema de mallas de varias etapas con las siguientes características:

- La búsqueda de camino se hace mediante selección conjugada.
- La elección de órganos y de caminos es aleatoria.
- Por ahora se supondrá que todas las salidas de la última etapa de la red están conectadas a un solo destino. Posteriormente, en la sección "Extensión del método al caso de varios destinos", se extenderá el método al caso de varios destinos.
- El sistema trabaja en espera; por tanto, las llamadas que encuentran congestión esperan en una cola para la que se puede definir una gran variedad de disciplinas de servicio.

Cuando, debido a una liberación de caminos, sólo una llamada de la cola tiene camino, ésta es cursada incluso en el caso en que no está en la posición preferente de la cola; pero cuando debido a una liberación, varias llamadas de la cola pueden encontrar camino, la prioridad para ser cursadas se establece de acuerdo con la disciplina de cola.

Hipótesis básicas de tráfico

Las principales hipótesis básicas de tráfico son las siguientes:

- La ley de llegadas de llamadas es de los tipos Poisson o Engset-Bernouilli.
- Los tiempos de duración de las llamadas son mutuamente independientes y siguen una distribución exponencial negativa.

- Se consideran sólo las demoras debidas a la red de conexión; es decir, una llamada que tiene camino libre y no tiene competencia con otras llamadas es cursada inmediatamente.

Durante el desarrollo del método se introducirán otras hipótesis que están íntimamente relacionadas con el procedimiento de cálculo.

Desarrollo del método de cálculo

La distribución del tiempo de espera se calcula por la siguiente fórmula general:

$$P_r(t_e > t) = \sum_{V_x} G(x) H(x, t) \quad (1)$$

donde:

x - es un estado de la red tal que las llamadas que aparezcan en una cierta línea de entrada encuentran bloqueo.

$G(x)$ - es la probabilidad de que una llamada al llegar encuentre el estado x .

$H(x, t)$ - es la probabilidad condicional de que una llamada que al llegar encontró el estado x espere más de un tiempo t .

$G(x)$ se calcula suponiendo independencia entre etapas y, por tanto, siguiendo la metodología de Jacobaeus [6].

Para calcular $H(x, t)$ se distinguirán dos casos según cual sea la causa del bloqueo encontrado por la llamada. Puede haber bloqueo bien cuando hay ocupación simultánea de todas las mallas accesibles* de una cierta etapa, o bien cuando, habiendo mallas libres accesibles en todas las etapas, no hay posibilidad de acoplamiento entre las mallas libres de las distintas etapas. Consideremos los dos casos por separado.

Cálculo de $H(x, t)$: Caso A

Este caso corresponde a cualquier estado x en el que todas las mallas accesibles de una o varias etapas están ocupadas.

En esta situación el bloqueo puede afectar a un gran número de líneas de entrada. Por tanto, se debe tener en cuenta la influencia que otras llamadas en la cola y la disciplina de la cola puedan tener en la distribución del tiempo de espera.

* Se dice que una matriz o una malla es accesible desde una línea de entrada si hay un camino, libre u ocupado, entre la línea de entrada y esa matriz o malla; si, además, el camino está libre se dice que la matriz o la malla está disponible desde la línea de entrada.

Consideremos un estado x y la parte de la red comprendida entre una línea de entrada dada y la primera etapa de la red que está bloqueada en ese estado. Si una liberación afecta a las mallas accesibles de esa etapa, la probabilidad de cursar una llamada dependerá no sólo de la posición de la llamada en la cola, sino también de la probabilidad de encontrar un camino libre en la red una vez que la llamada ha sido elegida.

Desde el punto de vista de tráfico esta parte de la red se puede hacer equivalente a un grupo de disponibilidad completa compuesto de un número de órganos igual al número de mallas (de la etapa correspondiente) accesibles desde la línea de entrada dada, y un número de fuentes igual al número de líneas de entrada con acceso a esas líneas. Además, para tener en cuenta el efecto del bloqueo en las restantes etapas, se supone que, después de una liberación, cada llamada en la cola tiene una probabilidad f de no poderse cursar aunque fuera, según la disciplina de cola, la elegida para cursarse. Por simplicidad, suponemos independencia estadística entre estas probabilidades para las diferentes llamadas de la cola. Más aún, se supone que para una llamada dada que está esperando, esta probabilidad f no depende de la historia previa de la red. Por tanto, si cuando hay una liberación hay j llamadas en la cola, la probabilidad de que no se curse ninguna es f^j . Cuando esto ocurre, se supone que el sistema se comporta como si no hubiera habido ninguna liberación.

Si la cola es servida según el orden de llegada, la probabilidad de que, después de una liberación, se sirva la llamada que ocupa la posición i -ésima en la cola es $f^{i-1} \cdot (1-f)$. Si la cola es servida aleatoriamente esa probabilidad es $(1-f^j)/j$, siendo j el número total de llamadas en la cola.

En el apéndice se expone un método numérico para resolver este problema en los sistemas de espera M/M/R y M/M/R/N.

En el caso que estamos considerando de un solo destino, la probabilidad f es igual a la probabilidad de bloqueo punto a punto entre la línea de entrada y una malla de la primera etapa que esté bloqueada.

Cálculo de $H(x, t)$: Caso B

Este caso corresponde a cualquier estado de bloqueo no cubierto en el caso A; es decir, a los estados en que el bloqueo se debe sólo a que no hay posibilidad de acoplamiento entre las mallas libres de las distintas etapas.

En la mayoría de estos estados, el número de líneas de entrada afectadas por el bloqueo es pequeño comparado con el número de llamadas que al liberar abrirían camino a una llamada dada. Por tanto, si alguna de estas llamadas liberan, el número de llamadas en la cola compitiendo por el camino liberado con la llamada en estudio se puede suponer lo suficientemente pequeño como para ignorarlo.

Sea $v(x)$ el número de llamadas en progreso cuya liberación abriría un camino a una llamada dada. Como hay un solo destino, $v(x)$ es igual al número de llamadas distintas cursadas por las salidas de todas las matrices (de todas las etapas) disponibles desde la línea de entrada dada.

Durante el periodo de espera de la llamada dada, las matrices no disponibles permanecen no disponibles y las sali-

das ocupadas de las matrices disponibles permanecen ocupadas, ya que cualquier liberación que cambiara esta situación abriría un camino para esa llamada y, dada la suposición hecha de que no hay competición por ese camino de otras llamadas en la cola, su periodo de espera acabaría. Más aún, las matrices disponibles permanecen disponibles durante el periodo de espera, y las salidas libres de esas matrices permanecen libres, ya que si cualquier otra llamada pudiera encontrar camino a través de esas matrices, también la llamada dada podría encontrarlo.

En consecuencia, $v(x)$ es constante y, dado que los tiempos de ocupación tienen una distribución exponencial negativa $H(x, t)$ se puede expresar así:

$$H(x, t) = e^{-v(x) \cdot t/h} \quad (2)$$

En los sistemas de mallas en los que solo hay un camino entre cada línea de entrada y cada línea de salida, $v(x)$ es igual al número total de salidas ocupadas en las matrices disponibles desde la línea de entrada. Si hay más de un camino, esta formulación de $v(x)$ no es aplicable, ya que dos salidas ocupadas de dos matrices disponibles de distintas etapas pueden estar ocupadas por una misma llamada. Un valor aproximado de $v(x)$ viene dado por el número total de mallas ocupadas que unen matrices disponibles de la etapa i -ésima con matrices no disponibles de la etapa $(i+1)$ -ésima más el número de salidas ocupadas de las matrices disponibles de la última etapa. Con esta forma de calcular $v(x)$, a una llamada que ocupa dos salidas de dos matrices disponibles de dos etapas consecutivas se la considera apropiadamente. Sin embargo, si una llamada ocupa dos salidas de dos etapas no consecutivas, el valor calculado de $v(x)$ puede exceder a su valor real. Esto se puede tener en cuenta calculando el número medio aproximado de llamadas en esa situación y restando este valor del valor previamente calculado de $v(x)$.

Aplicaciones

Red de tres etapas

Consideremos la red de señalización cuyo diagrama de enlaces y grafo de los caminos se muestra en la figura 1. Las líneas de entrada corresponden a enlaces de varias rutas entrantes, cada una de las cuales está uniformemente distribuida entre las matrices A. Las líneas de salida corresponden a receptores, todos del mismo tipo.

Se supone que cada ruta entrante ofrece tráfico de Poisson, y que todos los enlaces libres de una ruta tienen la misma probabilidad de generar llamadas. La cola es servida aleatoriamente.

El tráfico total de señalización de todas las rutas entrantes es A , y $\alpha = A/qpn$ es el tráfico de señalización por enlace.

Clasificación de los estados de bloqueo

Los estados de bloqueo correspondientes a la ocupación de todas las mallas accesibles de una etapa son de alguno de los tres tipos siguientes:

- x_1 = las m mallas A-B están ocupadas
- x_2 = las $m \cdot r$ mallas B-C están ocupadas y hay mallas libres en la primera etapa
- x_3 = los R receptores están ocupados y hay mallas libres en la primera y segunda etapa.

Método de cálculo

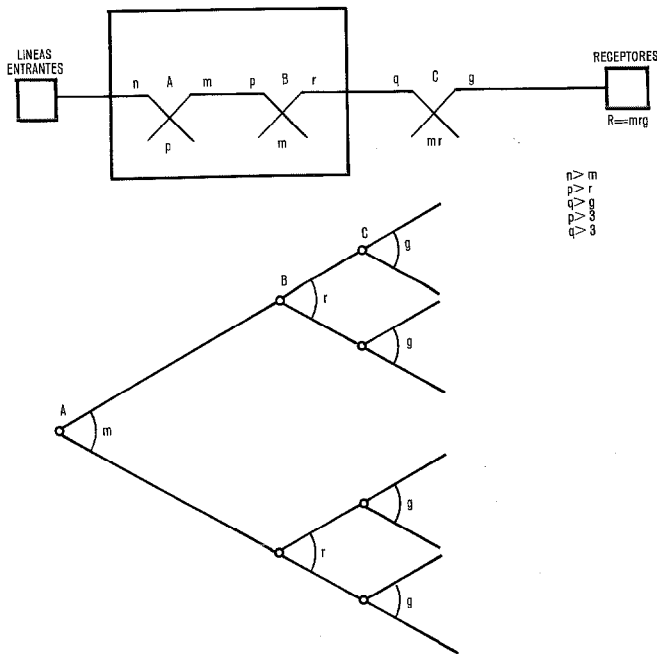


Fig. 1 Diagrama de enlaces y grafo de los caminos de un sistema de mallas de 3 etapas.

La razón de este agrupamiento de los estados de bloqueo es simplemente que todos los estados pertenecientes al mismo tipo tienen el mismo $H(x, t)$.

De forma similar, los estados de bloqueo debidos a que no hay posibilidad de acoplamiento entre las mallas libres de las distintas etapas se puede clasificar en tipos, quedando cada tipo definido por los valores de las variables i y j , definidas así:

i = número de salidas libres de la matriz A a la que está conectada el enlace entrante: $1 \leq i \leq m$

j = número de salidas libres de las matrices B disponibles desde el enlace entrante: $0 \leq j \leq ir$.

Por tanto, la fórmula general (1) se puede expresar así:

$$P_r(t_e > t) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=0}^{ir} G(i, j) H(i, j, t) + G(x_1) H(x_1, t) + G(x_2) H(x_2, t) + G(x_3) H(x_3, t), \quad (3)$$

G representa aquí la probabilidad de que una llamada encuentre a su llegada cualquier estado de bloqueo del tipo correspondiente.

Cálculo de $G(x)$

Para calcular $G(x)$ se usarán las distribuciones de ocupación correspondientes a los siguientes modelos:

- M/M/R/N, con n fuentes y m órganos, en la primera etapa [7].
- M/M/R/N, con $p \cdot n$ fuentes y $m \cdot r$ órganos, en la segunda etapa [7].
- M/M/R, con R órganos, en la tercera etapa [8].

Por tanto:

$$G(i, j) \begin{cases} = F(n, m, \alpha, m-i) [B(ir, ir) - F(pn, mr, \alpha, mr)] \times \\ \quad [1 - E(R, A, R)] & \text{si } j=0 \\ = F(n, m, \alpha, m-i) B(ir, ir-j) [C(jg) - E(R, A, R)] & \text{si } j > 0 \end{cases} \quad (4)$$

donde

$B(k, l)$ es la probabilidad de que, dadas k mallas específicas entre las $m \cdot r$ mallas B-C, l de ellas estén ocupadas y $k-l$ libres, con independencia del estado de las restantes $mr-k$ mallas; y $C(k)$ es la probabilidad de que k receptores estén ocupados, con independencia del estado de los restantes $R-k$ receptores.

Estas probabilidades vienen dadas por:

$$B(k, l) = \sum_{s=l}^{mr-k+l} F(pn, mr, \alpha, s) \frac{\binom{k}{l} \binom{mr-k}{s-l}}{\binom{mr}{s}} \quad (5)$$

$$C(k) = \sum_{s=k}^R E(R, A, s) \frac{\binom{R-k}{s-k}}{\binom{R}{s}}. \quad (6)$$

Donde $F(N, R, \alpha, i)$ es la probabilidad de tener i órganos ocupados al llegar una llamada en el modelo M/M/R/N (N fuentes, R órganos y un tráfico α por fuente) [7]; y $E(R, A, i)$ es la probabilidad de tener i órganos ocupados al llegar una llamada en el modelo M/M/R (infinitas fuentes, R órganos y un tráfico total A) [8].

$G(x_1)$, $G(x_2)$ y $G(x_3)$ vienen dadas por las siguientes fórmulas:

$$G(x_1) = F(n, m, \alpha, m) \quad (7)$$

$$G(x_2) = [-G(x_1)] \cdot F(pn, mr, \alpha, mr) \quad (8)$$

$$G(x_3) = [1 - G(x_1) - G(x_2)] \cdot E(R, A, R) \quad (9)$$

Cálculo de $H(x, t)$

Cuando x pertenece a uno de los tipos x_1, x_2 ó x_3 ya definidos, se puede calcular $H(x, t)$ por el procedimiento que se da en el apéndice para cola servida aleatoriamente. Para los estados del tipo x_1 , se usa el modelo M/M/R/N con m órganos, tráfico por fuente α y probabilidad de bloqueo $f_1 = 0$.

Para el tipo x_2 , también se usa el modelo M/M/R/N con $p \cdot n$ fuentes, $m \cdot r$ órganos, tráfico por fuente α y probabilidad de bloqueo:

$$f_2 = \frac{(n-1)\alpha}{m}. \quad (10)$$

Para el tipo x_3 , se usa el modelo M/M/R con R órganos, tráfico total A y probabilidad de bloqueo

$$f_3 = \frac{(n-1)\alpha}{m} + \left[1 - \frac{(n-1)\alpha}{m}\right] \frac{(pn-1)\alpha}{m \cdot r}. \quad (11)$$

Cuando el estado de bloqueo x se debe a imposibilidad de acoplamiento, $H(x, t)$ se calcula por la fórmula (2), siendo

$$v(i, j) = (m-i) + (i \cdot r - j) + jg. \quad (12)$$

Red de cuatro etapas

Apliquemos ahora el método al sistema de mallas de cuatro etapas cuyo diagrama de enlaces y grafo de los caminos se representa en la figura 2.

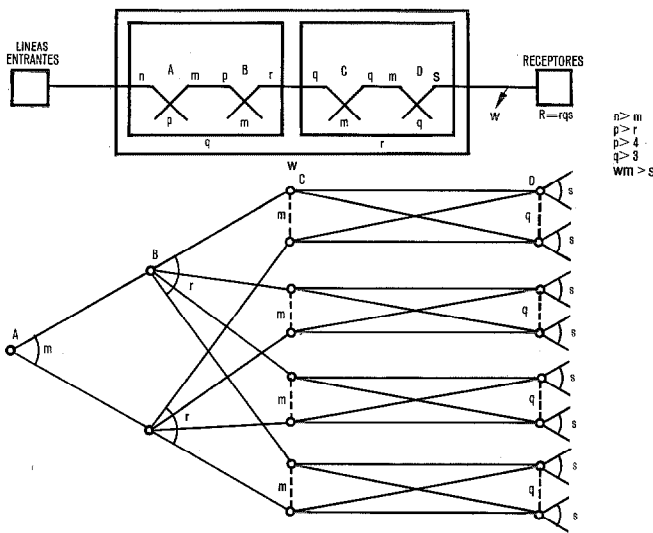


Fig. 2 Diagrama de enlaces y grafo de los caminos de un sistema de mallas de 4 etapas.

Las líneas de entrada son enlaces entrantes con las mismas características que en la "Red de tres etapas". Las líneas de salida son receptores, todos de un mismo tipo. La cola es servida según el orden de llegada.

El tráfico por línea de entrada es α y el tráfico total es:

$$A = w \cdot q \cdot p \cdot m \cdot \alpha.$$

Se mencionará solamente los puntos clave de esta aplicación, ya que el método se aplica de una forma similar al caso de la red de tres etapas.

Las distribuciones de ocupación usadas son la distribución M/M/R/N para las m salidas de una matriz A y para las $m \cdot r$ salidas de un plano A-B, distribución de Bernoulli para las mallas C-D y la distribución M/M/R para los receptores.

Los estados de bloqueo correspondientes a que no hay posibilidad de acoplamiento entre las mallas libres de las distintas etapas se clasifican en tipos, quedando definido cada tipo por el valor de las siguientes variables:

- i = número de salidas libres de la matriz A a la que está conectado el enlace entrante ($1 \leq i \leq m$);
- j_z = número de matrices C del z -ésimo plano C-D disponibles desde el enlace entrante ($0 \leq j_z \leq i$);
- k_z = número de matrices D del z -ésimo plano C-D disponibles desde el enlace entrante ($0 \leq k_z \leq q$).

Para un estado de imposibilidad de acoplamiento, $v(x)$ se obtiene por la siguiente fórmula:

$$v(i, j_1, k_1, \dots, j_r, k_r) = (m - i) + \sum_{z=1}^r [(i - j_z) + j_z(q - k_z) + F F_z s k_z], \quad (13)$$

donde los factores F y F_z se usan para tener en cuenta el número medio de receptores (entre los $s \cdot k_z$ disponibles)

ocupados por llamadas que a su vez ocupan una de las $m-i$ mallas de la primera etapa o uno de las $i-j_z$ mallas de la segunda etapa, respectivamente. F y F_z se obtienen por las fórmulas:

$$F = 1 - \frac{m-i}{A} \quad (14)$$

$$F_z = 1 - \frac{i-j_z}{A/r} \quad (15)$$

Extensión del método al caso de varios destinos

General

Dos aspectos modifican la aplicación del método a este caso. Por un lado, cuando hay varios destinos, la liberación de una salida ocupada de una matriz disponible no abre siempre camino a la llamada dada, ya que la llamada que ocupaba esa salida puede tener un destino distinto al de la llamada que está esperando.

Por otro lado, si se supone que la duración de las llamadas que van a cada destino tiene una distribución exponencial negativa, con media distinta para cada destino, la distribución total para todas las llamadas no será exponencial negativa. No obstante, si la distribución total de las duraciones de las llamadas puede ser aproximada por la exponencial negativa, se puede aplicar el método. El error introducido por esta aproximación depende de lo distinta que sea la distribución real de la distribución exponencial negativa.

Para tener en cuenta estos efectos se debe modificar el cálculo de $H(x, t)$. Aquí se considerará de nuevo dos casos según sea la razón del bloqueo.

Si el bloqueo se debe a que todas las mallas* accesibles de una etapa están ocupadas, se calculará $H(x, t)$ siguiendo el mismo procedimiento que se explicó en el apartado "Cálculo de $H(x, t)$: Caso A"; con la salvedad de que se modificará f con objeto de introducir el bloqueo que puede producir la parte de la red que está detrás de la etapa considerada. Por tanto, f vendrá dado por la fórmula:

$$f = P(x) + [1 - P(x)] d_i Q_i(x) \quad (16)$$

donde

- x - representa la ocupación de todas las mallas accesibles de una cierta etapa i ,
- $P(x)$ - la probabilidad de bloqueo punto a punto entre la línea de entrada y una malla de la i -ésima etapa;
- d_i - es la probabilidad de que una malla de la i -ésima etapa esté ocupada por una llamada de destino distinto;
- $Q_i(x)$ - es la probabilidad condicional de bloqueo entre la malla de la i -ésima etapa y las líneas de salida del destino de la llamada que está esperando, supuesto que una llamada de destino distinto ha sido liberada.

* En esta sección las palabras "mallas", "matriz" y "salidas" se refieren a las mallas, matrices y salidas que aparecen en el grafo correspondiente al destino dado.

Método de cálculo

También hay que tener en cuenta que el tiempo medio de ocupación de las mallas pertenecientes a la i -ésima etapa no tiene que ser igual a la duración media de las llamadas del destino considerado.

Si el bloqueo se debe a imposibilidad de acoplamiento entre las mallas libres de las distintas etapas, el método que se explicó en "Cálculo de $H(x, t)$: Caso B" se debe modificar para introducir la probabilidad de que la liberación de una salida de una matriz disponible no abra camino a la llamada que espera. Esto se hace siguiendo las mismas suposiciones que se hicieron para introducir f en el apartado "Cálculo de $H(x, t)$: Caso A"; esto es, cuando una liberación no abre camino a la llamada que espera, se supondrá que el estado de la red permanece como si no se hubiera producido ninguna liberación. Con esta suposición, $H(x, t)$ se calcula por la fórmula siguiente:

$$H(x, t) = \exp \left(- \sum_{i=1}^n \left[\frac{v_i(x) (1 - d_i Q_i(x))}{h_i} \right] t \right). \quad (17)$$

donde:

- n - es el número de etapas
- $v_i(x)$ - es el número de mallas ocupadas que conectan matrices disponibles de la etapa i -ésima con matrices no disponibles de la etapa $(i+1)$ -ésima. (Para $i=n$, $V_n(x)$ es el número de salidas ocupadas de las matrices disponibles de la última etapa)
- d_i y $Q_i(x)$ - significan lo mismo que antes
- h_i - es el tiempo medio de ocupación de las mallas de la etapa i -ésima.

Aplicación

Apliquemos esta extensión del método al sistema de mallas de tres etapas antes visto.

Supongamos varios grupos de receptores, cada grupo especializado en un tipo de señalización distinta. El tráfico ofrecido a un cierto grupo es A_1 y la duración media de las llamadas que va a ese grupo es h_1 . El tráfico total ofrecido a los restantes grupos es A_2 con una duración media por llamada h_2 . El tráfico por línea de entrada es $\alpha = (A_1 + A_2)/qpn$.

Se supondrá también que todas las matrices A ofrecen la misma proporción de tráfico a cada grupo de receptores.

Hay R_1 receptores del grupo dado y R_2 de los otros grupos ($R_1 = mrg_1$, $R_2 = mrg_2$).

Para calcular la distribución del tiempo de espera para una llamada cuyo destino sea el grupo mencionado, se puede usar las fórmulas del apartado "Red de tres etapas", con las siguientes modificaciones:

- a) Se debe cambiar g por g_1 , R por R_1 y A por A_1 .
- b) En el cálculo de $H(x_1, t)$, $H(x_2, t)$ y $H(x_3, t)$, se debe cambiar h por h_m , h_m y h_1 respectivamente; h_m viene dado por la fórmula:

$$h_m = \frac{A_1 + A_2}{A_1/h_1 + A_2/h_2}. \quad (18)$$

- c) Los valores de f_1 y f_2 se deben cambiar por éstos:

$$f_1 = d \cdot Y(0, 0) \quad (19)$$

$$f_2 = \frac{(n-1)\alpha}{m} + \left[1 - \frac{(n-1)\alpha}{m} \right] d \cdot Z(0) \quad (20)$$

f_3 no cambia.

d) $H(i, j, t)$ se calcula por la fórmula siguiente:

$$H(i, j, t) = e^{-\gamma t}, \quad (21)$$

donde:

$$\gamma = \frac{(m-i)[i-dY(i, j)] + (ir-j)[1-dZ(j)]}{h_m} + \frac{jg_1}{h_1} \quad (22)$$

$$d = \frac{A_2/h_2}{A/h_m} \quad (23)$$

$$Y(i, j) = \frac{\sum_{s=0}^{r-1} B[(i+1)r, (i+1)r-j-s] \frac{\binom{ir}{j} \binom{r}{s}}{\binom{(i+1)r}{j+s}} C[(j+s+1)g_1]}{B(ir, ir-j) C(jg_1)} \quad (24)$$

$$Z(j) = \frac{C[(j+1)g_1]}{C(jg_1)}. \quad (25)$$

Se puede obtener una aproximación mejor si se calcula h_m y d teniendo en cuenta que la fuente que produce la llamada estaba libre. En ese caso, h_m y d toman valores diferentes en la primera y en la segunda etapa.

Comparación con simulación

Para comprobar los resultados con la aplicación del método analítico se ha hecho simulaciones en tiempo real, basadas éstas en las hipótesis dadas en el apartado "Hipótesis básicas de tráfico". Se ha hecho simulaciones de las dos redes antes estudiadas.

Red de tres etapas

Se ha simulado tres casos con los siguientes datos comunes:

$$n = 8, m = 4, p = 8, r = 4, q = 16$$

2 grupos de receptores:

$$1^{\text{er}} \text{ grupo: } R_1 = 80, A_1 = 654 \alpha, h_1 = 8 \text{ s}$$

$$2^{\text{o}} \text{ grupo: } R_2 = 48, A_2 = 370 \alpha, h_2 = 12 \text{ s.}$$

Los tres casos corresponden a tres valores diferentes del tráfico por línea entrante:

$$\text{Caso I: } \alpha = 0,090$$

$$\text{Caso II: } \alpha = 0,095$$

$$\text{Caso III: } \alpha = 0,100.$$

Red de cuatro etapas

De la misma manera, se ha simulado tres casos, con los siguientes datos comunes:

$$n = 8, m = 4, p = 8, r = 4, q = 8, w = 4$$

2 grupos de receptores:

$$1^{\text{er}} \text{ grupo: } R_1 = 160, A_1 = 1380 \alpha, h_1 = 12 \text{ s}$$

$$2^{\text{o}} \text{ grupo: } R_2 = 96, A_2 = 740 \alpha, h_2 = 8 \text{ s.}$$

Los valores de α que distinguen los tres casos son los siguientes:

$$\text{Caso I: } \alpha = 0,100$$

$$\text{Caso II: } \alpha = 0,105$$

$$\text{Caso III: } \alpha = 0,110.$$

En todos los casos, la duración de las llamadas que van a cada destino se ha simulado con distribución exponencial negativa.

En las figuras 3 a 6 se comparan los resultados analíticos con los de simulación. El intervalo de confianza de los puntos de simulación se ha calculado para una confianza del 95%.

Conclusiones

Se ha presentado un método para calcular la distribución del tiempo de espera en un sistema de mallas de varias etapas. Se ha aplicado el método a dos redes de tres y cuatro etapas respectivamente. Los resultados obtenidos por el método analítico se ajustan bastante a los obtenidos por simulación. No obstante, la distribución del tiempo de espera de las llamadas demoradas obtenida analíticamente resulta algo optimista en el caso de la red de tres etapas. Este efecto se debe a la suposición hecha en el apartado "Cálculo de $H(x, t)$: Caso B" con respecto a la cola en los estados de bloqueo debidos a no haber posibilidad de acoplamiento entre las mallas libres. Este efecto no se aprecia en la red de cuatro etapas, pues en este caso el bloqueo debido a no haber posibilidad de acoplamiento es menor que en la red de tres etapas para un mismo bloqueo total en las dos redes.

Se ha visto que el método da en los casos estudiados una aproximación satisfactoria de la distribución del tiempo de

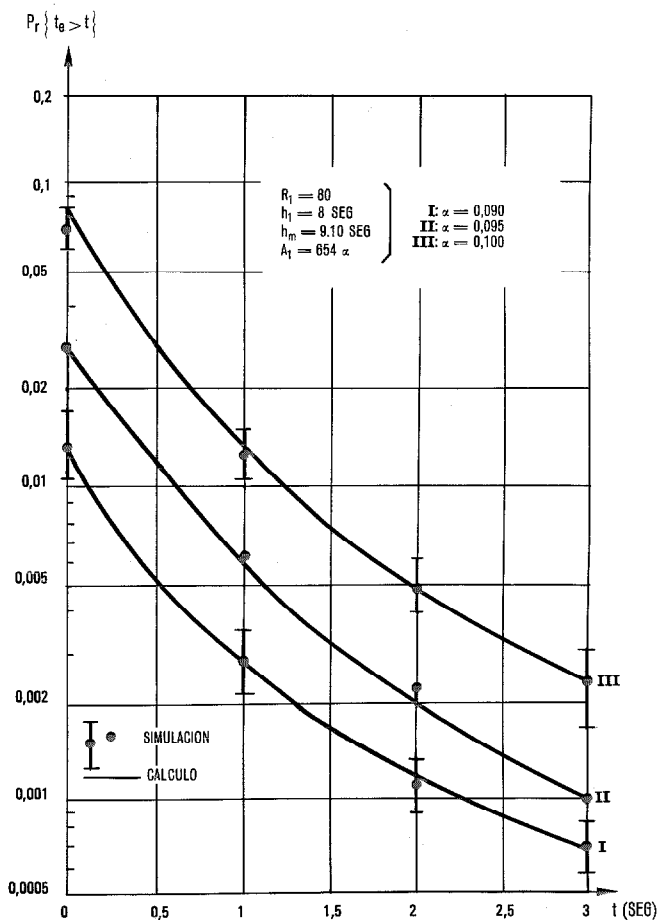


Fig. 3 Distribución del tiempo de espera en una red de 3 etapas: Grupo 1.

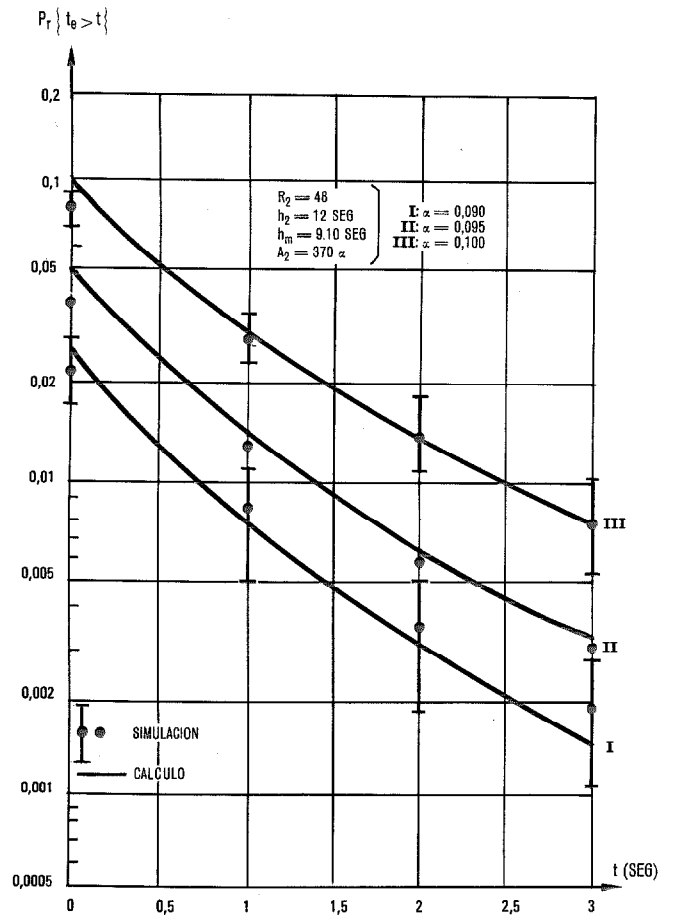


Fig. 4 Distribución del tiempo de espera en una red de 3 etapas: Grupo 2.

espera. Como, además, se puede aplicar sin dificultad a sistemas de mallas con cualquier número práctico de etapas, parece que puede ser de gran utilidad para dimensionar sistemas de mallas con espera.

Agradecimiento

El autor desea expresar su agradecimiento a sus compañeros de la división de tráfico del Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S.A., Madrid, por su valiosa colaboración. Mención especial se debe hacer de D. J. Canales, que programó las fórmulas analíticas y de D. A. Sicilia que hizo los programas de simulación.

Apéndice

Algoritmo numérico para obtener las distribuciones de espera en los sistemas de espera M/M/R y M/M/R/N

Varios autores han tratado el sistema M/M/R cuando la cola es servida según el orden de llegada [8], y cuando es servida aleatoriamente [9, 10, 11]. El sistema M/M/R/N ha sido tratado en las referencias [7] y [12] cuando la cola es servida según el orden de llegada y aleatoriamente, respectivamente.

Método de cálculo

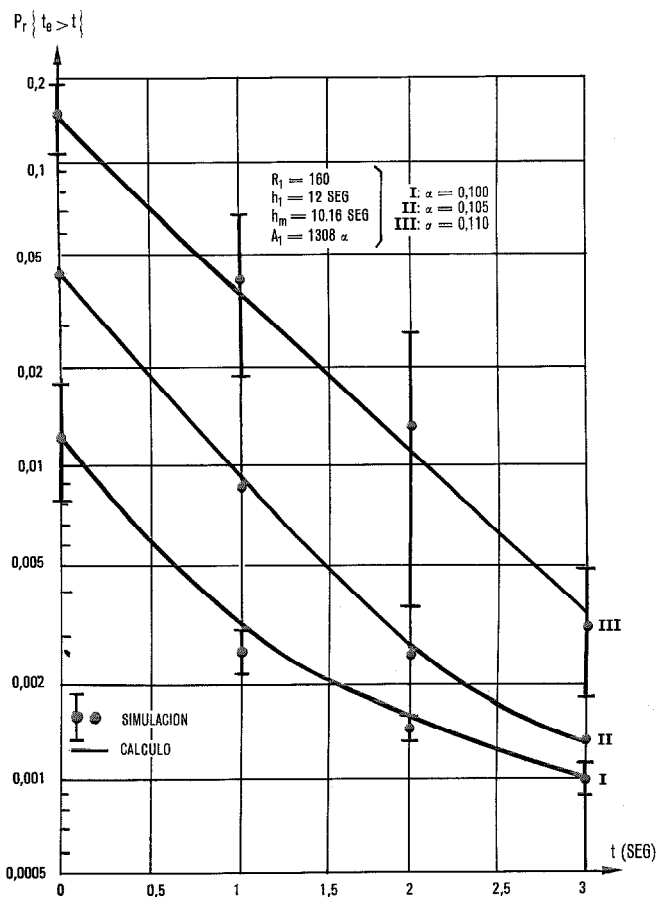


Fig. 5 Distribución del tiempo de espera en una red de 4 etapas: Grupo 1.

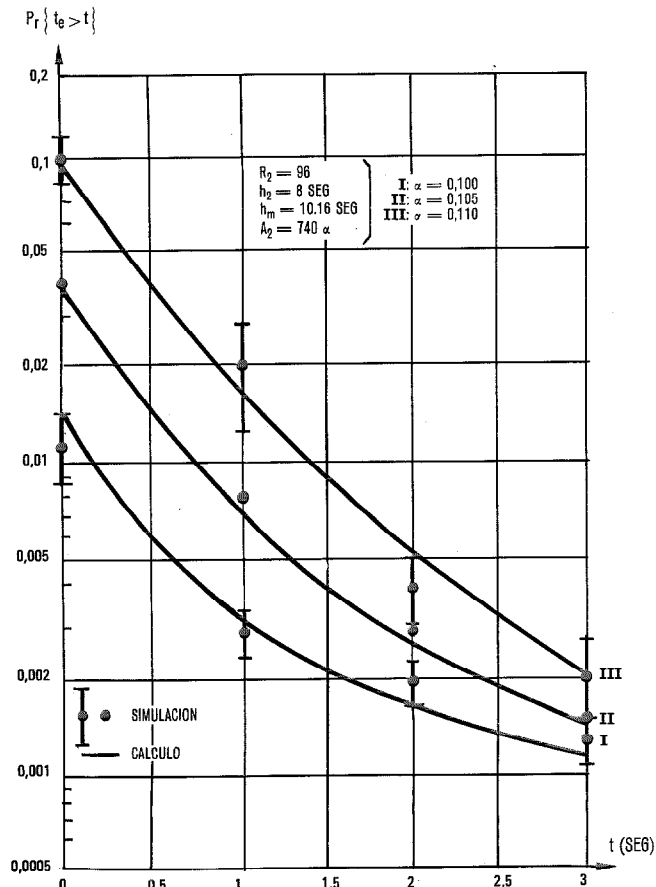


Fig. 6 Distribución del tiempo de espera en una red de 4 etapas: Grupo 2.

En este apéndice se va a presentar un algoritmo numérico que es adaptable a varias disciplinas de servicio de la cola, y que permite un cálculo más fácil en el caso de servicio aleatorio.

Consideremos un grupo de disponibilidad completa con $R = m$ órganos. El proceso es de nacimiento y muerte, siendo $\lambda(c)$ y $\mu(c)$, respectivamente, las tasas de nacimiento y muerte de llamadas cuando hay c llamadas en el sistema. Se quiere calcular la $Pr\{t_e > K \cdot t_0\}$ para las llamadas demoradas ($K = 1, 2, 3 \dots$).

El algoritmo se aplicará aquí a los casos en que la cola es servida aleatoriamente o según el orden de llegada. Se puede notar que el algoritmo es esencialmente el mismo para los sistemas M/M/R y M/M/R/N; la única diferencia está en la expresión analítica de $\lambda(c)$.

A) Cola servida aleatoriamente

Emplearemos la siguiente notación:

$D(i, t)$ – es la probabilidad de que transcurrido un tiempo t desde la llegada de una llamada a la cola, esta llamada esté, junto con otras i llamadas, esperando en la cola.

$S(i, j, t)$ – es la probabilidad condicional de que una llamada esté, junto con otras j llamadas, esperando en la cola, supuesto que t unidades

de tiempo antes la misma llamada estaba, junto con otras i llamadas, esperando en la cola.

La expresión analítica de $D(i, 0)$ se obtiene resolviendo el sistema correspondiente de ecuaciones de estado:

$$D(i, 0) = \frac{\lambda(m+i) \prod_{c=0}^{m+i-1} \frac{\lambda(c)}{\mu(c+1)}}{\sum_{l=0}^{\infty} \left[\lambda(m+l) \prod_{c=0}^{m+l-1} \frac{\lambda(c)}{\mu(c+1)} \right]}, \quad (0 \leq i \leq \infty). \quad (26)$$

Despreciamos la probabilidad de que haya más de p llamadas en la cola, para el valor más pequeño de p que satisface la siguiente relación:

$$\varepsilon = \sum_{i=p+1}^{\infty} D(i, 0) < 10^{-2}. \quad (27)$$

Para compensar el haber despreciado esa probabilidad, se suma ε a $D(p, 0)$. De la definición de $D(i, t)$ se sigue que:

$$Pr\{t_e > t\} = \sum_{i=0}^p D(i, t). \quad (28)$$

Dado que el proceso es markoviano, se cumplen las fórmulas siguientes:

$$S(i, k, t_1 + t_2) = \sum_{j=0}^p S(i, j, t_1) \cdot S(j, k, t_2), \quad (29)$$

$$(0 \leq i, k \leq p)$$

$$D(j, t_1 + t_2) = \sum_{i=0}^p D(i, t_1) \cdot S(i, j, t_2), \quad (0 \leq j \leq p) \quad (30)$$

Elegimos un tiempo pequeño $\tau = 2^{-q} \cdot t_0$, siendo q entero, tal que para todo $i > m$.

$$\lambda(i) \cdot \tau < 10^{-3}, \quad \mu(i) \cdot \tau < 10^{-3} \quad (31)$$

$S(i, j, \tau)$ se puede obtener, con una gran aproximación por las fórmulas siguientes. (Téngase en cuenta que $\mu(c) = \mu(m)$ para $c > m$).

$$S(i, i-1, \tau) = \frac{i}{i+1} \mu(m) \tau, \quad (1 \leq i \leq p) \quad (32)$$

$$S(i, i, \tau) = 1 - \lambda(m+i+1) \tau - \mu(m) \tau, \quad (0 \leq i \leq p-1) \quad (33)$$

$$S(p, p, \tau) = 1 - \mu(m) \tau \quad (34)$$

$$S(i, i+1, \tau) = \lambda(m+i+1) \tau, \quad (0 \leq i \leq p-1) \quad (35)$$

$$S(i, j) = 0 \text{ si } |i-j| > 1, \quad (0 \leq i, j \leq p) \quad (36)$$

Aplicando iterativamente q veces la siguiente fórmula (37), que es un caso particular de la fórmula (29), se obtiene $S(i, j, t_0)$.

$$S(i, k, 2^{-l} t_0) = \sum_{j=0}^p S(i, j, 2^{-(l+1)} t_0) S(j, k, 2^{-(l+1)} t_0), \quad (0 \leq i, k \leq p) \quad (37)$$

Mediante la ecuación (30), se obtiene $D(j, k \cdot t_0)$ a partir de $D(i, (k=1) \cdot t_0)$ y $S(i, j, t_0)$, y, finalmente, mediante la fórmula (28) se obtiene la distribución del tiempo de espera.

Para introducir la probabilidad de bloqueo f debida a las restantes etapas (ver "Cálculo de $H(x, t)$: Caso A"), basta cambiar las fórmulas (32), (33) y (34) por las siguientes:

$$S(i, i-1, \tau) = \frac{i}{i+1} (1 - f^{i+1}) \mu(m) \tau, \quad (1 \leq i \leq p) \quad (38)$$

$$S(i, i, \tau) = 1 - \lambda(m+i+1) \tau - (1 - f^{i+1}) \mu(m) \tau, \quad (0 \leq i \leq p-1) \quad (39)$$

$$S(p, p, \tau) = 1 - (1 - f^{p+1}) \mu(m) \tau \quad (40)$$

B) Cola servida según el orden de llegada

El algoritmo es similar al caso de servicio aleatorio, pero en este caso las variables i y j en $D(i, t)$ y $S(i, j, t)$ significan el número de llamadas que hay en la cola delante de la llamada considerada.

El algoritmo A) anterior es aplicable a este caso, con sólo cambiar las fórmulas (32), (33), (34) y (35) por las siguientes:

$$S(i, i-1, \tau) = \mu(m) \tau, \quad (1 \leq i \leq p) \quad (41)$$

$$S(i, i, \tau) = 1 - \mu(m) \tau, \quad (0 \leq i \leq p) \quad (42)$$

$$S(i, i+1, \tau) = 0, \quad (0 \leq i \leq p-1) \quad (43)$$

Para introducir la probabilidad f (ver el apartado "Cálculo de $H(x, t)$: Caso A") se debe cambiar las fórmulas (41) y (42), por las siguientes:

$$S(i, i-1, \tau) = (1 - f^i) \mu(m) \tau, \quad 1 \leq i \leq p) \quad (44)$$

$$S(i, i, \tau) = 1 - (1 - f^{i+1}) \mu(m) \tau, \quad 0 \leq i \leq p) \quad (45)$$

Referencias

- [1] A. Elldin: On Equation of State for a Two-Stage Link System; Ericsson Technics, 1956, volumen 12, n° 1, págs. 61-104.
- [2] E. Gambe, T. Suzuki y M. Ito: Waiting Time Distribution for Two-Stage Link System; Electronics and Communications in Japan, 1968, volumen 51-A, n° 10, págs. 21-30.
- [3] M. Bonatti, P. Kubanski y P. Popoli: A Class of Common Control Circuits Systems; Single-Stage and Two-Stage Arrangements with Waiting; Actas del 7º Congreso Internacional de Teletráfico, Estocolmo, 13 al 20 de junio 1973, artículo 333, 8 págs.
- [4] L. J. Hieber: About Multi-Stage Link Systems with Queuing; Actas del 6º Congreso Internacional de Teletráfico, Munich, 9 al 15 septiembre 1970, artículo 233, 7 págs.
- [5] L. Praz: Probabilité et Temps Moyen d'Attente des Réseaux de Couplage à Plusieurs Etages avec Possibilité d'Attente Illimitée; Post, Telephon und Telegraphen Technische Mitteilungen, 1974, volumen 52, n° 7, págs. 252-257.
- [6] C. Jacobaeus: A Study on Congestion in Link Systems; Ericsson Technics, 1950, n° 48, págs. 3-68.
- [7] T. C. Fry: Probability and its Engineering Uses; Princeton, D. Van Nostrand Co., 1965, 462 págs.
- [8] A. K. Erlang: Solution on Some Problems in Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges; Elektroteknikeren, 1917, volumen 13, pag. 5.
- [9] E. Vulot: Délais d'attente des Appels Téléphoniques Traités au Hazard; Comptes-Rendus Académie des Sciences, 28 de enero 1946, volumen 222, págs. 268-269.
- [10] C. Palm: Vántetider Vid Slumpvis Avverkad Kö; Tekniska Meddelanden Fran. Kungl. Telegrafstyrelsen, Specialnummer for Teletrafikteknik, 1946.
- [11] J. Riordan: Delay Curves for Calls Served at Random; Bell System Technical Journal, enero 1953, volumen 32, págs. 110-119.
- [12] M. Segal: A Multiserver System with a Finite Number of Sources and Delayed Requests Served at Random. Actas del 6º Congreso Internacional de Teletráfico, Munich, 9 al 15 septiembre 1970, artículo 332, 4 págs.

Manuel Villén Altamirano nació en Rute, Córdoba, España, en 1948. Cursó la carrera de Ingeniero Superior de Telecomunicación en la Universidad Politécnica de Madrid, graduándose en 1970. En 1971 ingresó en el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S. A., trabajando en el grupo central de estudios de tráfico de ITT. Ha trabajado en el dimensionado del sistema PENTACONTA*, ha participado en la primera simulación a toda escala de los procesadores que controlan un sistema semieletrónico, y actualmente dirige el grupo de dimensionado de la red de conmutación del sistema METACONTA*. También está participando en el dimensionado del sistema PCM de ITT.

El Sr. Villén ha sido profesor de Matemáticas en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, y ha dado seminarios sobre simulación a estudiantes de doctorado en la misma Escuela.

* Marca registrada del sistema ITT

Aparato telefónico de abonado CONSUL

Desde que hace más de 15 años fueron desarrollados los tan conocidos aparatos telefónicos de abonado ASSISTANT*, han cambiado las peticiones y gustos de los abonados, por lo que para satisfacer estas exigencias y al mismo tiempo aprovechar la tecnología de los modernos componentes y técnicas de fabricación, se ha desarrollado el aparato telefónico de abonado CONSUL* en sus dos versiones de disco y de teclado.

P. VÖMEL

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

Desde su invención, hace más de cien años, el teléfono se ha convertido en el medio de comunicación más importante y difundido. Indudablemente el aparato telefónico es sólo una pequeña parte de la red telefónica, pero es la que proporciona el acceso del hombre al sistema de comunicación más grande del globo terráqueo: el sistema telefónico mundial con casi 420 millones de conexiones telefónicas [1].

La tecnología y el diseño de los conocidos aparatos telefónicos ASSISTANT de Standard Elektrik Lorenz, una compañía alemana de ITT, están basados en desarrollos realizados hace 15 años, y desde entonces han cambiado los gustos de los abonados en lo que se refiere al aspecto físico y colorido, al mismo tiempo que demandan un manejo más cómodo. La tecnología de componentes y las técnicas de fabricación han cambiado considerablemente, haciendo posibles avances importantes.

Recogiendo estos cambios, SEL ha desarrollado un nuevo aparato telefónico de abonado que tiene una apariencia agradable, reflejada en su diseño y colorido, y tiene un bajo coste de fabricación. Este aparato de abonado CONSUL fue presentado al público en la Feria de Hannover de 1978.

Especificaciones

Al iniciar el trabajo de desarrollo del aparato de abonado CONSUL, se reunieron las nuevas ideas, las exigencias actuales y las propuestas a incorporar en un nuevo aparato telefónico moderno y se redactaron las especificaciones [2]. En resumen, esto es lo que el nuevo aparato telefónico debería cumplir:

- tener una forma atractiva y estéticamente equilibrada,
- suplementar la gama de aparatos SEL para satisfacer los gustos modernos,
- asegurar al usuario un rápido y fácil acceso a la red telefónica,
- ser fácil de coger y transportar con el microteléfono colgado o descolgado,
- apoyarse de una manera estable y sin deslizarse en escritorios, mesas forradas y consolas,
- estar concebido y diseñado según las más modernas prácticas de diseño,
- utilizar los más modernos componentes electrónicos,
- ser eficaz y fiable,
- ser adecuado para una producción en serie de bajo costo, especialmente en lo referente a modelos y colores diferentes,

- ser de fácil mantenimiento mediante la simple sustitución de módulos.

Sobre la base de estos requisitos de principio se redactó la especificación mediante una estrecha colaboración y coordinación entre los departamentos de planificación del producto, desarrollo, producción y ventas, y esta especificación constituyó la pauta de trabajo utilizada por los diseñadores e ingenieros de desarrollo.

Descripción técnica

El aparato de abonado CONSUL fue desarrollado como un aparato telefónico de disco y de teclado (Fig. 1). Por razones de economía, los aparatos con disco están equipados con un circuito convencional de conversación y los de teclado con un circuito electrónico de conversación [2, 3].

Circuitos

En la figura 2 está el esquema básico del modelo CONSUL con disco. El circuito es el mismo que se ha venido utilizando con buenos resultados durante muchos años en el aparato telefónico ASSISTANT y el aparato FeAp 61 de la Administración alemana con red de equilibrio, cápsula receptora electromagnética y cápsula de micrófono de carbón. Si se desea, la cápsula de micrófono de carbón se puede sustituir por un micrófono electrónico. El timbre electromecánico está reemplazado por un timbre electrónico.

En la figura 3 está representado el circuito electrónico de conversación de los aparatos con teclado. El componente



Fig. 1 Modelos con disco y con teclado del aparato telefónico CONSUL.

* Marca registrada del sistema ITT

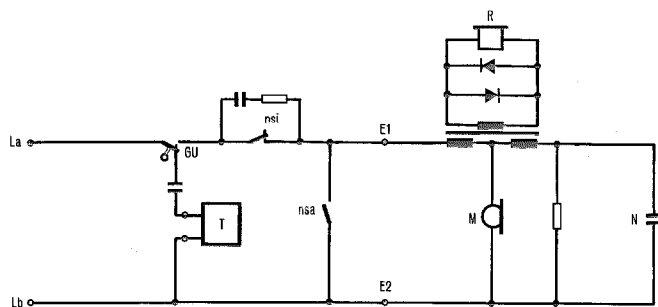


Fig. 2 Circuito básico del aparato CONSUL con disco.

- R - receptor
- M - micrófono
- N - red de equilibrio
- T - timbre electrónico

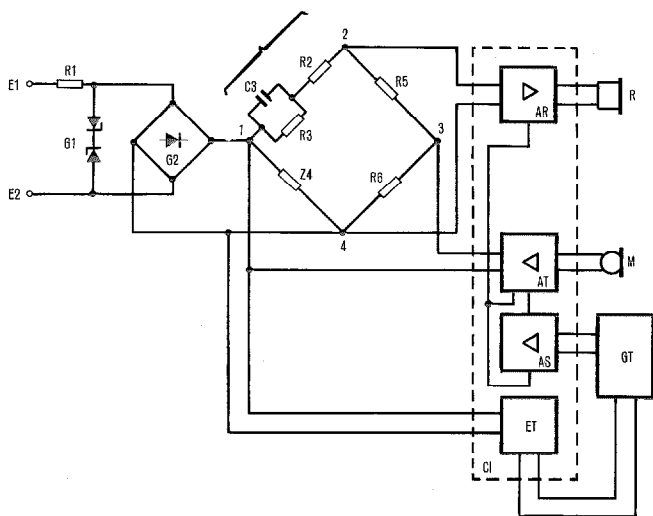


Fig. 3 Esquema básico del circuito de conversión para el modelo CONSUL con teclado de frecuencias vocales.

- AR - amplificador de recepción
- R - cápsula de receptor electromagnética
- CI - circuito integrado
- M - cápsula transmisora electromagnética
- N - red de equilibrio
- AS - amplificador de señal
- ET - estabilizador de tensión
- AT - amplificador de transmisión
- GT - generador de tonos para el sistema de marcado por multifrecuencia

central es el circuito integrado (CI) que incluye el amplificador de recepción (AR), el amplificador de transmisión (AT), el amplificador de señal (AS) y el estabilizador de tensión (ET).

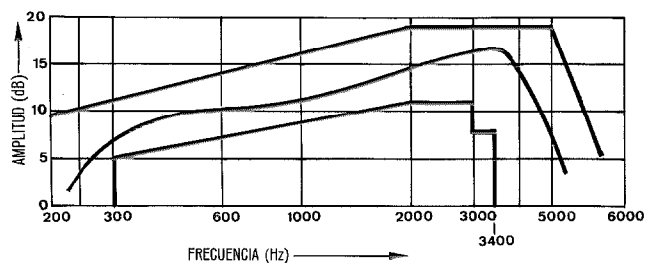
Los componentes R_2 , R_3 , C_3 , Z_4 , R_5 y R_6 forman un circuito en puente de corriente alterna. La señal recibida se toma en los puntos 2 y 4 del puente, se amplifica en el amplificador de recepción y se envía a la cápsula de receptor R. La señal transmitida pasa de la cápsula transmisora M al amplificador de transmisión y a los puntos 1 y 3 del circuito en puente. Como cápsula receptora y transmisora se utiliza el mismo tipo de transductor dinámico. Los equivalentes de referencia necesarios se pueden ajustar mediante la variación de la ganancia de los amplificadores de recepción y transmisión empleando resistencias externas al circuito integrado.

El circuito estabilizador de tensión (ET) proporciona la tensión al circuito electrónico de conversión y al generador de multifrecuencias. Cuando se marca un número, el generador de tonos (GT) produce las frecuencias de los tonos que son amplificadas por el amplificador de señal y el de transmisión y enviadas a los hilos de línea a través del bloque de terminales.

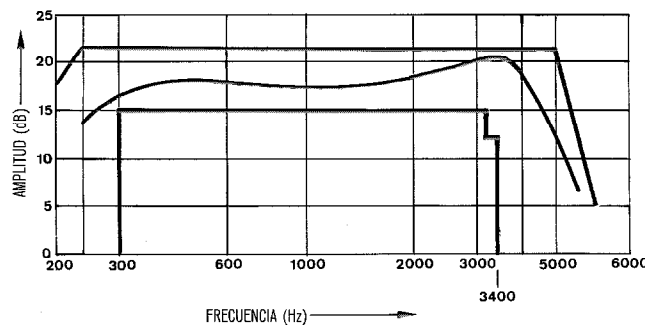
El puente de diodos G_2 hace que el funcionamiento del circuito de conversión sea independiente de la polaridad de los hilos de línea. La resistencia R_1 junto con el diodo zener bipolar G_1 protege al circuito contra los picos de alta tensión que pueden aparecer en los hilos de transmisión.

Características de transmisión

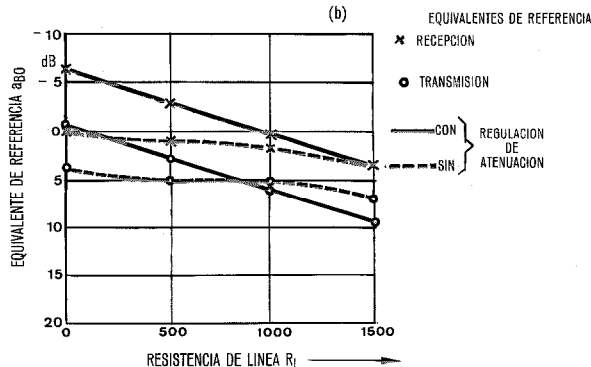
Los valores de transmisión del modelo CONSUL con disco son los mismos que los del aparato FeAp 61 de la Administración alemana. Estos valores se tomaron como base para el diseño del nuevo circuito electrónico de conversión. En la figura 4 se representa la respuesta en



(a)



(b)



(c)

Fig. 4 Respuesta a frecuencia y equivalentes de referencia del circuito electrónico de conversión del modelo CONSUL con teclado.

- a) respuesta a frecuencia en transmisión
- b) respuesta a frecuencia en recepción con los límites de tolerancia fijados por el sistema telefónico alemán
- c) equivalentes de referencia en función de la resistencia de línea.

transmisión, en recepción y los equivalentes de referencia para el circuito electrónico de conversación del modelo CONSUL con teclado, en función de la resistencia de línea, medidos con el medidor BsK tipo 3352. Las curvas de respuesta a frecuencia están dentro de los límites de tolerancia fijados para el sistema telefónico alemán. Las curvas del equivalente de referencia presentan los mismos valores que las de un aparato de abonado convencional equipado con una cápsula receptora de sensibilidad media (cápsula del grupo "verde"). Variando la ganancia es posible utilizar también una cápsula de alta sensibilidad del grupo "rojo".

Para el circuito electrónico de conversación el factor de distorsión es inferior al 2% en ambas direcciones de transmisión.

Sistemas de teclado

Los aparatos CONSUL con teclado pueden ser equipados con uno de los tres sistemas de teclado actualmente en uso.

La señalización por frecuencias vocales transmite la información marcada, en forma de señales de frecuencia vocal, desde el aparato de abonado a la central. Las frecuencias cumplen las recomendaciones CCITT para el código 2X (1 entre 4), y en el caso del aparato CONSUL están generadas por un circuito integrado generador de frecuencias. El empleo de sistemas de teclado a frecuencias vocales será de utilización cada vez más frecuente en las modernas centralitas privadas, así como en las centrales urbanas.

En el sistema de teclado de marcado decimal, en el aparato de abonado un dispositivo electrónico de producción de impulsos de corriente continua origina los mismos trenes de impulsos que un disco. Este sistema permite a un abonado utilizar un aparato de teclado aun cuando esté conectado a una central que realice la selección por impulsos de disco.

El sistema de diodos a tierra es un sistema de teclado con señalización por corriente continua para centralitas privadas. Dependiendo del dígito marcado el hilo *a* y/o el hilo *b* es conectado a tierra a través de diodos. El código se identifica por muestreo de los estados conmutados de los diodos mediante corriente continua.

Timbre electrónico

El timbre electrónico empleado en el aparato de abonado CONSUL (Fig. 5) está formado por el generador de llamada y un circuito para rectificar y suprimir el rizado de la tensión alterna de llamada. El generador trabaja con un transistor sobre el principio de oscilador de bloqueo, y un

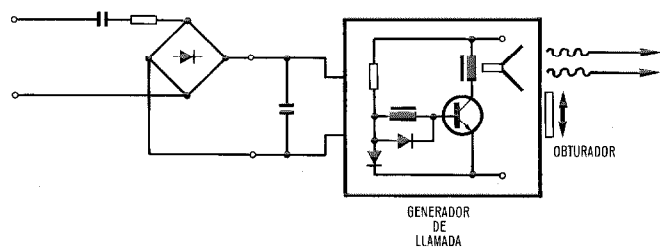


Fig. 5 Circuito del timbre electrónico.

imán permanentemente acoplado al diafragma que crea la presión sonora y oscila con el campo alterno de la bobina. Este oscilador y los componentes electrónicos están montados en una pequeña caja de plástico para formar un módulo suelto. Los tonos audibles así producidos salen al exterior a través de unas ranuras en la parte superior. En el aparato de abonado CONSUL, este dispositivo de llamada está colocado inmediatamente detrás del panel frontal de tal manera que el sonido se proyecta hacia adelante. Para ajustar el volumen, la abertura por la que sale el sonido se puede abrir o cerrar ligeramente mediante un pequeño cursor.

Comparado con un timbre electromecánico convencional, el timbre electrónico tiene la ventaja de que las oscilaciones producidas en la gama de las bajas frecuencias son prácticamente tan intensas como las de las gamas superiores, lo que se traduce en que el timbre electrónico atraviesa las puertas cerradas más eficazmente que un timbre convencional y también puede ser oído más fácilmente por aquellas personas que no tienen buena capacidad para oír las frecuencias altas. Una ventaja adicional del timbre electrónico sobre el convencional es que presenta una microfónica considerablemente más reducida.

Diseño y módulos

El principio utilizado en el diseño CONSUL y en la división del aparato en módulos está basado en la necesidad de poder fabricar diferentes tipos y combinaciones de colores de una manera económica, tanto el modelo con disco como con teclado y obtener un alto grado de flexibilidad combinado con un fácil mantenimiento mediante el empleo de subconjuntos intercambiables.

En la mayoría de los aparatos telefónicos existentes, cada componente y subconjunto está montado sobre una placa base que se cubre con una tapa. Por el contrario, el principio de diseño del aparato de abonado CONSUL es tal que, excepto el microteléfono, todos los conjuntos importantes están montados en el panel frontal para formar una sola unidad de trabajo y control. Es circuito de conversación, el gancho, las clavijas de conexión y, si existen, el botón de tierra o el de apertura controlada están en un circuito impreso desmontable que se fija sobre columnas en la parte posterior del panel frontal (Fig. 6). El teclado (o el disco) está sujeto con tornillos por la parte posterior de

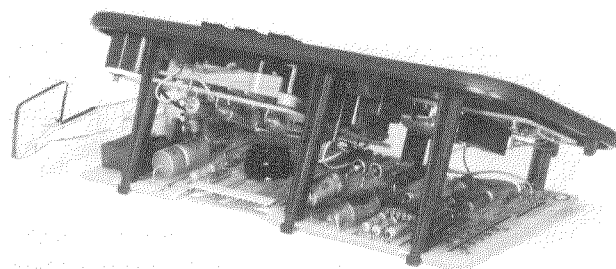


Fig. 6 Unidad de funcionamiento y de control.

este panel; el timbre electrónico y el conmutador de bloqueo (si va equipado) se atornillan por de trás directamente al panel frontal. Este panel completa el módulo y se forma así una unidad operacional que se puede montar y probar antes de ser fijada al bastidor del aparato telefónico. Este bastidor, está hecho de un termoplástico resistente al impacto. En el ensamble, el panel frontal se introduce en el bastidor desde arriba y se fija mediante pestañas de cierre que se pueden precintar.

El cordón extensible de microteléfono y el cordón de conexión se pueden enchufar al circuito impreso desde el exterior a través de aberturas efectuadas en el bastidor. Para alojar las clavijas y reducir el efecto de los tirones en los cordones, existe una cavidad con tapa (que se puede precintar si es necesario) en la cara inferior del bastidor (Fig. 7) con lo que los cordones se pueden cambiar fácilmente sin abrir el aparato telefónico. El cordón de microteléfono puede salir por la izquierda o por la derecha, según lo desee el usuario.

Como se puede ver en la figura 7, el aparato CONSUL no tiene las clásicas 4 patas; en lugar de ellas hay dos tiras de poliuretano paralelas a los bordes laterales, llegando hasta casi el borde delantero de la base, que evitan el deslizamiento y que el aparato se ladee en superficies lisas.

Microteléfono

En la figura 8 se puede ver un microteléfono abierto con el cordón en su interior y las cápsulas transmisora y receptora colocadas. Los alojamientos para las cápsulas están diseñados para poder recibir los diferentes tipos de cápsulas a utilizar. Fundamentalmente, los aparatos CONSUL de teclado con circuito electrónico de conversación utilizan transductores electromagnéticos idénticos tanto para la recepción como para la transmisión.

El microteléfono está diseñado para adaptarse cómodamente a la mano y sus dimensiones cumplen las recomendaciones del CCITT. Las dos mitades del microteléfono están hechas de un termoplástico resistente al impacto y se mantienen unidas mediante pestillos flexibles de cierre moldeados por inyección. Una parte de la mitad inferior del microteléfono contiene el cordón de microteléfono que se introduce sin presión durante el ensamble en la fábrica para protegerle contra tirones demasiados fuertes.

Forma y color

Lo ideal sería que un aparato telefónico de abonado tuviera un estilo moderno y combinara bien con la decoración que le rodea, tanto en el hogar como en los lugares de trabajo. El diseño final es el resultado de un estudio realizado por diseñadores e ingenieros, durante el cual se hicieron, probaron y reformaron muchos modelos. Los criterios con que se valoraron y compararon estos modelos, estuvieron basados principalmente en aspectos ergonómicos desde el punto de vista del usuario del teléfono. Estos criterios fueron:

- el microteléfono se agarra de manera fácil y segura tanto por usuarios zurdos como diestros,
- microteléfono fácil de colgar,

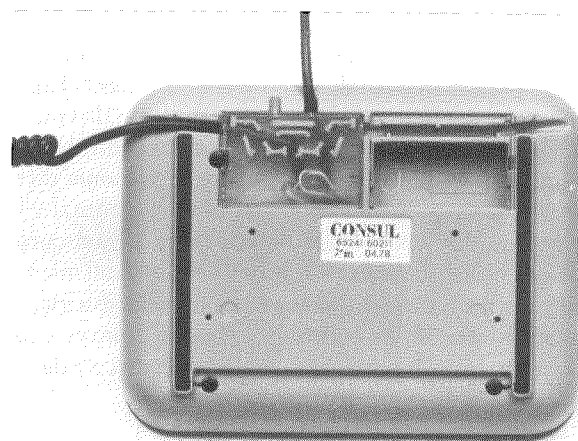


Fig. 7 Bastidor base.

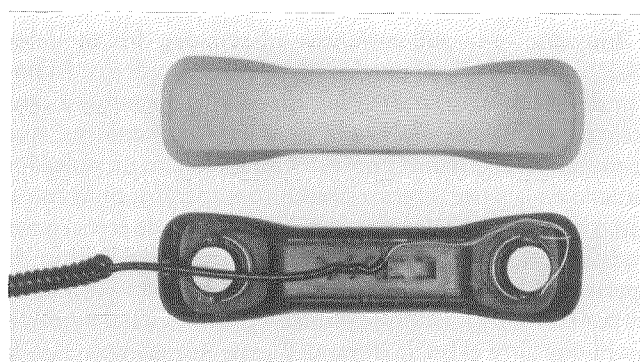


Fig. 8 Microteléfono abierto.

- el aparato se puede transportar de una manera segura con el microteléfono colgado o descolgado, sin inclinarse hacia delante ni hacia los lados,
- exento de fallos y de fácil manejo (con el usuario sentado o de pie),
- marcado rápido pero seguro de números tanto con disco como con teclado.

La mejora sistemática de los modelos dio como resultado final el diseño de la figura 1. El microteléfono está bien situado para colgar y descolgar, descansando ligeramente inclinado hacia atrás en alojamientos situados detrás del panel frontal. Entre éstos alojamientos se encuentra una pestaña de transporte, cuya finalidad es en primer lugar poder agarrar y transportar con seguridad el aparato y además para facilitar el acceso al microteléfono. El bastidor de base con el panel frontal prolongado hacia atrás y con los bordes redondeados, combina armoniosamente con la amplia curvatura del microteléfono para producir un diseño bien equilibrado. El microteléfono y el bastidor están ópticamente resaltados por los cambios de color en las uniones. La combinación de las uniones oscuras ondulantes en los costados del bastidor y la silueta del microteléfono curvada hacia atrás es, fundamentalmente, lo que da a la forma CONSUL su especial atractivo.

El panel frontal presenta una inclinación de 27°, que es un compromiso aceptable entre el ángulo óptimo de manejo de 32° para el aparato de disco y el de 20° para el aparato de teclado. La división del microteléfono en dos mitades y la del cuerpo principal del aparato en bastidor base y panel frontal, posibilita el suministrar combinaciones diferentes de color sin aumentar el coste. El panel frontal y la mitad inferior del microteléfono son de color oliva oscuro, mientras que el bastidor base y la mitad superior del microteléfono son de una tonalidad más clara, preferiblemente marrón-beige. Todas las combinaciones de colores conjuntan bien con el negro de los cordones y del disco y de los botones del teclado con rotulación en blanco.

En la Feria de Hannover de 1978, el jurado de diseño industrial (Die gute Industrieform) eligió al aparato de abonado CONSUL para figurar en la exposición.

Equipo adicional

Introduciendo subconjuntos adicionales, los modelos básicos CONSUL se pueden hacer más completos. El botón de tierra, necesario en los aparatos conectados a centralitas privadas, es un botón de microinterruptores, que se monta en el circuito impreso y se actúa con un pulsador situado en la parte inferior derecha del aparato, próximo al disco o teclado. En los aparatos con teclado de frecuencias vocales, un botón especial, conocido como el botón de apertura calibrada, sustituye al botón de tierra para toma de registrador y cuando se pulsa origina una señal momentánea que abre el bucle durante 80 ms, por ejemplo. En la figura 9 se puede ver el esquema de conmutación para originar la señal momentánea cuya duración se puede ajustar mediante la resistencia R.

Si el aparato CONSUL se utiliza como aparato supletorio en paralelo, se debe indicar el estado de ocupado del aparato principal, para lo cual va equipado con un diodo luminoso que luce cuando el otro aparato está ocupado. Si el aparato principal está ocupado, el supletorio queda desconectado.

Un interesante servicio que, si se desea, se puede añadir fácilmente es el dispositivo de bloqueo, que se utiliza para anular a voluntad el sistema de marcado de números para evitar que se hagan llamadas salientes desde ese aparato. En el caso de aparatos conectados a centralitas, este bloqueo se puede usar para anular sólo la rellamada al registrador (botón de tierra o de apertura calibrada), de manera que se pueden seguir realizando normalmente las llamadas internas de la centralita.

Debido a sus subconjuntos intercambiables, el aparato de abonado CONSUL se puede adaptar fácilmente para cumplir las especificaciones de las administraciones telefónicas de diferentes países. Para países que, a fin de cumplir los equivalentes de referencia, exijan un circuito regulador de la atenuación, se ha desarrollado un módulo enchufable de circuito de regulación. En la figura 10 se representa el circuito básico del aparato de disco con circuito típico de regulación. En los aparatos de teclado la pérdida en la línea se equaliza automáticamente mediante la regulación de la ganancia del circuito electrónico de conversación.

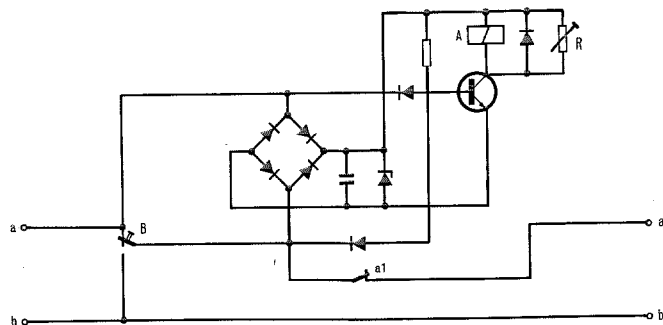


Fig. 9 Circuito básico para generador de señal de apertura controlada.
 A - relé
 B - botón de apertura controlada
 R - resistencia para ajustar la duración de la interrupción del bucle.

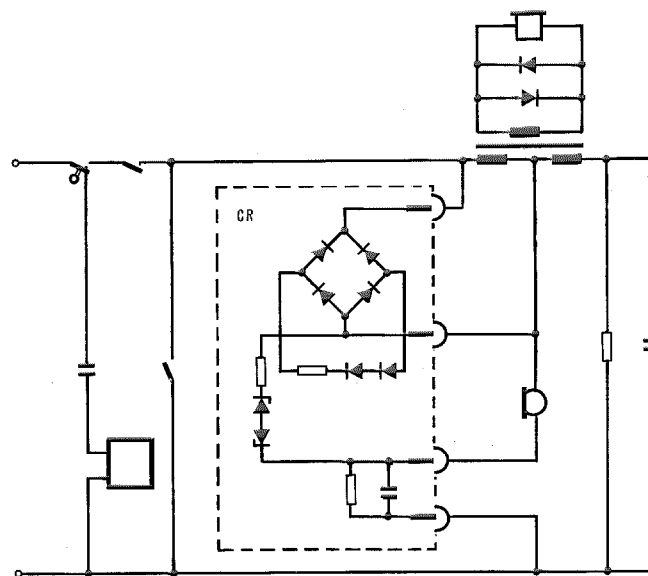


Fig. 10 Circuito de regulación del aparato CONSUL con disco.
 CR - circuito de regulación enchufable.

Datos técnicos

En la tabla 1 se resumen las principales características del aparato de abonado CONSUL en sus dos versiones de disco y de teclado, y en las tablas 2 y 3 respectivamente, los equivalentes de referencia de dichas versiones.

Conclusiones

La producción en serie del aparato telefónico CONSUL ya está en marcha. La aplicación de nuevos principios de diseño y de técnicas de producción, así como el empleo de las modernas técnicas de circuitos integrados, permite que el aparato de abonado CONSUL sea de fabricación económica y de fácil mantenimiento.

Como el aparato de abonado CONSUL se puede ampliar en virtud de su diseño modular, se pueden incorporar rápida y económicamente nuevos servicios, cambiando simplemente módulos individuales.

Tabla 1 – Características de los aparatos de abonado CONSUL

Características	Disco	Teclado
Tamaño	Altura 98 mm; anchura 210 mm; fondo 160 mm	
Masa	0,6 kg aproximadamente	
Material	Copolímero resistente al impacto de acrilonitrilo-butadieno-estireno y poliestireno	
Colores	Bastidor y parte superior del microteléfono, Marrón-beige: RAL 1011 Panel frontal y parte inferior del microteléfono, amarillo-aceituna: RAL 6014	
Dispositivo de llamada	Timbre electrónico: sonoridad ≥ 65 dBA a 1 m, margen de regulación ≥ 10 dB	
Circuitos	Clásico, similar a los aparatos FeAp 61 y ASSISTANT	Circuito electrónico de conversación con circuito integrado
Cápsula transmisora	Micrófono de carbón o electrónico	} Transductores electro-magnéticos idénticos
Cápsula receptora	Transductor electro-magnético	
Otros servicios	Botón de tierra	Botón de tierra o de apertura controlada (con circuito de control)
Servicios opcionales	Indicación de ocupado	Indicación de ocupado
	Dispositivo de bloqueo	Dispositivo de bloqueo
	Circuito de regulación	Circuito de regulación
	Aparato supletorio	Aparato supletorio

Agradecimiento

El autor desea expresar el reconocimiento por la eficaz colaboración del personal de Fabbrica Apparechiature per Comunicazioni Elettriche Standard (FACE) en los trabajos que han hecho posible la publicación de este artículo.

Tabla 2 – Equivalentes de referencia del modelo con disco

Grupo de sensibilidad (Grupo de cápsula)	Media de equivalentes de referencia (dB)	
	Cápsula receptora	Cápsula transmisora
Verde	$\leq -6,5$	$\leq -0,5$
roja	$\leq -9,0$	≤ -3

Tabla 3 – Equivalentes de referencia del modelo con teclado

Nivel de sensibilidad	Media de equivalentes de referencia (dB)	
	Recepción	Transmisión
I	$\leq -6,5$	$\leq -0,5$
II	$\leq -9,0$	≤ -3

Referencias

- [1] H. Oden y P. Vömel: Der Fernsprechapparat als Spiegel des technologischen Fortschrittes; Archiv für deutsche Postgeschichte, 1977, n° 1, págs. 193-201.
- [2] G. Klause: Der Fernsprechapparat CONSUL. Ergebnis einer methodischen Produktentwicklung; ETZ-b, 1978, págs. 713-717.
- [3] H. Kaske: CONSUL, ein marktgerechter, neuer Fernsprechapparat; Der Erfolg, 1978, n° 4, págs. 54-56.

Paul Gerhard Vömel nació en Selters en 1938. Estudió en la Universidad Técnica de Darmstadt, especializándose en diseño electromecánico en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y recibió su diploma de ingeniero en 1967. En el mismo año empezó a trabajar en SEL como ingeniero de diseño, donde ahora es el jefe del departamento para el desarrollo de equipos de abonado en la División de Telecomunicaciones. El Sr. Vömel es miembro de la Verein Deutscher Ingenieure y de la Asociación de Telecomunicación de la Verban Deutscher Elektrotechniker.

SEFAN – Un sistema radioelectrico de guía para vehículos

El sistema SEFAN* de guía de vehículos de corto alcance proporciona una dirección precisa por radio en cualquier condición atmosférica para vehículos sobre tierra, agua o en el aire. Las principales características de este nuevo sistema son una precisión de medida de ± 1 m, alta movilidad, un manejo sencillo y representación de los datos.

F. LEITL

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

La guía dinámica, con precisión, de vehículos dentro de un entorno próximo, desde un punto de partida dado hasta un destino seleccionado, con independencia de las condiciones atmosféricas y de la visibilidad, ha sido durante mucho tiempo un problema insoluble. El sistema debe ser capaz de posicionar el vehículo con una precisión de 1 a 2 metros, a distancias de hasta 10 km y debe tener una velocidad de repetición de las medidas de, aproximadamente, 5 veces por segundo. Además el vehículo bajo control debe tener completa libertad de movimiento, el manejo del sistema debe ser sencillo, la vida del equipo larga y debe tener una alta fiabilidad. Finalmente su coste debe estar en una proporción aceptable con el coste del vehículo.

Se han considerado varias soluciones posibles. Debido a la estrechez de su haz, los sistemas laser necesitan un equipo complejo de búsqueda y seguimiento y han de generar una intensa radiación que puede ser peligrosa para el hombre, con objeto de obtener un funcionamiento de largo alcance. Además, bajo condiciones de lluvia y niebla, el sistema laser resulta totalmente ineficaz.

Los sistemas Sonar [1] están afectados de tiempos de retorno de señal largos, así como de interferencias de propagación, tanto en el aire como en el agua. Estas propiedades de la propagación están además influidas de forma significativa por la presión, temperatura y movimientos del aire o del agua, que hacen necesario un equipo muy complejo para superar estos efectos.

Los sistemas por cable están, por su misma naturaleza, limitados a una ruta estrictamente definida. A pesar de su elevado coste, no pueden alcanzar estos sistemas la precisión requerida. Otros inconvenientes son su falta de flexibilidad y su sensibilidad a los campos magnéticos exteriores.

Todas estas desventajas pueden eliminarse utilizando un sistema basado en la radio, aunque hasta la fecha no se ha desarrollado un sistema satisfactorio.

Los sistemas de radionavegación normalizados, para distancias medias y largas, como por ejemplo los DME/TACAN [2] solo pueden conseguir precisiones de unos 200 m. Los sistemas de aterrizaje últimamente desarrollados, por ejemplo, el SETAC* [3] ofrecen una precisión excepcional de medida angular y debido a la utilización del sistema PDME (Precision Distance Measuring Equipment, Equipo de medida de distancia de precisión) pueden obtener una precisión en la distancia del orden de ± 20 m. Esta precisión, sin embargo, no es todavía suficientemente buena para la dirección de corto alcance.

Las limitaciones de los sistemas de radio existentes muestran que ninguno de ellos puede cumplir los severos requisitos de precisión necesarios para la guía de vehículos a corta distancia y a un coste razonable. Para satisfacer esta demanda, ha sido, pues, necesario desarrollar un nuevo sistema basado en la radio.

Solución de los problemas

El contrato de desarrollo con el Bundeswehr Beschaffungsamt se refería a un sistema para la guía de vehículos anfibios a lo largo de una ruta predeterminada, juntamente con la medida de distancias de alta precisión.

Para definir una posición dentro de un plano se necesita, como mínimo, un sistema de dos coordenadas. Pueden considerarse los tres siguientes métodos fundamentales [4]:

- rho-rho (medida de distancia a partir de dos puntos de referencia).
- rho-theta (medida de distancia y ángulo a partir de un punto de referencia).
- theta-theta (medida de ángulo a partir de dos puntos de referencia).

Debido a la necesidad de una alta movilidad, funcionamiento sencillo y ajuste rápido, se eligió la segunda alternativa.

Los sistemas que tienen propiedades altamente direccionales no resultan ventajosos debido a la complejidad y costosa antena de seguimiento que requieren. Para obtener una total libertad de movimiento, la antena del vehículo debe ser omnidireccional. Preferentemente, aunque no absolutamente necesario, el vehículo debe tener dos antenas separadas cuanto sea posible facilitando, por tanto, una línea de base más larga y reduciendo el efecto de reflexiones por camino múltiple dentro de la zona de operación.

Teniendo en cuenta tanto el coste como la economía de frecuencia, la necesaria precisión de medida de distancia sólo se puede conseguir utilizando un método de onda continua. Puesto que en muchos casos la desviación lateral a partir de una ruta preseleccionada debe conocerse exactamente, resulta esencial una medida angular de precisión. El establecimiento de un punto de referencia bien definido, tanto para las medidas de ángulo como para las de distancia, conduce automáticamente a un concepto de sistema cooperativo. Un reflector pasivo adecuado sólo puede usarse con efectividad con alta potencia de transmisión o elevada ganancia de antena. Dado que la intensidad de campo fuera de la zona de operación debe ser lo más baja posible, la potencia transmitida total debe también ser tan baja como sea posible. Por lo tanto, de aquí se deduce

* Marca registrada del sistema ITT

que la estación de referencia debe incorporar un repetidor activo, es decir, un respondedor.

Geometría

Debido al requisito de reducidas dimensiones del respondedor, sólo se dispone de una corta línea de base de antena para medidas angulares. Esta limitación se contrapone a los requisitos de alta precisión, lo que hace necesaria la imposición de severas limitaciones en la zona operacional restringiéndola, por tanto, a un sector específico (Fig. 1). La extensión de este sector depende de la relación entre la línea de base de antena y la longitud de onda. Como aceptable compromiso, el prototipo SEFAN tiene un sector de cobertura de 40° . La mediatriz entre las dos antenas del respondedor es, en esta aplicación, la línea de rumbo real. En principio, por tanto, dentro de este sector SEFAN severamente limitado, cualquier ruta predeterminada puede seleccionarse y seguirse electrónicamente. Una peculiaridad del método de onda continua es la limitación del sector operacional con respecto a la distancia lo que asigna un radio definido al sector SEFAN. El margen sin ambigüedad depende de la frecuencia de una señal de onda continua utilizada modulada sobre la portadora.

Principios de medida

El vehículo dirigido emite una señal de interrogación que es recibida por el respondedor (estación de referencia), que devuelve una respuesta al vehículo dando la distancia y la desviación respecto a la línea de guía. Comparando la interrogación con la respuesta se obtienen datos de medida

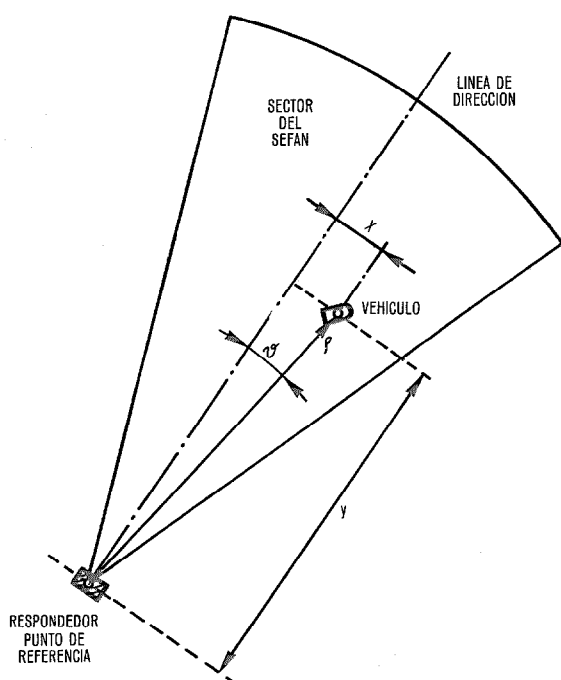


Fig. 1 Geometría de la zona de operación del SEFAN

- q, θ - coordenadas de medida primarias (coordenadas polares)
- x, y - coordenadas secundarias, representadas (coordenadas cartesianas)
- ρ - distancia oblicua
- θ - ángulo lateral (orientación)
- x - desviación lateral
- y - distancia ortogonal

primarios que se procesan luego en el ordenador de vehículo y finalmente se representan adecuadamente.

Para la medida angular se controlan las diferencias de tiempo transcurridas entre dos señales de alta frecuencia transmitidas simultáneamente por dos antenas del repetidor separadas $1,5 \lambda$ [5], figura 2. La alta frecuencia utilizada (Banda L, 1 GHz) permite altas precisiones de medida así como cortas líneas de base de antena del respondedor. Restringiendo la cobertura geográfica a 40° , correspondiente a un margen de medida de fase eléctrica de 360° (1:9), puede conseguirse una precisión de medida angular geográfica de aproximadamente $0,1^\circ$.

La distancia entre la antena del vehículo y el respondedor se mide mediante una onda senoidal de frecuencia adecuada superpuesta a una portadora [6]. El tiempo transcurrido para la señal de retorno se determina a partir del desplazamiento de fase entre las señales de salida y de entrada (Fig. 2). Debe asegurarse que los retardos internos, tanto del respondedor como del transmisor-receptor, están ajustados a múltiplos enteros de 2π . Una conversión de frecuencia adecuada en el repetidor, transforma estos desplazamientos de fase en una frecuencia inferior donde las diferencias de fase pueden procesarse de manera más sencilla.

Flujo de la señal

Todas las frecuencias de modulación se derivan de un reloj maestro situado en el equipo del vehículo. A partir de éste todas las medidas se obtienen como desplazamientos de fase relativos a la misma señal de referencia de baja frecuencia (Fig. 3). El transmisor-receptor SEFAN emite una interrogación de referencia que es recibida por el respondedor y utilizada para iniciar la señal de respuesta angular (orientada) y también para convertir la interrogación de distancia en su correspondiente señal de respuesta.

Presentando todas las medidas como desplazamientos de fase, es posible la recuperación de la señal mediante el

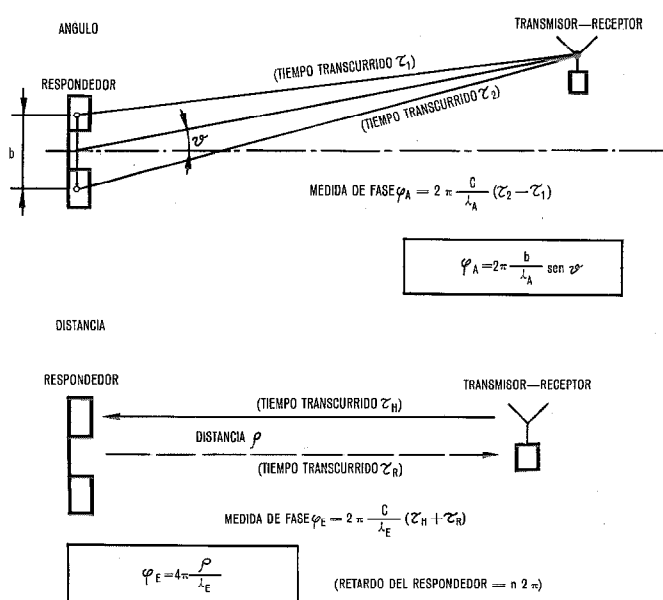


Fig. 2 Principio de la medida SEFAN

- λ_A - longitud de onda de las señales de medida de alta frecuencia.
- λ_E - longitud de onda de la señal de medida de distancia modulada.

principio del bucle de bloqueo de fase de banda estrecha, una técnica que ha demostrado ser muy satisfactoria en la tecnología espacial [7]. Por este procedimiento pueden conseguirse la precisión y alcance deseados con una potencia de transmisión baja (por ejemplo, en el prototipo SEFAN una portadora de 30 mW, con bandas laterales de 0,3 mW, permiten una zona operacional de 500 m de radio).

Al mismo tiempo, el concepto SEFAN hace una utilización económica de las siempre escasas bandas de frecuencia. Mientras que las técnicas de impulsos que tienen la misma precisión habrían ocupado totalmente una anchura de banda de 3 MHz, el espectro SEFAN es tan estrecho que puede colocarse en los espacios entre canales de las otras ayudas radioeléctricas, facilitando así el uso múltiple de las bandas de frecuencia disponibles.

Auto-calibración automática

La sencillez de ajuste del sistema móvil SEFAN necesita un dispositivo que permita la auto-calibración, tanto de la línea de dirección como de la distancia, de una manera automática. Los efectos ambientales (temperatura, choques, vibraciones) tolerancia de componentes y envejecimiento que repercuten en una diferencia de tiempo errónea y en distorsión de fase, deben supervisarse y corregirse de una manera continua.

La calibración automática se realiza mediante un bucle monitor que controla la señal de respuesta de posición del respondedor y el detector monitor incorporado. Entre las antenas del repetidor se utilizan solamente líneas pasivas de igual longitud proporcionando así estabilidad de situación a la línea de guía, lo que, en otro caso, hubiera requerido un equipo monitor en el área de operación.

La frecuencia de medida de distancia transmitida se separa de la señal recibida utilizando la referencia de baja frecuencia (Fig. 3). Por lo tanto, se establecen bucles de control piloto que permiten a la información transmitida y recibida viajar en paralelo a través del receptor. Las diferencias de frecuencia insignificanamente pequeñas entre la

señal piloto y la señal recibida aseguran que el tiempo de retardo a través del receptor será el mismo para ambas señales. Los bucles de bloqueo de fase aseguran que los desplazamientos internos de fase son siempre múltiplos enteros de 2π .

Proceso de datos

Las medidas iniciales toman la forma de diferencias de fase de baja frecuencia que pueden digitalizarse con facilidad y precisión. Todas las frecuencias de modulación se derivan de un reloj maestro común con lo que en condición estacionaria todo el sistema se encuentra perfectamente sincronizado.

Los datos, todavía sin procesar, formados por palabras de 12 bits se llevan a un microprocesador (sistema 8080) donde se realizan los cálculos correspondientes sobre la base de 16 bits. Las principales funciones del ordenador del vehículo son:

- Definición de la distancia sin ambigüedad a partir de las informaciones de distancia aproximada/precisa.
- Conversiones de coordenadas polares a cartesianas.
- Filtrado adaptado de los datos convertidos.
- Promedio entre las dos posiciones de antena.
- Salida en serie de todos los datos primarios y secundarios.
- Autopruebas automáticas periódicas de todo el sistema.

El filtrado de datos se realiza por una combinación serie de un filtro transversal de 20 etapas y limitadores que eliminan las variaciones rápidas cuyos parámetros pueden variarse de acuerdo con el historial de datos. El mismo principio se utiliza para el filtrado de la información de velocidad. Una elaboración adecuada permite la determinación correcta de la desviación lateral y de la distancia, de forma que los datos representados no experimentan retardo alguno.

Una vez por segundo, el microprocesador reclama resultados de la rutina de autoprueba incorporada. Para comprobar el repetidor tiene lugar una transferencia especial de datos durante las pausas de medida, mientras que se conmutan las antenas del vehículo. En caso de encontrar una condición de fallo, el ordenador indicará la unidad averiada.

Prototipo

La figura 4 muestra las unidades del prototipo SEFAN, todas ellas resistentes a los golpes y a la vibración, así como a la prueba de agua. El mismo respondedor permanecerá a flote si por accidente se cayese al agua. Las dos antenas del respondedor están protegidas mediante un radomo de fibra de vidrio. La alimentación del respondedor se obtiene de una batería de níquelcadmio incorporada.

El equipo de a bordo es un transmisor-receptor compacto que contiene también el ordenador basado en microprocesadores. Una característica de la unidad de representación es el conjunto lineal de LED que muestran la desviación lateral con pasos de intensidad variable, lo que produce una representación cuasi analógica optimizada ergonómicamente, figura 5. El alcance operacional del prototipo SEFAN está limitado a 500 m para esta aplicación militar. La tabla 1 resume las características del proto-

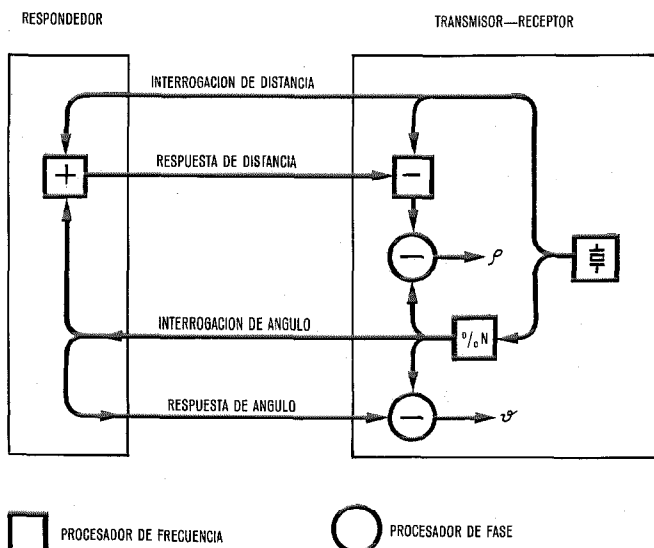


Fig. 3 Diagrama del flujo de la señal (sin portadora de HF).

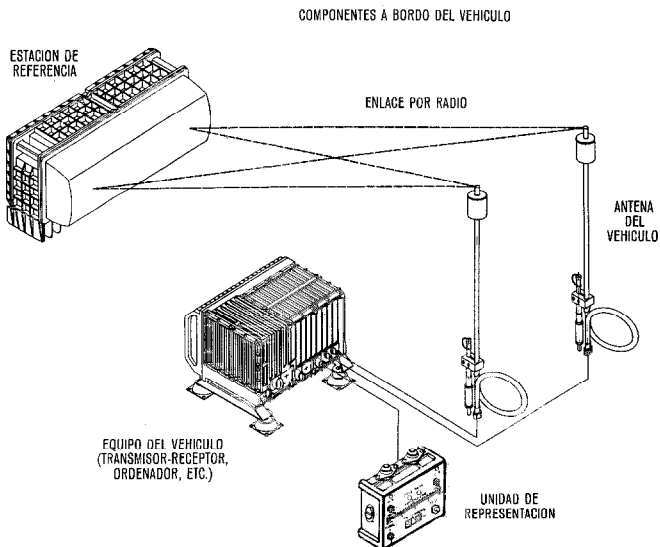


Fig. 4 Prototipo SEFAN dispuesto para fines militares.

tipo. Aparte de las operaciones de encendido y preselección de la ruta, no es necesaria ninguna otra. Se ha incorporado la autopruueba automática con representación del estado del equipo y se ha previsto la comprobación automática del módulo.

Resultados de pruebas de campo

Todos los resultados de las pruebas del prototipo han sido positivos, tanto en tierra como en agua. Se ha comprobado que son muy sencillos tanto el funcionamiento como el ajuste del equipo.

La figura 6 muestra el respondedor montado en un trípode. Debido a la anchura del diagrama de radiación vertical de las antenas del respondedor no es necesaria una nivelación exacta.

La precisión absoluta de medida del orden de ± 1 m ha sido comprobada tanto radial como lateralmente. La fi-

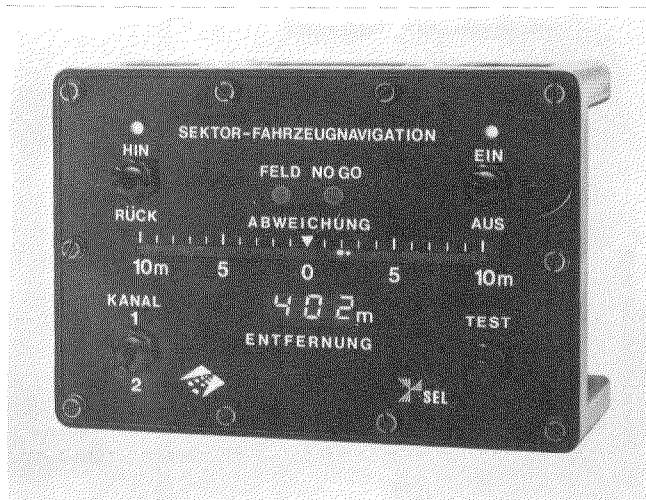


Fig. 5 Unidad de representación SEFAN (sin el compás integrado, que será introducido en breve).

Tabla 1 - Características técnicas del prototipo SEFAN

	<p>Error de medida (con relación entre señales directa e indirecta ≥ 20 dB)</p> <p>Error medio Fluctuación (Jitter)</p>
<p>- distancia (1σ)</p> <p>- desviación lateral (1σ)</p>	<p>$\pm 1,5$ m $\pm 0,5$ m</p> <p>$\pm 1,5$ m $\pm 1,0$ m</p>
<p>Resolución (distancia y desviación)</p> <p>Velocidad de repetición de la medida</p> <p>Alcance para la precisión especificada</p> <p>Extensión lateral</p> <p>Abertura del sector de guía</p> <p>Cobertura de la antena del vehículo</p>	<p>$\pm 0,1$ m</p> <p>5 por segundo</p> <p>500 m</p> <p>± 10 m</p> <p>40°</p> <p>360°</p>
<p>Dimensiones y masas</p> <p>- respondedor</p> <p>- transmisor</p> <p>- unidad de presentación</p> <p>- antenas del vehículo</p>	<p>$0,7 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$; 20 kg</p> <p>$0,3 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$; 12 kg</p> <p>$0,2 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$; 1 kg</p> <p>1,8 m de largo; 4 kg</p>
<p>Consumo de potencia</p> <p>- respondedor</p> <p>- equipo del vehículo</p>	<p>30 W</p> <p>50 W</p>
<p>Limitaciones ambientales</p> <p>- temperatura</p> <p>- choque</p> <p>- vibración</p>	<p>-32° C a $+44^\circ \text{ C}$</p> <p>50 g para 11 ms</p> <p>5 g en el margen 20 a 500 Hz</p>

gura 7 muestra los resultados obtenidos en una área de bajas reflexiones por caminos múltiples (campo de aviación). Como referencia se tomaron marcaciones terrestres medidas con precisión.

Como sucede en todos los sistemas de radio, la sensibilidad del SEFAN a las reflexiones por trayectos múltiples tiene un interés particular. Las reflexiones verticales procedentes de las superficies de tierra o agua carecen prácticamente de importancia puesto que a las distancias mayores solamente hay que esperar una atenuación suplementaria de señal [8].

Por otra parte, las reflexiones horizontales (señales indirectas) pueden causar problemas. La figura 8 muestra el error teórico de medida de distancia dependiente de la diferencia entre trayectos directo e indirecto, para una relación entre las señales directa e indirecta de 20 dB. Promediando las diferencias de posición y tiempo entre las dos antenas de a bordo, se obtiene un error teórico de ± 1 m con una relación entre las señales directa e indirecta de 20 dB. Esto se comprobó durante las pruebas de campo.

Desde el punto de vista ergonómico, la presentación cuasi analógica de la pantalla SEFAN se ha comprobado que resulta muy satisfactoria. Pero, además de la representación de la desviación lateral en condiciones de visibilidad nula, se necesita determinar la posición del eje del vehículo con relación a la línea de dirección. En el futuro, esta información se representará mediante un círculo LED adicional, integrado con la unidad de representación SEFAN.

Ya se está planificando la introducción del sistema SEFAN para la guía de vehículos en el ejército de Alemania Occidental.



Fig. 6 Protipo SEFAN durante las pruebas de campo. Se muestra el respondedor montado sobre un trípode en el suelo. En el vehículo anfíbio puede verse las dos antenas SEFAN, a mano izquierda de la fotografía y las antenas de comunicación, a la derecha.

Aplicaciones futuras

El alcance del sistema SEFAN puede extenderse hasta unos 10 km sin cambiar la técnica fundamental, simplemente ajustando la potencia del transmisor, frecuencias de modulación y, si fuese necesario, las características de las antenas del vehículo [9]. Este aumento del alcance en modo alguno altera las ventajas del sistema:

- elevada precisión de medida de distancia
- elevada precisión de medida angular

- elevada velocidad de actualización de medidas: 5 veces por segundo
- uso económico de frecuencias
- eficiente proceso de datos con microprocesador
- ausencia de desgaste mecánico, alta fiabilidad
- pequeñas dimensiones, elevada movilidad
- manejo sencillo (sólo conectar)
- autopruera y calibración automáticas
- instalación de bajo coste.

Un subproducto de la medida de distancia de precisión es la posibilidad de medir la velocidad del vehículo con

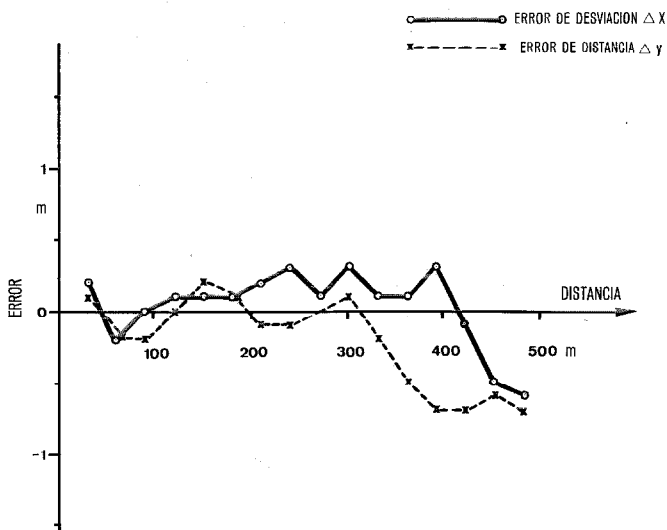


Fig. 7 Resultados de medida del protipo en una área de bajas reflexiones por trayectos múltiples. Las referencias son marcaciones en el suelo de un campo de aviación medidas con precisión.

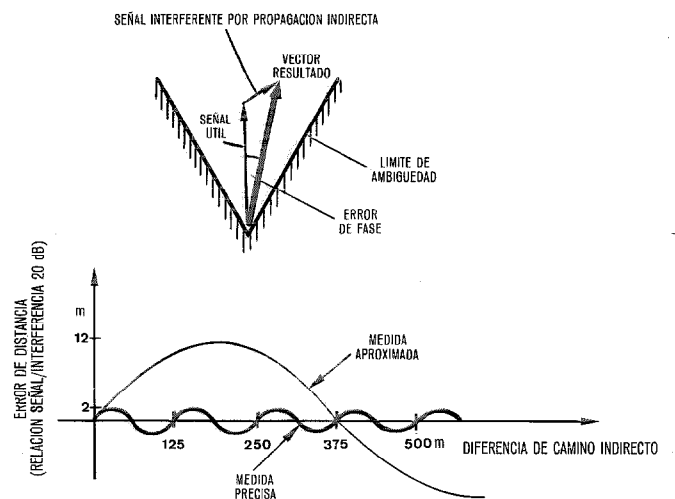


Fig. 8 Errores de medida del sistema SEFAN con propagación indirecta horizontal.

una precisión de 0,1 m/s con la ayuda del ordenador de a bordo.

Con estas características del sistema, queda abierto el camino para otras aplicaciones en el área de localización y guía de vehículos dentro de un espacio relativamente próximo.

Estas aplicaciones pueden incluir:

- ayudas para la entrada en dique de grandes barcos.
- ayuda para el aterrizaje de helicópteros en cualquier condición atmosférica.
- medida de distancia precisa utilizando los sistemas existentes de comunicaciones locales. El sistema SEFAN se intercalará en los espacios libres entre canales.
- localización de vehículos dentro de sistemas de tráfico local.
- ayuda para la maniobra de barcos en puertos y esclusas.

Para el primer ejemplo (ayuda para la entrada en dique de grandes barcos) existe ya una propuesta concreta.

Agradecimiento

El autor quiere agradecer a las personas de diversos departamentos del "Bundeswehr-Beschaffungsamt", de "Heeresamt" y de "Materialamt Heer" su ayuda en la promoción del desarrollo del sistema SEFAN. Gracias también a todos los miembros del equipo de desarrollo del SEFAN sin cuya activa participación no hubiera sido posible la satisfactoria realización del prototipo.

Referencias

- [1] M. H. Damon: SANS - Ships Acoustic Navigation System; Navigation, 1972, volumen 19, n° 1, págs. 11-17.
- [2] M. Bohm: familia de sistemas TACAN; Comunicaciones Eléctricas, 1975, volumen 50, n° 4, págs. 273-277.
- [3] K. D. Eckert: SETAC - Una ayuda de aproximación y aterrizaje; Comunicaciones Eléctricas, 1975, volumen 50, n° 4, págs. 318-324.
- [4] E. Kramer: Funksysteme für Ortung und Navigation; Stuttgart, Verlag Berliner Union, 1973, págs. 13-23.
- [5] E. Kramer: Funksysteme für Ortung und Navigation; Stuttgart, Verlag Berliner Union, 1973, págs. 25-39.
- [6] E. Kramer: Funksysteme für Ortung und Navigation; Stuttgart, Verlag Berliner Union, 1973, págs. 147-159.
- [7] P. Hartl: Das Prinzip des "Phase Locked Loop" und seine Anwendung in Nachrichten-Empfängern für die Raumfahrt; Raumfahrtforschung, 1964, volumen 8, n° 2, págs. 55-64.
- [8] J. Grosskopf: Wellenausbreitung, Band 1, Mannheim, Bibliographisches Institut, 1970, págs. 38-49.
- [9] Route Guidance Vehicles Uses Radio; Electronics, 22 diciembre 1977, volumen 50, n° 26, pág. 8 E.

Franz Leidl nació en 1943 en Graz, Austria. Estudió telecomunicaciones en las Universidades Técnicas de Graz y Viena donde en 1968 obtuvo el grado de Ingeniero Diplomado y comenzó su carrera industrial como ingeniero de desarrollo con Siemens AG, en Munich. Después de una serie de actividades de desarrollo en los campos de satélites y tecnología de radio móvil, Franz Leidl se incorporó en 1972 a la división de Navegación de Standard Elektrik Lorenz AG, habiendo llevado la responsabilidad de planificación de sistemas y la jefatura del proyecto para el desarrollo del sistema SEFAN. En 1978 pasó a ocupar la jefatura del Laboratorio Técnico de Alta Frecuencia.

Un nuevo equipo registrador de nivel

Introducción

El nuevo equipo registrador de nivel montado en bastidor (Fig. 1) está destinado a la supervisión y registro de niveles de señal y de ruido en un amplio margen de frecuencias y voltajes. Sus características técnicas satisfacen los requisitos de la Administración suiza.

El sistema comprende seis receptores de registro independientes, de idéntico diseño, que amplifican y rectifican las señales de BF y AF que hay que registrar. Además, el equipo incluye tres receptores de registro para voltajes de suministro de energía así como un equipo de medida de nivel selectivo para frecuencias comprendidas en el margen de 200 Hz a 2 MHz.

Los niveles de las señales recibidas pueden registrarse ya de forma continua, mediante registradores de plumilla convencionales, o mediante una unidad digital. En este último caso, el número de transgresiones de los valores umbrales preestablecidos, por encima o por debajo, y clasificados de acuerdo con su duración, se registran dentro de intervalos de tiempo determinados mediante un teleimpresor o perforadora de cinta.

La siguiente comparación muestra alguna de las ventajas características del recientemente desarrollado sistema de registro. Mientras que los diversos receptores de registro anteriores se equipaban para ser utilizados en diferentes aplicaciones, ocupando cada uno la anchura total de un armazón, ahora sólo una parte relativamente pequeña del receptor depende de la aplicación de cada caso, como la unidad amplificadora enchufable, de unos 50 mm de anchura y fácilmente intercambiable. Existen en la actualidad tres opciones de este tipo de unidad: un amplificador de BF para el margen de frecuencias de 30 Hz a 30 kHz, un amplificador de banda ancha para el margen de frecuencias de 10 kHz a 20 MHz y un amplificador especial para el registro de cortas interrupciones en transmisión, de acuerdo con la Recomendación O.62 del CCITT relativa al registro de pequeñas interrupciones en los canales telefónicos. Otra de las finalidades es la observación de variaciones rápidas de nivel, particularmente indeseables desde el punto de vista de la transmisión de datos y cuya importancia en la red pública aumenta cada día. Esta facilidad representa la ventaja principal del nuevo sistema de registro de nivel. El proceso digital de voltajes, antes mencionado, según se obtiene de los receptores de registro, permite trazar y registrar las variaciones rápidas de nivel a lo largo de las líneas, según lo establecido por el CCITT, lo que no sería posible por los métodos de registro analógico debido a la inercia de los dispositivos de registro.

Registro analógico de voltajes de suministro de energía

Como se muestra en el diagrama de bloques, el equipo montado en bastidor comprende tres receptores de registro para voltajes de suministro de energía (entradas 1 a 3), uno para voltajes de CA de red desde 4 V hasta 264 V y dos

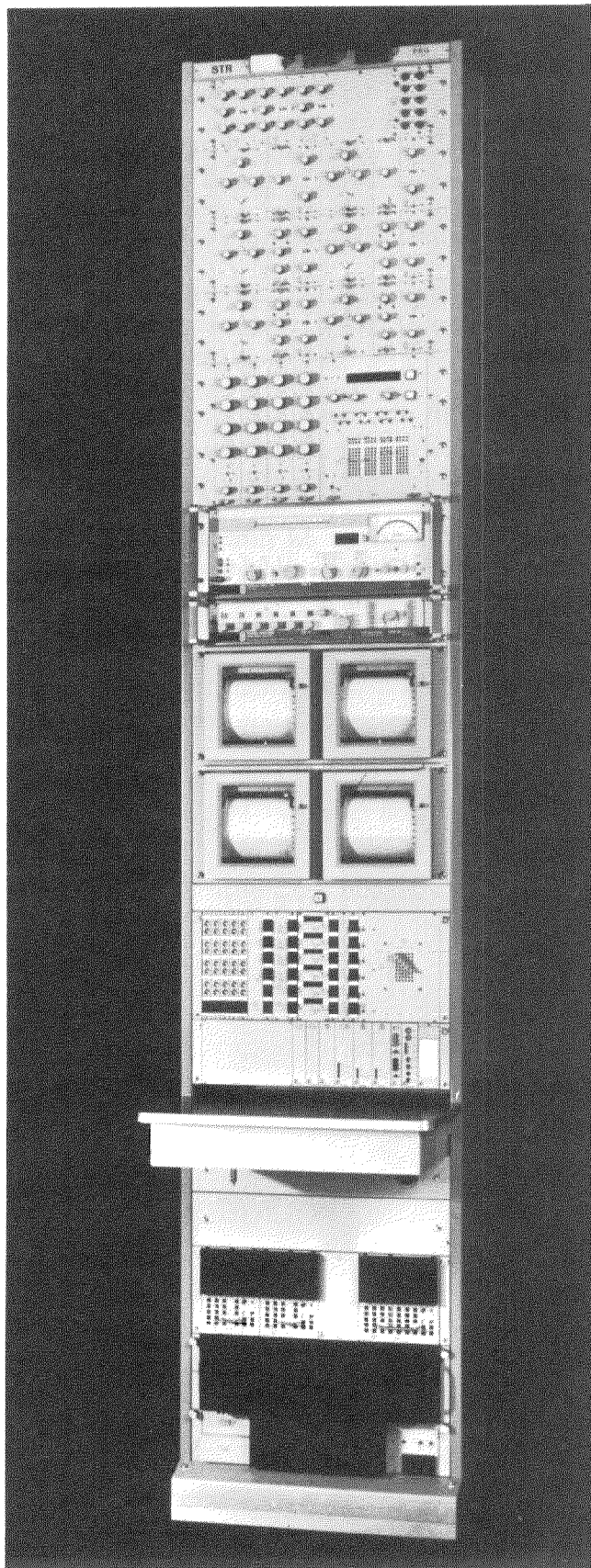


Fig. 1 Equipo de registro de nivel PRG montado en bastidor.

para voltajes de CC desde 0,2 V hasta 264 V. Todos los receptores de registro tienen dos salidas independientes (A y B). Las salidas A pueden conectarse a los registradores de plumilla a través del campo de puntos de cruce o de intersecciones A1...A9. Las salidas B que se conectan también a través del campo de puntos de cruce B1...B9, se destinan al proceso digital de las variaciones cortas de voltaje. Los circuitos de conmutación de umbral de los receptores de registro controlan las alarmas.

Registro analógico de nivel

Existen seis receptores idénticos de registro de nivel para el margen de frecuencias de 30 Hz a 20 MHz, con entradas marcadas 4 a 9 en el diagrama de bloques (Fig. 2). Pueden seleccionarse tres valores normalizados de impedancia 600 Ω, 150 Ω y 75 Ω. Atenuadores de entrada de precisión permiten adaptar la ganancia a los niveles de señal de entrada comprendidos entre -70 dBm a +20 dBm, es decir, voltajes desde 90 μV hasta 8 V, de acuerdo con la impedancia de entrada seleccionada. Los receptores de registro tienen también dos salidas independientes (A4...A9 y B4...B9) para conexión, a través del campo de puntos de cruce, con su equipo de registro analógico o digital.

Como ya se ha mencionado, se necesitan las diferentes unidades amplificadoras enchufables e intercambiables para cubrir el margen completo de frecuencias de receptor de registro de nivel. Cada uno de éstos está equipado con un conmutador de modo de funcionamiento. Se dispone de tres modos de amplificación: una relación lineal entre el voltaje de entrada y el voltaje de salida rectificado, una relación logarítmica entre ellos y una relación logarítmica con su margen ampliado diez veces.

También se ha mencionado anteriormente que existe una unidad amplificadora enchufable especial para registrar interrupciones en los canales de datos. Para este fin, se envía a la línea que se prueba una señal continua senoidal de 2 kHz y se registra el nivel de la señal en el extremo distante. Con objeto de permitir que en el voltaje de salida rectificado del receptor de registro puedan también aparecer variaciones rápidas de nivel de corta duración, la unidad amplificadora enchufable contiene un circuito rectificador apropiado que tiene una constante de tiempo despreciable.

Registro digital de nivel

Como se muestra en forma simplificada en el diagrama de bloques, en la unidad de registro digital, los voltajes de salida de los receptores de registro se comparan con los valores de umbral ajustables. Cuando éstos se sobrepasan, por encima o por debajo, se considera que existe un fallo y se analiza luego. Existen 16 canales independientes, cada uno equipado con un comparador de valor de umbral que puede preajustarse para cualquier clase de fallos dentro del margen de 20 dB. Estas 16 entradas pueden interconectarse de cualquier modo con los receptores de registro con ayuda de un campo de conmutadores por puntos de cruce. También es posible realizar una conexión en paralelo de todos los comparadoras para un análisis detallado de una sola señal.

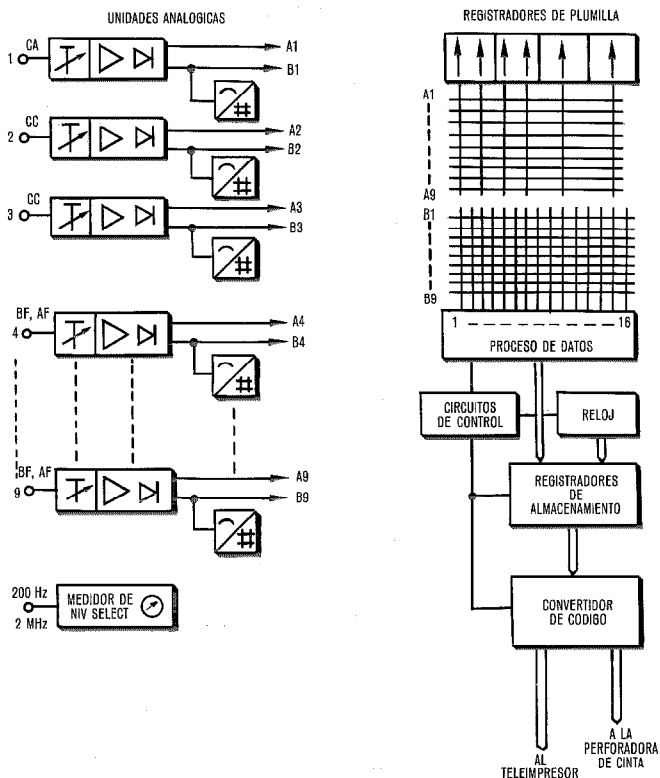


Fig. 2 Diagrama de bloques del equipo de registro de nivel.

Tabla - Algunos datos técnicos

Registro analógico de voltajes de suministro de energía: Número de canales de registro Margen de voltajes de entrada	1 CA, 2 CC 4...264 V, CA 0,2...264 V, CC
Registro analógico de nivel: Número de canales de registro Margen de frecuencia Margen de nivel de entrada Margen de escala del registrador de plumilla, lineal Margen de escala del registrador de plumilla logarítmico Margen de escala del registrador de plumilla, logarítmico ampliado	6 30 Hz... 20 MHz -70... +20 dBm -20... +3,5 dBm -30... +20 dB -3... +2 dB
Los registradores de plumilla disponibles para el registro analógico incluyen: 2 registradores de dos canales, 1 registrador normal de canal único y 1 registrador de velocidad	
Registro digital: Número de canales de registro Margen del umbral para cada canal	16 -20... +20 dB
Clases de duración del fallo	< 3 ms, 3...30 ms 30...300 ms 300 ms...1 min. > 1 min.
Periodos de medida	10 s, 30 s, 1 min. 10 min. 1 h, 12 h
Velocidad de impresión Velocidad de perforación	100 baudios 100 baudios y 400 baudios

Los fallos detectados por los comparadores se clasifican según su duración y se cuentan. Una memoria sumadora cuenta el número de fallos en un predeterminado intervalo de tiempo para cada canal separadamente dentro de estas clases, de acuerdo con la antes mencionada Recomendación del CCITT para el registro de interrupciones. Al final de cada período de medida, se imprime el total de fallos mediante un teleimpresor, juntamente con la fecha y la hora, ambas derivadas de circuitos de tiempo digitales incluidos en el equipo. Sin embargo, para los tiempos de medida más cortos, la velocidad del teleimpresor no es suficiente y puede sustituirse por una perforadora de cinta de alta velocidad. Tanto el teleimpresor como la perforadora de cinta funcionan sólo cuando se ha detectado un fallo.

El equipo se ha diseñado en la conocida práctica de equipo ISEP* de 19 pulgadas y se monta en un bastidor de

profundidad completa en la práctica de equipo suiza BW 72. El bastidor incorpora también varios circuitos auxiliares, como alimentación, alarmas y otras cuya descripción, sin embargo, cae fuera del objetivo de este. Sólo mencionaremos el llamado panel de enlaces en U que contiene todas las entradas y salidas de los receptores de registro que permiten su acceso desde el exterior.

H. E. Rickenbach
Standard Telephon & Radio AG,
Zurich, Suiza

H. E. Rickenbach es jefe de un grupo de desarrollo del laboratorio de transmisión de Standard Telefon und Radio AG.

* Marca registrada del sistema ITT

Circuitos integrados para discos con repertorio

Introducción

Un disco con repertorio es un dispositivo diseñado para facilitar a los abonados la marcación de una serie de números de teléfono previamente registrados. El dispositivo puede muchas veces incluir también la repetición automática de un número previamente marcado. Hay una gran variedad de diseños de este tipo, que van desde unidades para un sólo número hasta unidades de gran capacidad que funcionan con tarjeta o cinta. Los circuitos integrados que describe esta nota han sido previstos para unidades de 10 números, con posibilidad de ampliación hasta 100.

Características deseables de una unidad para 10 números son que esté completamente contenida en una carcasa convencional de aparato telefónico, no precise de alimentación exterior, y sea fácil de manipular con un corto número de teclas adicionales. Además, para que sea aceptable para las administraciones telefónicas debe introducir una pérdida de fiabilidad lo menor posible, no debe deteriorar la calidad de conversación y de señalización, y debe servir para cualquier método de señalización, en particular los sistemas de apertura de bucle y frecuencia vocal (teclado).

Varias de estas condiciones implican la necesidad de su elevado nivel de integración y un mínimo número de componentes. Este criterio reduce también los costes de componentes, montaje y ensamble, y aumenta la fiabilidad, consideraciones importantes para un dispositivo que se pretende utilizar ampliamente en zonas de abonados residenciales. Particularmente atractiva es la tecnología CMOS, que tiene muy bajo consumo y amplios márgenes de tensión de funcionamiento, lo que permite una alimen-

tación sencilla. Se dispone con facilidad de memorias CMOS que, aunque volátiles, pueden conservar los datos durante largo tiempo si están alimentadas por pequeñas pilas.

Tabla de abreviaturas

AH	- apagado/retención normal
BX	- barra X
BY	- barra Y
CE	- chip de memoria mejorado
CI	- entrada reloj
CL	- borrar
CO	- salida reloj
CS	- selección de chip
DI	- entrada de datos
DO	- salida de datos
DS	- velocidad de dígitos
IDP	- pausa interdigital
IH	- inhibición
MSR	- relación marca/espacio
ON	- apagado/normal
OP	- salida
R	- reposición
RCI	- energía a entrada reposición
RCO	- energía a salida reposición
RE	- repetición
RP	- rellamada/pausa
SI	- entrada referencia
SO	- salida referencia
SOP	- detención salida
STO	- almacenar
WE	- preparada escritura necesaria

Circuitos y criterios de diseño del sistema de repertorio

La figura 1 muestra un diagrama simplificado del sistema. Se utiliza un teclado muy usual (1 entre 4 más 1 entre 3) con un canal de entrada/salida a 7 hilos. Esta solución permite al dispositivo de repertorio detectar la información de entrada del teclado y simular actuaciones de teclas al marcar automáticamente, sin necesidad de iguales vías de alimentación ni introducir problemas si algún dispositivo no tiene alimentación. La fiabilidad de la unidad de señalización y del teclado se ve afectada sólo si las entradas de repertorio caen a una baja impedancia; de lo contrario, se mantendrá la señalización básica aunque se pierdan las características de repertorio.

Varias compañías ofrecen actualmente dispositivos con señalización FV basados en esta solución; pero los dispositivos con señalización por apertura del bucle que existían al principio del desarrollo presentaban el inconveniente de que el formato del código de entrada era incompatible e inadecuado y necesitaban distribuidores de reloj exteriores de elevada potencia y circuitos exteriores para inicialización, así como para guarda si se empleaban relés biestables para la interconexión con la línea telefónica.

Teniendo en cuenta estos factores se han diseñado en STL circuitos integrados de repertorio y envío de impulsos. Todos emplean tecnología CMOS de baja tensión (3 a 10 V). Se han diseñado combinando e interconectando "células" escogidas de una biblioteca de circuitos, con unas pocas "células" de diseño especial para funciones especiales del circuito. Aunque el resultado ha sido un dispositivo algo mayor que si el diseño hubiera sido totalmente a medida, el método ofrece grandes ventajas y una buena fiabilidad, y las corrientes de fuga se mantienen muy reducidas.

El sistema de apertura de bucle emplea dos circuitos integrados que se muestran en la figura 2 en diagrama de bloques. El primer circuito integrado comprueba la validez y la persistencia de las entradas y luego codifica y sitúa los datos en una memoria de recirculación de 4 bits. El circuito integrado tiene también una entrada de inhibición del circuito de repertorio, que se precisa para impedir que la dirección de memoria de repertorio, que llega del teclado, se transmita como cifra marcada. El segundo circuito lee la

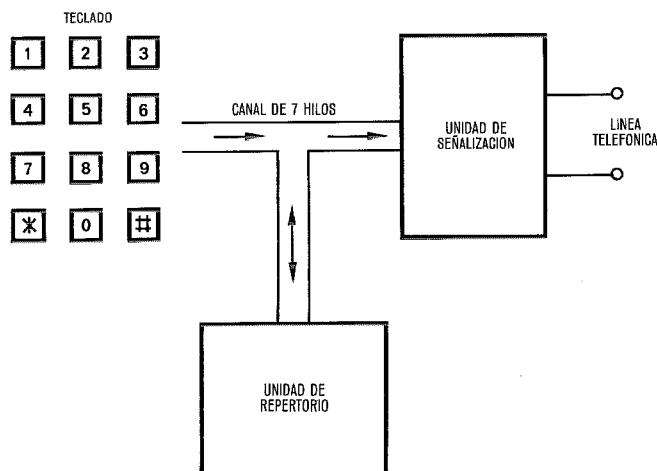


Fig. 1 Diagrama de bloques que muestra la incorporación de una unidad de repertorio.

memoria de recirculación y cuenta el número de impulsos correctos en su envío, con sus velocidades, relaciones y pausas correctas determinadas por las opciones elegidas. También hay una salida que simula el tiempo de contacto "fuera de normal" de los discos giratorios.

Se ha prestado particular atención a la "reposición automática de alimentación", al generador de reloj y a la guarda de relés biestables. La "reposición de la alimentación" se genera en un circuito de reposición al detectar salida del oscilador después de aplicar alimentación. Esto garantiza que se inicializan correctamente todas las funciones. Si se utiliza un relé biestable "fuera de normal" en la interconexión con la línea telefónica y éste se desplaza por un golpe u otro motivo, se detectará esto porque se aplicará alimentación al circuito integrado sin que haya datos de entrada del teclado. En estas circunstancias la lógica de control conectará la salida ON, que controla el relé, después de una temporización, cancelando automáticamente la situación de fallo. El oscilador "en pastilla" funciona con dos condensadores y una inductancia para conseguir buena estabilidad de temperatura y tensión. El oscilador con LC elimina también la necesidad de componentes a ajustar en inspección, que se necesitarían con otra solución para cumplir las tolerancias de velocidad de funcionamiento.

El sistema de repertorio emplea un circuito integrado a medida y una memoria de capacidad 1024×1 bits existente en el mercado. El circuito almacena 10 números de 22 cifras y el último número marcado. Todos los controles y direcciones de memoria se generan en el circuito integrado a medida, que se muestra en forma de diagrama de bloques en la figura 3.

La entrada de selección de pastilla tiene por objeto inhibir el generador de reloj y reponer todas las funciones en estado inactivo. Así se puede hacer funcionar el dispositivo con la misma alimentación de reserva que la memoria, con un consumo adicional despreciable de corriente.

Tanto los datos de señalización como las direcciones de los números almacenados llegan por el canal de entrada/salida a 7 hilos. La salida IH sirve para inhibir la unidad de señalización cuando se espera una dirección, evitando así el enviar esta cifra a la central. Los datos de señalización se transforman a un código serie de 4 bits en DO y se almacenan en el lugar adecuado de la memoria.

Además de la entrada de selección de pastilla, son necesarias otras dos entradas de las teclas de control, llamadas "almacenar" y "rellamada/pausa", para el funcionamiento del dispositivo. Con objeto de proporcionar protección contra un borrado accidental de números almacenados, la entrada "almacenar", ST, está preparada para no ser efectiva a menos que se detecte una dirección válida de memoria, y para permanecer activa mientras se carga un número. Así, cuando está conectada a una tecla de "almacenar", el usuario debe mantener esta tecla activada mientras se almacena un número. Hay otras dos entradas de control opcionales; la RE provoca la repetición inmediata del último número marcado, y la CL permite cancelar todos los números almacenados si se precisa en la instalación o por razones de seguridad.

El circuito admite que se activen simultáneamente las entradas de rellamada y dirección. Así es posible que el

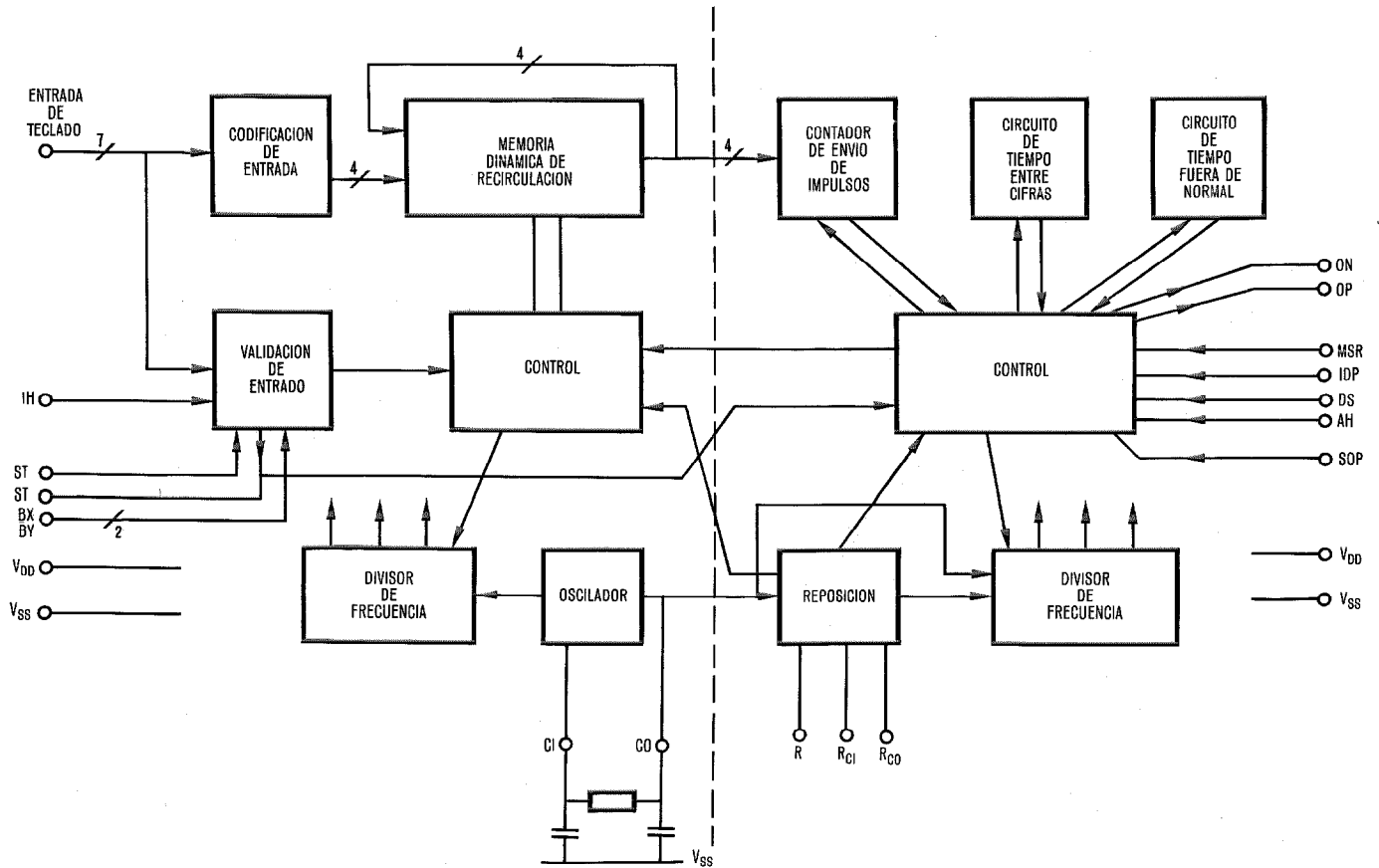


Fig. 2 Circuitos integrados para señalización de desconexión de bucle.

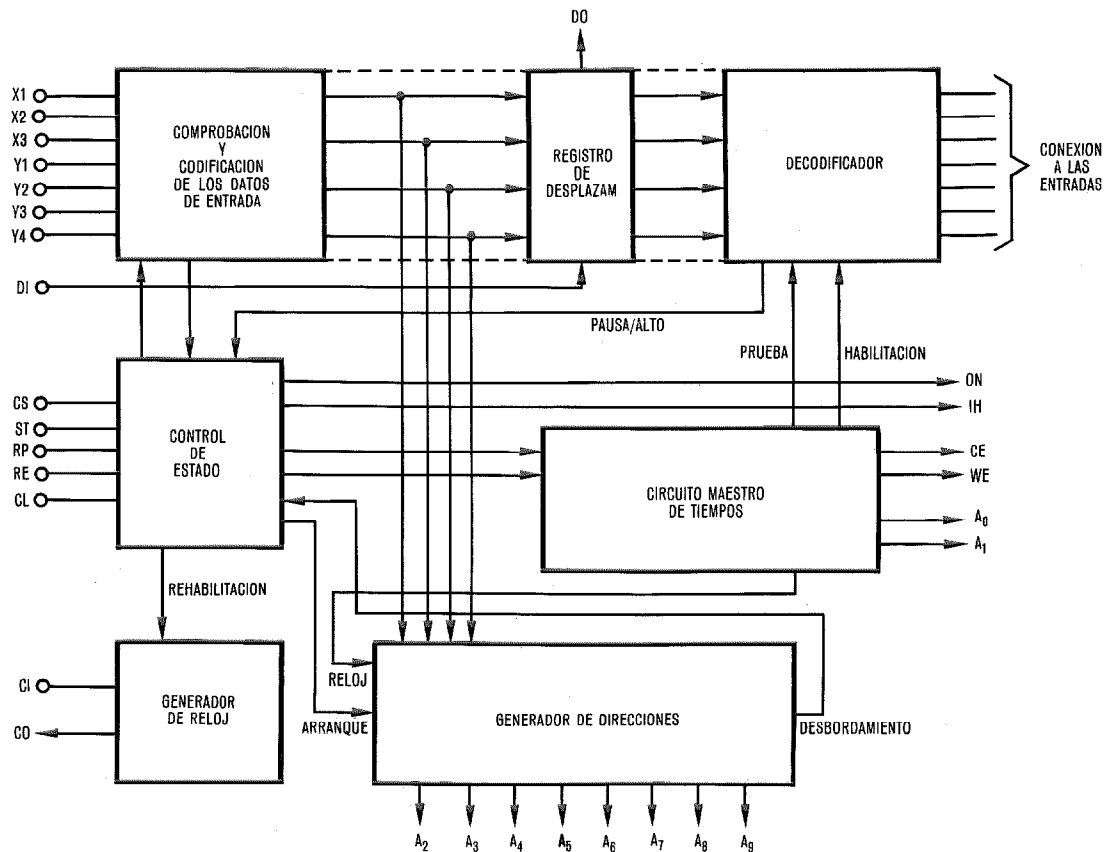


Fig. 3 Diagrama de bloques del circuito integrado.

dispositivo funcione con un conjunto de teclas que permitan la rellamada inmediata de algunos o todos los números almacenados mediante la actuación de una sola tecla.

La capacidad de almacenamiento puede aumentarse fácilmente empleando un conmutador mecánico o eléctrico para encaminar la señal de habilitación de la memoria a varios circuitos integrados de memoria. La ampliación está sólo limitada por el factor de salida de los dispositivos CMOS normalizados, que es muy alta para las velocidades de trabajo implicadas.

Conclusiones

Los circuitos integrados descritos hacen posible la utilización de discos con repertorio, compactos y de fácil fabricación, tanto para FV como para aperturas de bucle, que serán atractivos lo mismo para abonados normales que para líneas de trabajo, y cumplirán las condiciones que pueden esperarse de las administraciones. Esto se ha conseguido mediante la aplicación de una tecnología moderna muy adecuada a las necesidades del producto.

D. A. Burgess

A. C. Huckfield

Standard Telecommunication Laboratories Limited,
Harlow, Reino Unido



Fig. 4 Aparato de abonado que incorpora un repertorio electrónico.

David A. Burgess es actualmente ingeniero de investigación cedido a ITT Telecommunications, Corinth, Mississippi y trabaja en la aplicación de técnicas electrónicas o aparatos de abonado.

Anthony C. Huckfield fue ingeniero de investigación en el Centro de Investigación de ITT en el Reino Unido, Standard Telecommunication Laboratories.

Principales compañías de International Telephone and Telegraph Corporation

Industrias

Norte-América

ITT Business Systems and Communications Group-North America, New York, New York.
ITT Communications-Canada, Guelph, Ontario.
COMTEL de Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico.
ITT Courier Terminal Systems Inc., Phoenix, Arizona.
ITT Data Equipment and Systems, East Rutherford, New Jersey.
ITT Defense Communications, Nutley, New Jersey.
ITT Electro-Optical Products,
Roanoke, Virginia.
Fort Wayne, Indiana.
ITT North Electric,
Galion, Ohio.
Des Plaines, Illinois.
Cape Canaveral, Florida.
Deerfield Reach, Florida.
Johnson City, Tennessee.
ITT Space Communications, Ramsey, New Jersey.
ITT Telecommunications Corporation, New York, New York.
Apparatus Division, Corinth, Mississippi, Milan, Tennessee.
ITT Communications Systems Division, Hartford, Connecticut.
Mackay Marine Division, Raleigh, North Carolina.
ITT Terryphone, Harrisburg, Pennsylvania.
Transmission Division, Raleigh, North Carolina.

Europa

ITT Austria, Viena, Austria.
Bell Telephone Manufacturing Company N.V. Amberes, Bélgica.
ITT Business Systems and Communications Group-Europe, Bruselas, Bélgica.
Standard Electric Aktieselskab, Copenhague, Dinamarca.
Standard Electric Puhelinteollisuus Oy, Helsinki, Finlandia.
Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, París, Francia.
Laboratoire Central de Télécommunications, París, Francia.
Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, Alemania.
Standard Elektrik Hellas SAIC, Atenas, Grecia.
Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche Standard S.p.A. Milán, Italia.
Nederlandsche Standard Electric Maatschappij B.V., La Haya, Países Bajos.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Oslo, Noruega.
Standard Eléctrica, S.A.R.L., Lisboa, Portugal.
Compañía Internacional de Telecomunicación y Electrónica, S.A., Madrid, España.
Marconi Española, S.A., Madrid, España.
Standard Eléctrica, S.A., Madrid, España.
IKO Kabel AB, Grimsas, Suecia.
Standard Radio & Telefon AB, Estocolmo, Suecia.
Standard Telephon und Radio AG, Zurich, Suiza.
Standard Telephones and Cables Limited, Londres, Reino Unido.

Hispano-América

Compañía Standard Electric Argentina SAIC, Buenos Aires, Argentina.
Standard Eléctrica, S.A., Río de Janeiro, Brasil.
Compañía Standard Electric S.A.C., Santiago, Chile.
Industria de Telecomunicaciones Andina, S.A., Quito, Ecuador.
Industria de Telecomunicación, S.A., México, México.
Fábrica de Equipo de Telefonía, S.A., Lima, Perú.

Extremo Oriente

Standard Telephones and Cables Pty Limited, Sidney, Australia.
Standard Telephones and Cables (New Zealand) Limited, Wellington, Nueva Zelanda.
Taiwan International Standard Electronics Limited, Taipei, Taiwan.
ITT Thailand Limited, Bangkok, Thailandia.

Explotación

All America Cables and Radio, Inc. New York, Nueva York.
American Cable & Radio Corporation, New York, Nueva York.
Globe-Mackay Cable & Radio Corporation, Manila, Filipinas (participación 40%).
ITT Central America Cables & Radio, Inc., Balboa, Zona del Canal.
ITT Comunicaciones Mundiales, S.A., Santiago, Chile.
ITT Communications, Inc., Islas Vírgenes, Santo Tomás, I.V.
ITT Corporate Communication Service, Inc., New York, Nueva York.
ITT Diversified Services, Inc., San Juan, Puerto Rico.
ITT Domestic Transmission Systems, Inc., New York, Nueva York.
ITT World Communications, Inc., New York, Nueva York.

Press Wireless Uruguay Ltd., Montevideo, Uruguay.
PT Indonesian Satellite Corporation, Jakarta, Indonesia.
The Commercial Cable Company, Londres, Reino Unido.
United States Transmission Systems Inc., New York, Nueva York.
US Telephone and Telegraphen Corporation, New York, Nueva York.
Virgin Islands Telephone Corporation, Santo Tomás, Islas Vírgenes.
South Atlantic Cable Company, Johannesburgo, Africa del Sur (participación 35%).
ITT Industrial Transmission Systems Inc., New York, Nueva York.

Servicios

Società Impianti Elettrici Telefonici Telegrafici e Costruzioni Edili S.p.A., Florencia, Italia.
La Signalisation, París, Francia.
ITT Philippines Inc., Manila, Filipinas.
Federal Electric Corporation, Paramus, New Jersey.
Paul N. Howard Company, Greensboro, North Carolina.

Centros Técnicos

International Telecommunications Center, Bruselas, Bélgica.
Telecommunications Technology Center, Shelton, Connecticut.

Laboratorios de Investigación

Bell Telephone Manufacturing Company NV, Amberes, Bélgica.
Laboratoire Central de Télécommunications, París, Francia.
Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, Alemania.
Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche Standard S.p.A., Milán, Italia.
Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S.A., Madrid, España.
Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Reino Unido.
Paul H. Henson Research Center, Delaware, Ohio.

Oficinas Regionales

ITT Africa and the Middle East, Bruselas, Bélgica.
ITT Europe Inc. Bruselas, Bélgica.
ITT Far East Ltd., Hong-Kong.
ITT Latin America Inc., Coral Gables, Florida.

Nuevas realizaciones

Nuevo sistema TDM para transmisión de datos, en funcionamiento en el Deutsche Bundespost

El equipo de transmisión de datos TDM (múltiplex por división en el tiempo) ZD1000-C3 proporciona hasta 46 canales para la transmisión de señales de datos y telegrafía asíncrona de acuerdo con la documentación R.101 (Alternativas A y B) del CCITT. Diseñado para la transmisión de señales con las velocidades usuales comprendidas entre 50 y 300 Bd, y las estructuras de caracteres usuales de 7,5 a 11 bits por carácter, es adecuado para su utilización en las redes telegráficas y de datos tanto existentes como futuras. Por medio de memorias ROM programables y puentes puede ajustarse cualquier combinación de canales dependiendo de la velocidad y del tamaño del carácter, de acuerdo con la Recomendación del CCITT,

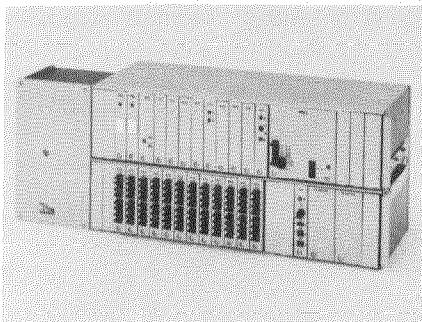


Fig. 1 Equipo TDM ZD1000-C3 para datos y telegrafía de pequeña velocidad.

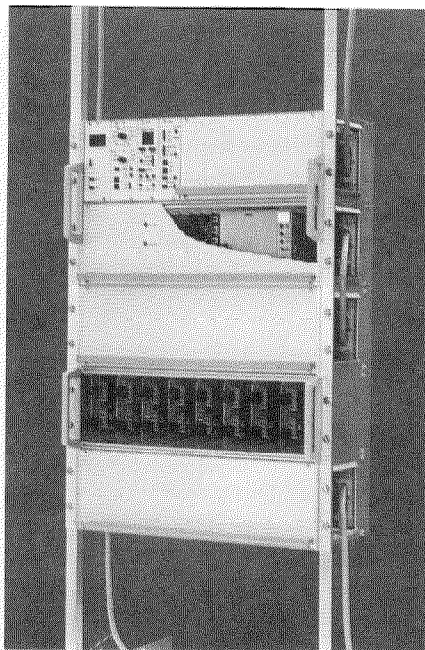


Fig. 2 Equipo TDM ZD2000-C3 para datos y telegrafía de pequeña velocidad.

(por ejemplo, 46 canales para señales telegráficas de 50 Bd). Las señales asíncronas de baja velocidad ofrecidas se combinan por intercalado de bits para formar una señal agregada síncrona en serie de 2.400 bit/s que se transmite a través de diferentes unidades de transmisión incorporadas, dependiendo del circuito a 4 hilos disponible. Existen circuitos opcionales para búsqueda y análisis de fallos.

Los primeros terminales ZD1000-C3 están en funcionamiento en el Deutsche Bundespost desde finales de 1977. La figura 1 muestra un terminal ZD1000-C3 equipado con unidades de canal para 46 señales de bajo nivel, diseñado en la práctica de equipos del Deutsche Bundespost.

Además del equipo ZD1000-C3, ha sido desarrollado el sistema ZD2000-C3 para el mercado de exportación con funciones similares. Está construido de una manera modular y muy flexible, utilizando armazones estándar de 19 pulgadas. La parte lógica central es idéntica a la del ZD1000-C3, y por consiguiente también cumple la Recomendación R.101 del CCITT, mientras que los adaptadores de los canales de baja velocidad pueden adaptarse a los adaptadores de los sistemas de conmutación y terminales de datos y telegrafía usuales. Por esta razón se puede equipar una gran variedad de diferentes unidades de canal. Si se necesitan, pueden utilizarse subunidades adicionales de diagnóstico para la observación y supervisión durante el funcionamiento, así como para la localización de fallos.

La figura 2 muestra un terminal ZD2000-C3 formado (de arriba a abajo) por el equipo de diagnóstico, la parte lógica central, y 3 filas equipadas con 23 unidades de canal para adaptación de alto nivel.

*Standard Elektrik Lorenz,
República Federal de Alemania*

Equipos de comunicaciones para barcos de carga nigerianos

International Marine Radio Company (IMRC) suministrará equipos que proporcionarán comunicaciones de alcance mundial para 19 barcos de carga general que se están construyendo para la Nigerian National Shipping Line. Estos barcos constituyen una de los mayores contratos de construcción de nuevos barcos adjudicados recientemente. 8 de estos barcos, de 12.000 toneladas de peso muerto, se están construyendo en Yugoslavia, y los otros 11, de 16.000 toneladas de peso muerto, se están construyendo en Corea del Sur. Se espera que los barcos

entren en servicio entre otoño de 1978 y principios de 1980.

Los 19 barcos estarán equipados con las más modernas estaciones de radio de banda lateral única de IMRC, cada una de las cuales consta básicamente de un emisor de banda lateral única de 1,5 kW y de un receptor R700, recientemente desarrollado. El equipo auxiliar incluye antenas de mástil, un emisor y un receptor de emergencia, autoalarma, radiotelefonos de UHF, equipo de bote salvavidas SOLAS 3A y adaptador de estación, además de una unidad de control de la estación y un sistema de conmutación para los servicios radiotelefónicos. El equipo de la sala de radio estará

situado en una consola de nuevo diseño.

Para las comunicaciones internas de los 11 barcos que se construyen en Corea del Sur, IMRC está suministrando también centrales telefónicas electrónicas de 50 líneas.

El contrato cubre también el entrenamiento de los radiotelegrafistas de la compañía naviera. Además de proporcionar detalles de instalación a los constructores de los barcos, IMRC enviará sus propios ingenieros para la puesta en servicio y prueba final de su equipo en Corea del Sur.

*International Marine Radio
Company, Reino Unido*

El probador remoto de líneas obtiene pedidos de exportación

Standard Telephones and Cables (STC) ha recibido los primeros pedidos de exportación de un nuevo sistema basado en microprocesador para probar las líneas de abonados en redes telefónicas públicas. Estos pedidos proceden de países del Oriente Medio y del Extremo Oriente.

Conocido con el nombre de probador remoto de líneas, el sistema es un importante avance sobre los equipos de pruebas que hasta ahora tenían las administraciones. Desarrollado por la división de nuevos productos de conmutación de STC, está basado en un pupitre central que trabaja por medio de unidades remotas situadas en las centrales locales distribuidas por todo el área de prueba. La función de las unidades remotas es probar la línea y el equipo, convertir los resultados a forma digital, y transmitirlos a través de la red al pupitre de pruebas donde se visualizan las señales. De esta forma pueden comprobarse las líneas de abonados, los teléfonos y los contadores privados, así como los teléfonos de previo pago públicos o privados.

No existe limitación en la distancia entre el pupitre de prueba y las centrales con unidades remotas, que están

conectadas únicamente a través de la red telefónica pública. De esta forma, una administración con un dispositivo central de prueba equipado con probadores remotos de línea, puede probar cualquier parte de su red, a cientos o miles de millas de distancia si es necesario, aunque esto no suele ser la práctica normal. Si algunas de sus centrales están situadas en islas y conectadas a una red del continente por medio de enlaces por microondas o por cable, por ejemplo, los probadores remotos de líneas pueden identificar con fiabilidad los fallos desde un punto central, eliminando viajes innecesarios del personal de reparaciones.

Para cualquier administración de telecomunicaciones, y especialmente para aquellas que tienen centrales en zonas de difícil acceso, el probador remoto de líneas ofrece poderosas ventajas en la centralización y modernización de la función de prueba que es una parte fundamental de un buen mantenimiento.

Cuando se ha informado de un fallo, el operador de pruebas marca la unidad remota de la central del abonado y después marca el número de teléfono del abonado. De esta manera pueden realizarse medidas y pruebas, y el operador de pruebas puede hablar con el abonado, si es necesario, para

realizar pruebas sobre características de la línea, funcionamiento del disco de marcar, etc. Los resultados de las pruebas sobre los instrumentos y sobre la línea se muestran en forma de letras y números claros, sin parpadeos, sobre la unidad de presentación visual situada en el pupitre de pruebas.

Si lo desean, las administraciones pueden utilizar menor número de personas cualificadas para realizar la investigación inicial de fallos utilizando la facilidad de autoprueba preprogramada. Esta facilidad utiliza normas incorporadas que distinguen de forma automática entre resultados aceptables e inaceptables, que se muestran en la unidad de presentación visual simplemente como "válido" o "fallo".

Cada pupitre de pruebas puede atender cualquier número de unidades remotas y la cantidad que necesita una administración está determinada por la cantidad de pruebas que deban realizarse. El pupitre ha sido diseñado para un manejo fácil y cómodo con un panel de control y pantalla inclinadas. Las dimensiones totales del pupitre de pruebas son 860×710×710mm. La unidad remota mide 250×510×300mm.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Pupitre de clasificación mediante imágenes video

Nuestra gama de sistemas de manejo de correspondencia se ha ampliado con el nuevo pupitre de clasificación mediante imágenes. Se utiliza para la lectura de la dirección y código postal sobre una pantalla y, cuando sea necesario, para imprimir un código de barras sobre las cartas para su posterior clasificación automática.

En la anterior generación de sistemas de codificación mecánicos, las cartas se presentaban físicamente enfrente de los operadores de codificación. Sin embargo en el sistema de pupitre de clasificación mediante imágenes, solamente se presenta a los operadores las imágenes de los bloques de direcciones de las cartas para lectura e introducción de información por te-

clado. La presentación de las imágenes sobre una pantalla del bloque de dirección, permite que los operadores estén situados en condiciones ambientales óptimas, lejos del ruido, polvo y calor de la sala de clasificación principal (sala de batalla).

El sistema de clasificación mediante imágenes consta de 3 subsistemas de procesamiento de imágenes video, y las posiciones de operador de codificación mediante teclado.

El transporte mecánico de cartas consta de un dispositivo de entrada y de separación de cartas seguido de un módulo de cámara, un módulo de línea de retardo, un módulo de validación del código impreso y un conjunto de bandejas de salida. El dispositivo de separación separa las cartas a una velocidad de 10 cartas por segundo. Durante el paso a través del módulo de

cámara, se explora de cada carta la cara donde va la dirección para detectar el bloque de dirección que se capta utilizando un conjunto integrado de fotocélulas. La imagen de bloque de dirección se almacena en forma digital en el subsistema electrónico de procesamiento de imágenes desde donde se

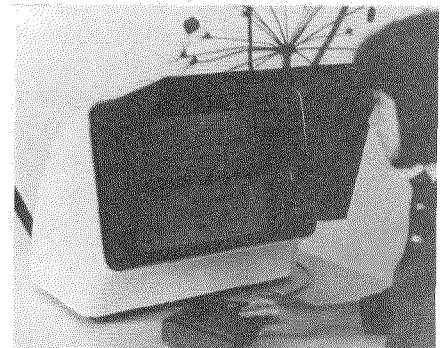


Fig. 1 Posición de codificación por imágenes.

presenta a las pantallas de las posiciones de operador de codificación mediante teclado. Se necesita una línea de retardo para almacenar las cartas entre la captación de las imágenes y la codificación mediante teclado para dar tiempo suficiente al operador a que teclee la información postal de encaminamiento, ya sea el código postal, el código de memoria o el código de extracción.

El módulo de impresión consiste en un impresor de inyección de tinta (ink-jet) que imprime un código de barras en la parte inferior de la cara de dirección del sobre que corresponde a la información introducida a través del teclado. Este código puede imprimirse como barras negras o luminiscentes. Inmediatamente después de la impresión, su calidad se comprueba por medio de una cabeza de lectura del validador.

Una fila de bandejas de salida permite que las cartas sean preclasificadas en un máximo de 32 direcciones.

El equipo electrónico de procesamiento de imágenes consta fundamentalmente de varios bloques de memorias digitales, conteniendo cada uno la imagen de una carta. La salida de cada bloque de memoria puede conmutarse a cualquiera de las pantallas de las posiciones de operador de codificación mediante teclado, cada una de las cuales está equipada con un monitor de video y un teclado desde el que el operador teclea el código postal, el código de memoria o el código de extracción. En la pantalla se presentan dos cartas, lo que permite al operador teclear el código de la primera carta mientras está leyendo la siguiente. Se utiliza una

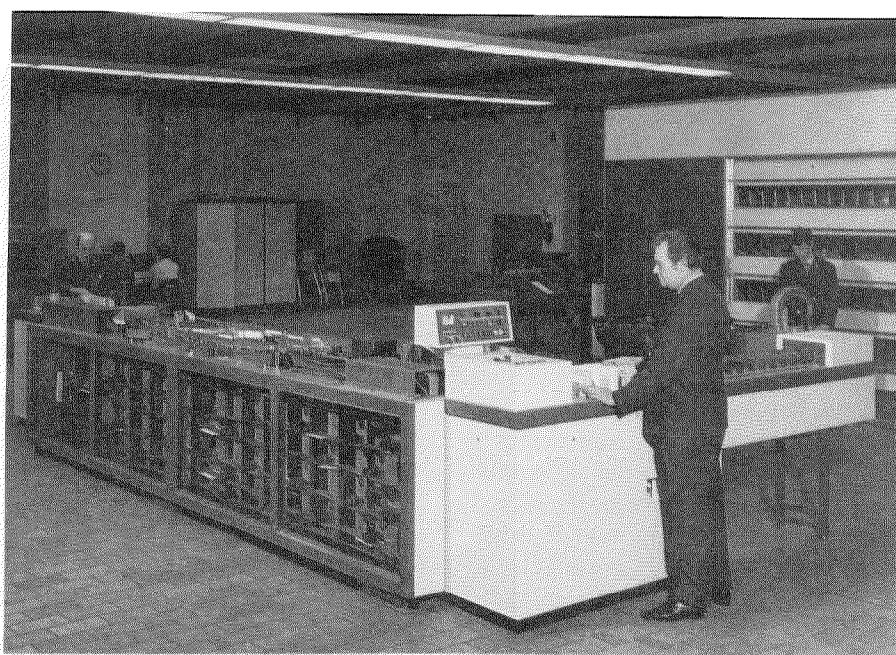


Fig. 2 Transporte mecánico del pupitre de clasificación mediante imágenes.

pantalla de video especial con fósforo verde muy persistente para eliminar el centelleo.

El sistema está controlado por 3 microprocesadores interconectados que tienen el control global de todas las partes mecánicas incluyendo el seguimiento de las cartas desde el dispositivo separador hasta las bandejas de salida, conmutación de las imágenes a las pantallas, concentración de las entradas de información procedentes de los teclados, traducción de los datos procedentes de los teclados en códigos de barras y en información de preclasificación, control del impresor de inyección de tinta, comprobación de los datos procedentes del lector de valida-

ción de códigos, adaptador opcional con un ordenador exterior, control de los aparatos desviadores de las bandejas de salida, y la presentación de mensajes de servicio sobre las pantallas. Los programas están almacenados en memorias de sólo lectura de forma que no se necesitan equipos periféricos de ordenador.

Un primer sistema de clasificación mediante imágenes fue instalado en marzo de 1978 en el centro de clasificación y envío de Borgerhout, Bélgica, donde está siendo evaluado actualmente por la administración belga.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

Nuevo cable óptico

El primer cable óptico de una sola fibra, monomodo de salto de índice, ha sido conseguido por dos ingenieros de STC. Para una longitud de 1 km, la atenuación es de 2,8 dB a una longitud de onda de $0,87 \mu\text{m}$. Contrariamente a las fibras multimodo, a esta longitud de onda el ancho de banda está limitado por la dispersión del material del núcleo aun con una fuente mono-

modo, y la capacidad de información es superior a 40 Gbit/s. A longitudes de onda superiores la dispersión del material disminuye, pasando por cero para aproximadamente $1,27 \mu\text{m}$. La dispersión de la guíaonda impone entonces un límite de unos 400 Gbit/s mediante la selección de una frecuencia intermedia. Estas dos dispersiones pueden compensarse y la característica mejorarse aún más; a $1,1 \mu\text{m}$ la atenuación cae a 1,7 dB/km.

Los cables de este tipo tienen una carga máxima de rotura a la tracción superior a 1000 N para un diámetro de sólo 2 mm, permitiendo la realización de instalaciones utilizando cables de muchos kilómetros de longitud. Con este pequeño tamaño, el cable tiene una capacidad potencial de transporte de información superior a cualquier otro medio de guiado de señales.

Standard Telecommunication Laboratories, Reino Unido

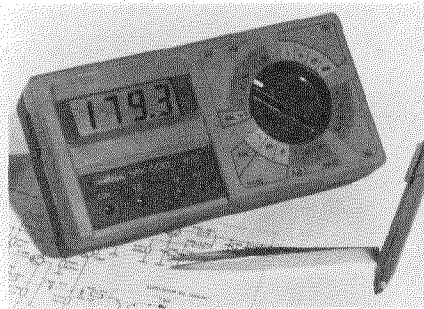
Nuevo equipo Metrix MX500: "La economía verdadera" en medidores digitales

Con el equipo MX500, la División de Instrumentación de Metrix de SPI-ITT ha dado una oportunidad a los equipos digitales para competir con los equipos analógicos, al dotarle con una batería de vida verdaderamente larga a precio competitivo.

Realmente dos baterías ordinarias PP3 le proporcionarán 1000 horas de uso normal (consumo de unos 5mW). Esta duración puede aumentarse a 2.000 horas de uso normal utilizando baterías alcalinas, lo que significa 3 meses de uso ininterrumpido de 24 horas al día o 1 año con horas normales de trabajo.

La posibilidad de tener un instrumento no utilizable es despreciable al saber que una posición del conmutador rotatorio indicará el número de horas de funcionamiento que quedan en la batería por debajo de 200 horas.

Esta indicación poco frecuente solamente pudo obtenerse por medio de



Aparato universal de medidas Metrix MX500.

la integración de un convertidor analógico a digital diseñado por Metrix y fabricado por EFCTS, Grenoble, Francia, exclusivamente para Metrix.

La gama de medidas del equipo MX500 va desde 1mV a 1000V CC, 1mV a 600V CA, 1 Ω a 20M Ω y 10 μ A a 2 A CA y CC. Diversos accesorios disponibles ampliarán su capacidad de medida: Shunt de 15 A CA/CC, sonda de temperatura, sonda

de alta tensión para 30kV y borna de 1000 A CA.

El equipo MX500 está completamente protegido en todas las escalas de tensión y de resistencia hasta por lo menos 220V CA sin fusibles.

Las escalas de corriente están protegidas por 2 fusibles. Uno de ellos es de 2 A/380V CA con mecanismo de corte de arco en el polo común.

El equipo MX500 está libre de la servidumbre de la red eléctrica (no necesita cargador de batería). La rigidez dieléctrica de la caja es de 3 kV. Existe un amortiguador de goma colocado exteriormente, lo que le da una excepcional protección mecánica.

Sus cualidades ergonómicas son: conmutador rotatorio, zócalos de entrada prácticos, LED grandes (de 18 mm) y 3 posiciones de uso, lo que le hace particularmente cómodo de manejo.

Como todos los equipos Metrix, el MX500 tiene una garantía completa de dos años.

Metrix, Francia

Sistema de conmutación de mensajes basado en microprocesador

Los nuevos sistemas de conmutación de datos y mensajes basados en microprocesador, ITT6100ADX*, funciona según el principio de almacenamiento y retransmisión. Los mensajes a transmitir se almacenan en la memoria formando colas y son después transmitidos, teniendo en cuenta el orden de prioridad, tan pronto como el sistema encuentra que los terminales a los que van dirigidos (teleimpresores, líneas, télex, o terminales de presentación) están libres.

El uso de un microprocesador de poco precio significa que el sistema 6100ADX abrirá una nueva gran área de mercado para los sistemas de conmutación de mensajes que estaban, hasta ahora, reservados principalmente a mayores organizaciones. Un usuario típico del sistema puede ser la organización industrial o comercial con mucha actividad que necesita comunicación rápida, segura, y escrita con el mundo exterior, especialmente inter-

nacional. El sistema ahorrará el considerable tiempo que actualmente se pierde en marcar y volver a marcar para establecer contacto con los abonados télex.

Aunque el sistema ITT6100ADX es considerablemente más económico que los equipos de la competencia, ofrece características comparables en el área de la comunicaciones.

El nuevo equipo es compacto y con un funcionamiento y mantenimiento sencillos. Los cambios de los parámetros del sistema debidos a cambios dinámicos en la red del usuario, pueden realizarse de una manera sencilla y rápida por el propio usuario. El equipo 6100ADX incorpora su última tecnología electrónica, incluyendo microprocesadores y otros componentes LSI. Como otros sistemas ADX, utiliza canales telegráficos alquilados de bajo coste, normalmente de la red télex pública. Aunque el sistema ADX6100 es especialmente competitivo en coste en el extremo inferior de la gama del mercado, puede también emplearse para dar servicio a clientes con necesidad de capacidades mayo-

res. Es capaz de manejar hasta 64 líneas y puede emplear velocidades de línea de hasta 300Bd (30 caracteres por segundo). Los mensajes recibidos a una determinada velocidad pueden retransmitirse a otra velocidad distinta.

Pueden conectarse al sistema varias líneas (12 a 16 sería un número máximo típico, pero 2 ó 3 sería bastante normal) dependiendo de la cantidad de tráfico. Incorpora un dispositivo de búsqueda selectiva y archivo de corta duración que utiliza un disco de cartucho especial como medio de almacenaje.

Puede registrarse cronológicamente la identificación de todos los mensajes entrantes y salientes (y sus asociaciones entre sí) y pueden registrarse todos los distintivos de relés entrantes y salientes. Un dispositivo de encaminamiento semiautomático permite que los mensajes que no pueden ser encaminados automáticamente, sean comprobados a través de una unidad de presentación visual y reencaminados electrónicamente a sus correspondientes destinos.

ITT Business Systems, Reino Unido

* Marca registrada del sistema ITT

Red digital experimental en Noruega

Una red digital experimental, cuyas funciones son básicamente equivalentes a las de una CPA distribuida, ha sido puesta en servicio en cooperación con las Fuerzas Aéreas noruegas. El conmutador interurbano digital de enlaces y el terminal de servicio (ambos elementos claves de la red), son el resultado de un desarrollo conjunto entre STK y el Norwegian Defence Establishment. La red experimental proporciona comunicación entre 150 abonados situados en 7 localidades diferentes. Consta de:

- 7 conmutadores de enlaces interurbanos MIC (4×30 canales MIC).
- 6 multiplexores MIC (30 canales) para conexión a los abonados y a las redes analógicas existentes (centralitas privadas).
- 1 terminal de servicio controlado por ordenador para la supervisión centralizada de la red.
- 1 enlace de transmisión óptica montado en postes (de una longitud de unos 1800m con una velocidad de línea de 2048 bit/s) para la transmi-

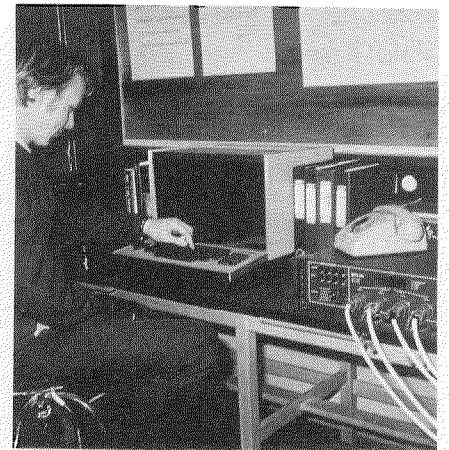
sión de señales entre dos de los conmutadores de la red.

- Radioenlaces de SHF para la transmisión entre los otros conmutadores de la red.

STK ha desarrollado los tres primeros apartados, y Standard Telephones and Cables, una compañía británica asociada a ITT, entregó el enlace de fibra óptica. El radioenlace de SHF fue cedido por el cliente.

Cada conmutador de enlaces interurbano controlado por ordenador, está equipado con 4 puertas, cada una de las cuales admite 2048 bit/s, dando una capacidad de conmutación de 4×30 , es decir, 120 canales.

Han sido completados diversos servicios de abonado tales como transferencia automática a otro número, marcaje directo y conferencias colectivas. Los objetivos primarios de la red son ganar experiencia de usuario y realizar medidas de tráfico. La experiencia con la red ha sido muy satisfactoria y el conmutador está siendo actualmente reestructurado en dos versiones diferentes para acomodar las funciones de conmutación MIC (CEPT) y conmutación delta (Eurocom) (Capacidad de 8×30 canales).



Terminal de servicio (izquierda) y conmutador digital (derecha) de la red digital experimental noruega.

Las aplicaciones del conmutador incluye redes móviles tácticas (delta) y redes estáticas especiales (MIC).

La fotografía muestra el terminal de servicio y el conmutador digital. Las dimensiones del conmutador son aproximadamente $483 \times 120 \times 250$ mm y la masa de unos 15 kg.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S Noruega

Cable submarino de energía para Canadá

La British Columbia Hydro and Power Authority de Vancouver, Canadá, ha adjudicado a Standard Telefon og Kabelfabrik un contrato para el desarrollo de un cable submarino de energía de 525kV CA. Este cable es necesario para el proyecto de transporte a 525kV entre Cheekye y Dunsmuir de la British Columbia Hydro and Power Authority, que establecerá una nueva línea para el transporte de energía desde el continente hasta la Isla de Vancouver. Están siendo evaluadas distintas rutas alternativas con longitudes comprendidas entre 30 y 40km. Se ha planificado tender inicialmente 4 cables unipolares pensándose añadir otros 3 cables más en una etapa posterior, para formar dos circuitos completos con un cable de reserva.

El cable que se va a desarrollar será del tipo relleno de aceite autocontenido con un conductor de cobre de 1600mm^2 de sección. La capacidad de transporte de cada circuito será aproximadamente de 1100 MVA y el cable ha de permitir tendidos a profundidades de 400m. En algunos aspectos éste será el mayor cable submarino de energía fabricado hasta el momento. En la actualidad el mayor voltaje utilizado en cables submarinos es de 420kV CA.

El desarrollo incluirá el diseño del cable y la fabricación y prueba de muestras del cable. También serán desarrolladas, fabricadas y probadas uniones flexibles tanto para la unión en fábrica como para reparaciones. También se incluye el diseño de la adecuada maquinaria de tendido del cable.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

La cuarta central METACONTA 11A de Marruecos

En octubre de 1977, la Administración de Marruecos aceptó su cuarta central METACONTA* 11A. Con una capacidad inicial de 6.000 líneas de 0,11 E por línea, la central de Rabat Soekarno es la segunda de este tipo en la capital de Marruecos. En 1972, Marruecos fue el primer país del mundo en poner en funcionamiento una central telefónica METACONTA 11A con la apertura de la central de Rabat Agdal.

Esta nueva central eleva el número de líneas METACONTA 11A instaladas en Marruecos a 31.000, con otras 14.000 en curso de instalación. CGCT lleva instaladas 250.000 líneas equivalentes en Marruecos.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

* Marca registrada del sistema ITT

Modem de datos 2064 para 2400/1200 bit/s

Standard Radio & Telefon AB (SRT) ha desarrollado un nuevo modem, el 2064, que proporciona transmisión digital de datos a 2400/1200 bits/s sobre circuitos conmutados a 2 hilos o circuitos dedicados a 2 ó 4 hilos en aplicaciones punto a punto o multipunto. Funciona con modulación diferencial de 2/4 fases.

El modem 2064 cumple con las recomendaciones V.26, V.26 bis, V.24 y V.28 del CCITT, lo que le hace compatible con todos los otros modems que cumplen estas recomendaciones. Comparado con los modems actuales, el 2064 proporciona una transmisión de datos más eficiente, particularmente en los sistemas multipunto con interrogación ordenada (polled) comúnmente utilizados. Para minimizar las pérdidas de tiempo en sistemas con interrogación ordenada, el tiempo de ida y vuelta puede fijarse en el pequeño valor mínimo de 10ms.

Este modem puede equiparse con un sofisticado sistema de prueba remota, diseñado para un fácil mantenimiento e identificación de las dificultades operacionales desde el centro principal de la red. Estas pruebas se realizan utilizando un canal opcional

de control remoto, sin ninguna ayuda en el extremo remoto, en redes con interrogación ordenada de 4 hilos punto a punto o 4 hilos con multisegregación. Unos conmutadores situados en el panel frontal permiten establecer bucles de línea y adaptador. Un generador patrón de prueba de 511 bits y un detector de errores incorporados permiten realizar una serie completa de pruebas y comprobaciones simples de tasas de error.

El modem proporciona también las siguientes facilidades de prueba:

- En el caso de un fallo en la alimentación remota o desconexión en un modem remoto en conexiones punto a punto, se da una indicación al modem central.
- La supervisión rápida y sencilla del sistema está asegurada por indica-

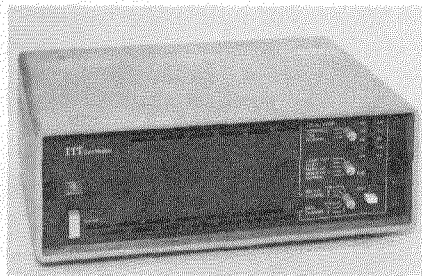
dores LEDs situados en el panel frontal, que muestran el estado de las más importantes funciones del modem.

- Puede conectarse un teléfono de servicio opcional, a 4 hilos, para un dispositivo vocal, utilizable cuando el canal de control remoto está equipado.

La transmisión de datos puede continuar en el caso de fallo de la línea dedicada si el modem está equipado con la facilidad opcional de ayuda para funcionamiento sobre la red pública conmutada. Se utiliza entonces un aparato telefónico normal para establecer la conexión a través de la red conmutada.

El modem 2064 está diseñado para operar sobre líneas telefónicas, sin acondicionar. No obstante, donde existan condiciones muy pobres de línea puede equiparse un igualador ajustable mediante puentes. Para la operación de marcar puede equiparse un igualador con un ajuste de compromiso.

El modem está diseñado como modelo de sobremesa, pero puede equiparse con abrazaderas de fijación para su montaje opcional en un armazón de 19 pulgadas.



Panel frontal del nuevo modem de datos 2064.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia

Primer sistema operacional de transmisión de datos por fibra óptica

El primer sistema operacional del mundo de transmisión de datos por fibra óptica ha sido instalado para la Armada de Estados Unidos. Este sistema de transmisión de 4 km de longitud que une una estación terrena de satélites con un centro de proceso de datos, es capaz de realizar transmisiones digitales a una velocidad superior a 20Mbit/s. Es el primer sistema de transmisión de datos por fibra óptica del mundo completamente documentado y soportado logísticamente. El sistema designado AN/FAC-1 que es ahora operacional en una instalación militar de Estados Unidos, no necesita repetidores.

Tres cables de fibra óptica están instalados en un conducto subterráneo.

Cada cable consta de 8 fibras de índice gradual, enrollados helicoidalmente alrededor de una fibra central y después cubiertos con una cubierta de poliuretano.

Para este programa se suministraron 8 cables de 1 km, seis de los cuales se instalaron en un conducto subterráneo de poli-(cloruro de vinilo) de unos 10cm (4 pulgadas) de diámetro, y los otros dos quedaron de reserva. La instalación implicó el tendido de 3 cables de 1 km desde cada terminal hasta una caseta de conexión situada en el punto medio del recorrido. La máxima fuerza requerida para tender un conjunto de estos cables fue aproximadamente de unos 540N (unos 54 kp) y durante la instalación no se rompió ninguna fibra.

Se realizó una comparación de la

medida de atenuación con el cable enrollado antes de la instalación y después de la misma. Tras la instalación 6 fibras de cada cable se terminaron con conectores desmontables para una sola fibra, quedando las otras dos fibras como reserva. Las medidas de atenuación realizadas sobre las 72 terminaciones de conectores dieron una pérdida media por conector inferior a 2dB.

Los dispositivos de fibra óptica, equipos electrónicos terminales y conectores fueron suministrados por ITT Electro-Optical Products Division bajo contrato de la Armada de Estados Unidos. ITT desarrolló y perfeccionó también los cables ópticos especiales de bajas pérdidas.

ITT Electro-Optical Products Division, Estados Unidos de América

300.000 aparatos telefónicos UNIPHONE para Singapur

La Administración Telefónica de Singapur ha encargado 300.000 aparatos telefónicos de la familia UNIPHONE*, con una opción para otros 350.000 aparatos adicionales. Este aparato, el último de una gama de modernos equipos telefónicos ha sido ya vendido a las administraciones de Bélgica y Luxemburgo. Ha sido también exportado a compañías privadas de África, Extremo Oriente, Latinoamérica y Europa.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica



Aparato telefónico UNIPHONE.

Terminaciones selladas de cables rellenos de aceite para sistemas de barras de distribución que emplean SF₆

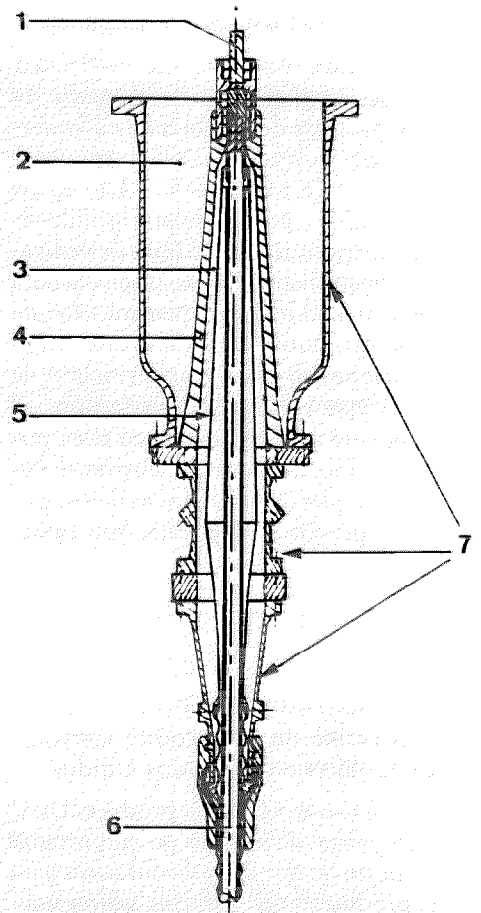
STK ha añadido recientemente un terminal de 420 kV a su gama de terminales sellados para conectar cables rellenos de aceite a interruptores aislados con SF₆. El diseño es similar a los terminales para instalaciones de 145 y 300 kV.

El aislante está moldeado en resina epoxy con todas las partes metálicas del encapsulado fabricadas en aluminio. La sección de aceite puede desmontarse sin abrir la sección de gas y viceversa. Un cono capacitivo de papel hace gradual el campo. Los contactos son de tipo enchufable.

El dibujo muestra una sección longitudinal de la terminación sellada de 420 kV. Moldeada en la parte superior del aislante existe un alojamiento de contacto de aluminio que contiene los segmentos de contacto accionados mediante resorte que actúan al mismo tiempo como barrera de presión y de fugas, como conductor y como pantalla del efecto corona. No se necesita ninguna otra pantalla ni partes selladas.

Los terminales de 145 y 300 kV llevan ya en servicio desde octubre de 1973 y julio de 1974 respectivamente, por lo que han probado la fiabilidad del diseño básico. Todos los terminales tienen las siguientes características:

- corriente de 1600 A
- fuga de gas inferior al 1% al año
- nivel de extinción del efecto corona menor que 1 pC a 1,5 U₀
- máxima presión del aceite 245 N/cm².



Sección longitudinal de la terminación sellada de 420 kV.

1. Conexión a la barra colectora
2. Gas
3. Aceite
4. Aislante de resina epoxy
5. Cono capacitivo
6. Cable
7. Cápsula de aluminio

En el curso de 1979 se desarrollará un terminal para 525 kV.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

Sistema de fibra óptica para el Ministerio de Defensa del Reino Unido

La división de productos de transmisión de STC ha conseguido un contrato procedente del Ministerio de Defensa del Reino Unido para desarrollar un sistema de comunicaciones por fibra óptica para aplicaciones militares. El sistema será diseñado para transmitir información a 256, 512 ó 2048 kbit/s. Una vez terminado será evaluado y considerado como un po-

sible sustituto del cable de cuadro de alta frecuencia convencional en el Proyecto Ptarmigan, un sistema de comunicaciones de enlaces tácticos que está siendo desarrollado para el Ministerio de Defensa, para proporcionar al Ejército Británico en el campo una red de comunicaciones de zona de gran flexibilidad, movilidad y seguridad, en la década de los 80.

Los sistemas de fibra óptica tienen muchas características que les hacen especialmente adecuados para comu-

nicaciones militares de órdenes y control. Entre estas características están una diafonía despreciable, inmunidad frente a interferencias de radiofrecuencias externas e impulsos electromagnéticos, aislamiento eléctrico total de los equipos electrónicos terminales, inviolabilidad del tráfico, seguro funcionamiento en ambientes peligrosos, mayores distancias entre repetidores y cables de fibras de poco peso.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

La gama ITT 6400 ADX ampliada

Han sido recientemente anunciadas nuevas ampliaciones de la gama ya bien probada de sistemas de conmutación de mensajes basados en ordenador ITT 6400 ADX. La gama 6400 ADX proporciona facilidades para manejar hasta 128 líneas de dedicación exclusiva, y ha sido diseñada para los más complejos requerimientos de comunicaciones de las mayores organizaciones. Basado en el principio de almacenamiento y retransmisión, el equipo se conecta con la red télex pública y marca automáticamente el número, repite la llamada si es necesario, y comprueba la respuesta. Son caracte-

terísticas estándar del equipo la conversión de código, la conversión de velocidad y la transparencia.

Las nuevas adiciones a la gama son más compactas e incorporan desarrollos de la configuración de los circuitos básicos y normalización del paquete de programa, lo que las hace muy competitivas.

Existen tres versiones básicas:

- 6404 ADX (versión Stancom), la versión comercial estándar que es adecuada para la mayoría de usuarios comerciales. Proporciona todas las características básicas con el uso de los códigos de datos CCITT ITA2 y CCITT ITA5.

- 6405 ADX (versión AFTN), suministrada con un paquete de programas específicamente diseñado para funcionar en un sistema de red de telecomunicaciones de tráfico aéreo. Funciona en formato ICAO estándar.

- 6406 ADX (versión militar), suministrada con un paquete de programas que funcionan en formato ACP127, y específicamente diseñada para un sistema militar.

Todas estas versiones utilizan el procesador ITT16/44, el último en la familia de procesadores ITT16.

ITT Business Systems, Reino Unido

ITT Electro-Optical Products Division recibe un importante contrato del Gobierno de Estados Unidos

ITT Electro-Optical products Division acaba de recibir un importante contrato de dos años de duración para la producción de gafas de visión nocturna.

El contrato fue adjudicado por el Army Communications and Electro-

Optics Readiness Command de los Estados Unidos, Fort Monmouth, Nueva Jersey y la mitad de su importe será entregado al Gobierno de Estados Unidos para las necesidades del primero de los dos años del programa.

La realización del contrato requerirá aumento de personal y ampliación de la factoría de la División en Roanoke, Virginia.

ITT Electro-Optical Products Division, un miembro del ITT Telecommunications and Electronics Group-North America, diseña, desarrolla y fabrica diversos tipos de tubos electrónicos para fines especiales y componentes y sistemas de fibra óptica.

ITT Electro-Optical Products Division, Estados Unidos de América

Para solicitar separatas de artículos publicados en este número e información sobre precios, se ruega escriban a:

P. Mornet
Managing Editor, Electrical Communication
18-20, rue Grange-Dame-Rose
F-78140-Vélizy-Villacoublay, France

Solamente pueden aceptarse pedidos por cantidades de al menos 100 separatas de cada artículo.