

# Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

## RESUMEN

## VOLUMEN 51 (1976) NÚMERO 2

En este número .....	78
Standard Telecommunication Laboratories, por <i>C. Taylor</i> .....	80
Conectores desmontables para sistemas de fibra óptica, por <i>M. A. Bedgood, J. S. Leach y M. A. Matthews</i> .....	90
Sistemas INTERMAT de intercomunicación y jefe-secretaria, por <i>G. Klause y M. Korff</i> .....	97
Sistema de prueba para transmisión digital de TV, por <i>H. J. Klutz, P. C. Ulrich, J. Wasser y W. Zschunke</i> .....	102
Simulador de entorno para estudios de tráfico y de capacidad de los procesadores en los sistemas de conmutación SPC, por <i>M. Gruszecki y F. Cornelis</i> .....	109
Control del centro de control, por <i>D. A. Intartaglia</i> .....	114
Técnica de precisión para el ajuste de la curva de banda ancha de los igualadores ajustables, por <i>S. G. Corbett</i> .....	117
Cables de control y central retardadores de llama, por <i>P. Johnstone y E. D. Taylor</i> .....	121
Las nuevas tecnologías revolucionan los equipos de comunicaciones, por <i>G. Zeidler y F. Ulrich</i> .....	125
Nuevas realizaciones .....	133
Los teléfonos en el mundo al 1 de enero 1975 .....	140
International Telephone and Telegraph Corporation, Compañías principales y subsidiarias .....	144



Editor principal: Pierre Mornet

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

## En este número

### Standard Telecommunication Laboratories

Standard Telecommunication Laboratories cumple en 1976 su trigésimo aniversario como centro de investigación de ITT. Es el único laboratorio de la industria británica que abarca todos los aspectos de la investigación relacionados con la telecomunicación, desde los materiales básicos a la planificación de futuras redes.

Más de 500 graduados trabajan actualmente en investigación en STL, que divide sus actividades en dos grupos de laboratorios independientes. El Laboratorio de Materiales y Componentes estudia las propiedades y fenómenos de las principales familias de materiales relacionadas con la electrónica y desarrolla componentes a partir de los resultados obtenidos. Ofrece asimismo unos amplios servicios de análisis y evaluación.

El Laboratorio de Telecomunicación se ocupa del desarrollo de sistemas de conmutación y transmisión, desarrollo y evaluación de productos de audio, y explotación de las tecnologías avanzadas. Ofrece extensos servicios de ordenador y de diseño de LSI de encargo.

STL sirve de soporte a las actividades de Standard Telephones and Cables, ITT Components Group Europe y de todas las compañías fabricantes de ITT en todo el mundo. El British Post Office y varios organismos del Gobierno son también importantes patrocinadores de muchos proyectos de STL. Fuera del campo de las telecomunicaciones, STL también trabaja para los Industrial Products y Automotive Products Groups de ITT.

### Conectores desmontables para sistemas de fibra óptica

Los conectores desmontables para fibras ópticas son un componente importante de los sistemas de comunicaciones ópticas, no solamente en conexiones fibra a fibra (cable a cable), sino también en la unión de la fibra con la fuente y la fibra con el receptor. El fin consiste en producir un conector fiable y robusto que introduzca la mínima pérdida en el sistema, y que sea relativamente sencillo de ensamblar en las instalaciones.

Se han elaborado una serie de técnicas para alcanzar estos requisitos. Se ha modificado un conector eléctrico multipolo existente que cumple exactamente las normas ambientales, con considerable éxito, para que pueda aceptar fibras ópticas convenientemente terminadas.

Las terminaciones de las fibras tienen que cumplir unos requisitos muy rigurosos de tolerancia de forma que se puedan alinear exactamente los núcleos extremadamente pequeños de las fibras. Se han desarrollado varias técnicas sofisticadas, incluyendo el uso de engastes de rubí como guías de precisión, hasta el punto en que un conector con una pérdida de 1 dB después de repetidas operaciones de conexión y desconexión, es realizable prácticamente con una fibra de núcleo de diámetro de 0,085 mm.

El empleo de pequeñas lentes para reemplazar a las uniones a tope está siendo investigado, debido a que las propiedades de expansión del haz mediante las lentes hace posible aumentar las tolerancias de las partes mecanizadas.

El conector que se elija para cada aplicación particular dependerá en gran manera de las dimensiones de la fibra y de la pérdida admisible en el sistema.

### Sistemas INTERMAT de intercomunicación y jefe-secretaria

INTERMAT es una nueva familia de sistemas de intercomunicación y jefe-secretaria de SEL que viene a reemplazar a los conocidos equipos ASSISTANT. Ha sido desarrollada en estrecha cooperación con otras compañías europeas de ITT y, por consiguiente, responde a los requisitos de diversas administraciones nacionales.

La familia INTERMAT consta una serie de tipos diferentes pero con aspecto exterior uniforme y con conjuntos de placas de circuito impreso uniformes. El diseño INTERMAT aplica las

tecnologías más modernas y tiene en cuenta en alto grado, los factores humanos del usuario.

Se ha puesto gran énfasis en conseguir un ensamble, una instalación y una conservación que exijan el mínimo de mano de obra.

### Sistema de prueba para transmisión digital de TV

Las técnicas de transmisión digital están ganando importancia progresivamente. Esto se debe principalmente a las propiedades del enlace de transmisión que hace que la transmisión digital sea más ventajosa que la analógica. Aplicada a las señales de TV la transmisión digital ofrece ventajas en lo que se refiere a la anchura de banda necesaria o a la potencia de transmisión, a la flexibilidad operativa y, en ciertos casos, hasta mejora la calidad de imagen. Antes de introducir nuevos métodos, sin embargo, es necesario tener suficientes resultados de pruebas. Por lo cual, se ha desarrollado un sistema de prueba para transmisión digital de TV. Aquí se informa de este sistema y de los primeros resultados obtenidos.

### Simulador de entorno para estudios de tráfico y de capacidad de los procesadores en los sistemas de conmutación SPC

La simulación en tiempo real del mundo exterior proporciona un modelo de un sistema telefónico controlado por un programa almacenado en memoria, en toda su complejidad, utilizando tanto los procesadores como el software real. Virtualmente todos los puntos de cruce, los órganos periféricos de control y de señalización, están representados en la memoria del simulador. Aunque inicialmente la simulación del mundo exterior se desarrolló en ITT como un medio de corrección de errores en la programación, posteriormente se ha extendido su utilización al campo de los estudios de tráfico.

El modelo reproduce con gran fidelidad el sistema de conmutación y además con gran veracidad las llamadas ofrecidas, así como las secuencias de eventos dentro de cada llamada. Se trata de una nueva técnica de simulación de tráfico, cuyas aplicaciones más prometedoras residen en los estudios de la capacidad de tráfico de los procesadores que gobiernan los sistemas telefónicos actuales, así como en otros estudios de tráfico en los que se necesita una representación del sistema de conmutación y de su entorno lo más precisa posible.

### Control del centro de control

En el campo de las comunicaciones internacionales de datos el centro de control es hoy en día la clave de un eficaz aprovechamiento de los circuitos. Lo esencial en un centro de control de comunicaciones eficaz es un equipo de pruebas y unos aparatos de medida apropiados, la facilidad de comunicación entre las instalaciones, detectores de calidad de los circuitos, y un personal técnico bien adiestrado. Aun contando con todos los elementos esenciales, adecuado cada uno a su aplicación específica, el moderno centro de control puede llegar a verse inundado de datos sin procesar, procedentes de los muy numerosos y muy variados circuitos compartidos con muchos centros nacionales e internacionales conectados al centro de transmisión considerado. La comprobación de estos datos y su transformación en información significativa es una función adicional que puede realizarse con una herramienta de gestión adicional.

ITT World Communications ha incorporado un Sistema Central de Alarmas por procesador a su Centro de Control de Comunicaciones en Nueva York para realizar esta última función. Contribuyendo a la gestión de todas las funciones y acciones dirigidas a la restauración de servicio en los circuitos, el Sistema Central de Alarmas asegura el control total del Centro de Control.

### Técnica de precisión para el ajuste de la curva de banda ancha de los igualadores ajustables

Cuando se utiliza una simple red auxiliar en T ponteada para el diseño de igualadores de cable ajustables de banda ancha, se obtiene una curva típica de error en forma de S. Una red auxiliar formada con dos redes en T ponteadas en cascada puede reducir estos errores por lo menos en un orden de magnitud.

Este artículo utiliza las expresiones completas de las pérdidas de inserción desarrolladas en el artículo, publicado anteriormente, "Método exacto de diseño para igualadores ajustables" de W. A. Brading.

Partiendo de una red auxiliar formada por una simple red en T ponteada, se desarrolla una expresión para las redes en T ponteada en cascada. En este artículo se discute tanto el procedimiento general de diseño como el funcionamiento y la selección correcta de los tipos de resistencia de la red.

Finalmente, para ilustrar la técnica, se incluye un ejemplo totalmente desarrollado.

### Cables de control y central retardadores de llama

Estudiando las causas de un desastroso incendio en una estación de energía italiana, debido a su propagación por los cables, las administraciones de todo el mundo han comenzado a considerar muy seriamente el efecto de retardo de la llama en los cables.

En centrales telefónicas el riesgo está en que un simple cable sobrecargado pueda comenzar a arder, propagándose el fuego a lo largo de los conductos hasta deteriorar el equipo caro.

En la fábrica de STC en Newport se ha trabajado sobre una serie de cables que utilizan diferentes aditivos y diferentes métodos de armado. Solamente los cables con aditivos retardadores de la llama pudieron superar la especificación, mientras que, sorprendentemente, los cables con armado la soportaron peor.

La organización de investigación italiana CESI dispone de una sofisticada planta para prueba de cables, pero tal equipo es demasiado caro para una planta de producción. Sin embargo, se pueden obtener resultados satisfactorios utilizando modificaciones de la llamada prueba de haces y refiriéndola al índice de límite de oxígeno.

### Las nuevas tecnologías revolucionan los equipos de comunicaciones

La rápida evolución de la tecnología de los semiconductores continúa con creciente tendencia hacia circuitos LSI. Junto con los circuitos LSI de encargo, los microprocesadores comerciales adquieren creciente importancia.

Comparados con los circuitos comerciales de menor grado de integración, además de ofrecer ventajas económicas, los circuitos LSI permiten introducir nuevas facetas a los sistemas de comunicación. A partir de las características técnicas y económicas de la esencia del circuito, este artículo deduce sus áreas de aplicación. Se describen como ejemplos de aplicación de circuitos LSI de encargo, el teléfono QUICKSTEP\* y un teléfono moneadero y, como ejemplo de aplicación de los microprocesadores, un temporizador.

\* Marca registrada del sistema ITT

# Standard Telecommunication Laboratories

Desde su fundación hace 30 años, Standard Telecommunication Laboratories, que se inició con un grupo de unas 100 personas, ha ido creciendo hasta convertirse en uno de los mayores y más afamados centros de investigación en Europa. Se distingue por ser el único centro de investigación británico que trata todas las vertientes de la tecnología de las comunicaciones, yendo desde el estudio de las propiedades básicas de los materiales hasta el diseño de sistemas avanzados.

C. TAYLOR

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Reino Unido

## Introducción

La idea de la fundación de Standard Telecommunication Laboratories (STL) se concibió hace 50 años, pero hubieron de transcurrir 20 años hasta que se plasmará en una realidad, con unas instalaciones que en principio se radicaron en una antigua fábrica de cables que había pertenecido a la compañía matriz Standard Telephones and Cables Limited (STC). Desde entonces su evolución ha sido floreciente, en parte debida a la revolución de los semiconductores, habiendo adquirido en el transcurso de los años una experiencia y reputación envidiables en un amplio y variado campo de materias.

Ya en 1926 Sosthenes Behn comprendió que para que ITT pudiera competir seriamente en el ámbito internacional, se necesitaban unas instalaciones apropiadas para investigación. Se decidió que esta misión fuera llevada a cabo por el Laboratoire Central de Télécommunications (LCT) en París y STL en Londres. Pero desgraciadamente la crisis económica de finales de los años veinte hizo abortar la fundación de STL, y todo lo que quedó fue una biblioteca que fue paulatinamente creciendo hasta convertirse en la Biblioteca Técnica Central de ITTE, radicada en STL.

Sin embargo, se habían dado los primeros pasos y la resurrección de STL se siguió estudiando durante los años treinta y los primeros años de la década de los cuarenta. Tras la guerra, numerosas compañías se apresuraron a establecer nuevos laboratorios, con el deseo de que no decayera el gran empuje que entonces se había dado al avance tecnológico.

STL comenzó así de nuevo en los locales ocupados por una antigua fábrica de cables de STC, en Enfield, en 1946, con 105 personas, más de treinta de las cuales todavía trabajan en los laboratorios.

Al igual que otros centros de investigación, STL se basa ante todo en un personal científico altamente cualificado, apoyado por un grupo de competentes técnicos y administrativos. Casi 1000 personas trabajan hoy día en los laboratorios o dependen de STL en su trabajo de ayuda a Compañías de ITT en el Reino Unido y en el extranjero. Entre ellos se cuentan 500 titulados universitarios 38 de los cuales son doctores. La tabla 1 muestra la distribución actual del personal.

Muchas personas han contribuido a la gran reputación técnica de STL, pero entre todas ellas destaca Alec Harley Reeves (Fig. 1). La contribución de Reeves a STL y a ITT es inconmensurable. Comenzó antes de

Tabla 1 - Distribución del personal de STL en abril de 1976.

	Lab. Comp. y Mat.	Telcom	Dependiendo de ITTE	Servicios	Total
Doctores	22	16	—	—	38
Ingenieros	99	277	57	—	433
Técnicos	60	60	7	28	155
Secretariado Técnico	14	39	40	—	93
Serv. de Ingeniería y Administración	—	—	—	224	224
	195	392	104	252	943
Ingenieros de STL en el extranjero					50
					993

que STL se trasladara a su emplazamiento actual cuando Reeves, por aquel entonces un joven ingeniero destinado en LCT, publicó en 1938 la primera propuesta de

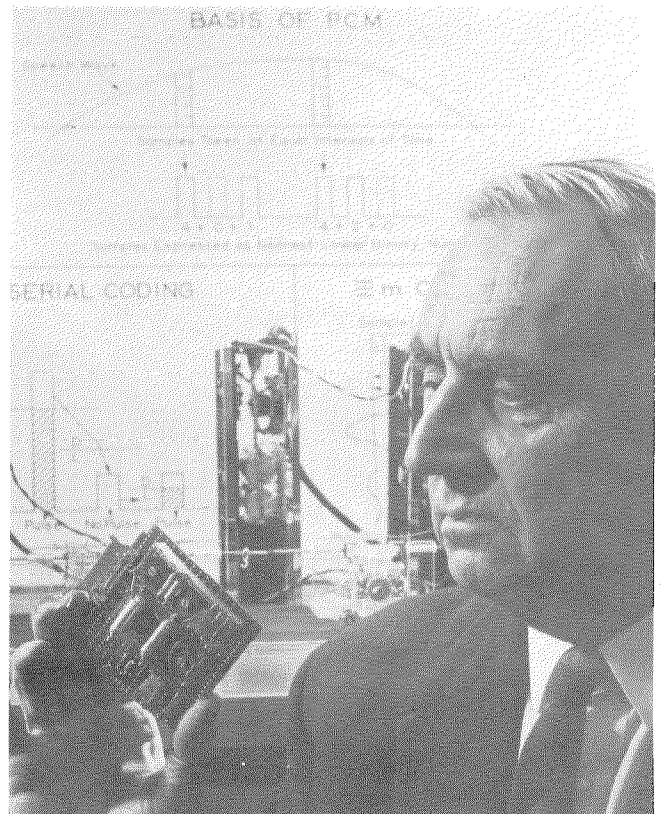


Fig. 1 El desaparecido A. H. Reeves, con un modelo de demostración del sistema PCM, la técnica que él inventó.



un sistema PCM [1]. La invención del PCM (MIC) fue un ejemplo característico del genio visionario de Reeves; las demostraciones prácticas de su idea las realizó mediante complicados modelos mecánicos, ya que sus ideas iban 20 años por delante del estado de la tecnología que a su debido tiempo las había de convertir en realidades prácticas.

Cuando el PCM ya se estaba desarrollando a finales de la década de los cincuenta, Reeves alentó otro paso decisivo en la tecnología de las comunicaciones cuando dirigió el estudio de un pequeño grupo de ingenieros de STL sobre transmisión de la luz en guías de onda de vidrio. El resultado fue un artículo de Kao y Hockham en 1966 [2] que abrió las puertas a la investigación sobre comunicaciones por fibras ópticas.

### Organización de STL

En 1959 STL, que contaba entonces con 400 personas, se trasladó a un nuevo edificio, especialmente construido, situado en una parcela de 17.500 m<sup>2</sup> en las afueras de la nueva ciudad de Harlow, En Essex (Fig. 2). Las directrices del laboratorio eran continuar la expansión en todas las áreas de interés que sirvieran para apoyar las actividades de sus principales clientes: ITT (y en particular, STC en el Reino Unido), los organismos del gobierno británico, y el British Post Office. Durante los años sesenta se pudo apreciar que la evolución de STL caminaba en dos direcciones principales. Por una parte, la investigación y evaluación de materiales conducentes al desarrollo de componentes, y por otra parte, un grupo más numeroso que se dedicaba a la aplicación de las nuevas tecnologías a los sistemas de telecomunicación y a la planificación de desarrollos futuros.

Así se llegó a la organización actual de STL, en la que el Laboratorio de Materiales y Componentes y el Laboratorio de Sistemas de Telecomunicación tienen cada una su dirección técnica y administración independiente, pero siguen manteniendo una estrecha colaboración.



Fig. 2 Vista general de los laboratorios STL en Harlow (Essex).

### Laboratorio de Materiales y Componentes

El Laboratorio de Materiales y Componentes (MCL), estructurado como se indica en la figura 3, dispone de 195 personas. Su misión es el examen y evaluación de los nuevos materiales que sean adecuados para el desarrollo de componentes, así como mantener un conocimiento detallado del actual estado del arte, de forma que se pueda calibrar la importancia de cualquier nuevo desarrollo y, si es necesario, lanzarse rápidamente en la dirección apuntada.

El MCL lleva a cabo investigación básica en el campo de diseño de componentes y realiza el desarrollo hasta la fase de prototipo. Ofrece asimismo una amplia gama de servicios de análisis a las compañías de ITT. Logros importantes han sido el desarrollo de transistores bipolares y MOS, dispositivos para microondas de estado sólido, diodos electroluminiscentes, láseres de bajo umbral de corriente, y las técnicas de crisoles y barquillas de plata para preparación de materiales.

El actual programa de investigación está orientado hacia ITTE Components Group, ITT Semiconductors, distintos organismos e instituciones de investigación del Gobierno, el British Post Office, y otras compañías de ITT no dedicadas a componentes. Dentro de este último grupo, el MCL ha realizado investigaciones para el ITT Industrial Products Group y para el Automotive Products Group. Naturalmente, el MCL también colabora en las actividades de desarrollo de sistemas del Laboratorio de Telecomunicación.

Aunque la misión fundamental del MCL no es la innovación, sin embargo de vez en cuando la investigación ha dado lugar a primicias. La finalidad principal es satisfacer las necesidades de STL y de sus clientes. No obstante el MCL es capaz de reaccionar rápidamente ante la aparición de cualquier dispositivo nuevo y familiarizarse con su tecnología. De esta forma el laboratorio cumple su papel de apoyo a la producción actual, desarrollo de mejores métodos de producción, introducción de la investigación y el desarrollo en los nuevos productos, y realización de los análisis de fallos que a través de un mejor conocimiento de los defectos comunes den lugar a posteriores programas de investigación y desarrollo.

### División de Materiales

La actividad principal de esta División se centra en un estudio detallado de tres grupos de materiales: ase-

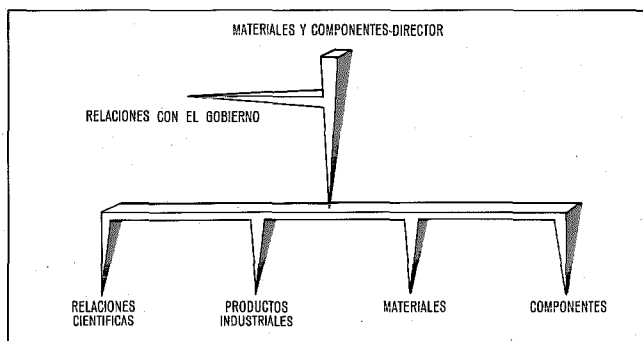


Fig. 3 Estructura de las Divisiones del Laboratorio de Materiales y Componentes.

niuro de galio y sus compuestos, vidrio y silicio. El objetivo es descubrir fenómenos que puedan dar lugar a dispositivos útiles para la División de Componentes. La manipulación de materiales y las técnicas de preparación desarrolladas por la División incluyen difusión, epitaxia, fotolitografía, extrusión de aluminio, deposición al vapor, desarrollo de crisoles, etc.

La ingeniería y desarrollo de cables son también importantes. El laboratorio de cables dispone de líneas de producción para la fabricación de prototipos de cables de cobre, aluminio y ópticos (de fibras de vidrio), manteniéndose un programa permanente de desarrollo en apoyo de las Divisiones de Cables de ITT. Un laboratorio de ingeniería hidroespacial colabora con la División de Sistemas Submarinos de STC, tanto en el diseño de cables como en el diseño de repetidores. En este último campo ha jugado un papel importante la investigación sobre el comportamiento de materiales y componentes sometidos a altas presiones, y las correspondientes instalaciones de STL están ahora apoyadas por el Science Research Council.

Los laboratorios de ingeniería y desarrollo de cables han llevado a cabo varios desarrollos importantes. El cable de aleación de aluminio, para el que hubo que desarrollar un nuevo proceso de recocido del hilo se ha introducido ya en la red de distribución del British Post Office. En colaboración con la División Hidroespacial de STC se ha diseñado y probado un nuevo repetidor estanco submarino simplificado. Asimismo, el laboratorio de cables está fabricando para STC el primer cable de fibras ópticas de Europa de baja atenuación y gran capacidad (Fig. 4).

El servicio de evaluación de materiales de STL aprovecha los recursos de la División para ofrecer una gama exhaustiva de servicio de análisis a las compañías de ITT, a nivel mundial. Además de las técnicas tradicionales de análisis físicos y químicos, se emplean los equipos e instrumentos más modernos, tales como microscopios electrónicos de exploración, espectroscopios de absorción atómica y equipos de pruebas de vida controlados por ordenador. En consecuencia, el servicio de evaluación es capaz de proporcionar análisis rápidos y exhaustivos en la mayoría de los casos. El equipo de prueba de contactos controlado por ordenador, instalado en 1975, es de los más completos entre los de su clase existentes en el mundo. Diseñado y construido en STL, realiza pruebas aceleradas de vida de todos los tipos de contactos de apertura y cierre, dentro de las previsible condiciones de funcionamiento. Los relés reed, por ejemplo, se pueden probar en millones de operaciones bajo una supervisión automática continua.

Otros programas de evaluación abarcan estudios para determinar los mecanismos básicos de fallo en dispositivos con semiconductores de silicio, investigaciones sobre la corrosión de circuitos integrados y exámenes de la degradación de las conexiones soldadas. En el primero de los casos se evalúan, mediante pruebas aceleradas de vida, dispositivos tales como Schottky-TTL y transistores de alta fiabilidad para repetidores

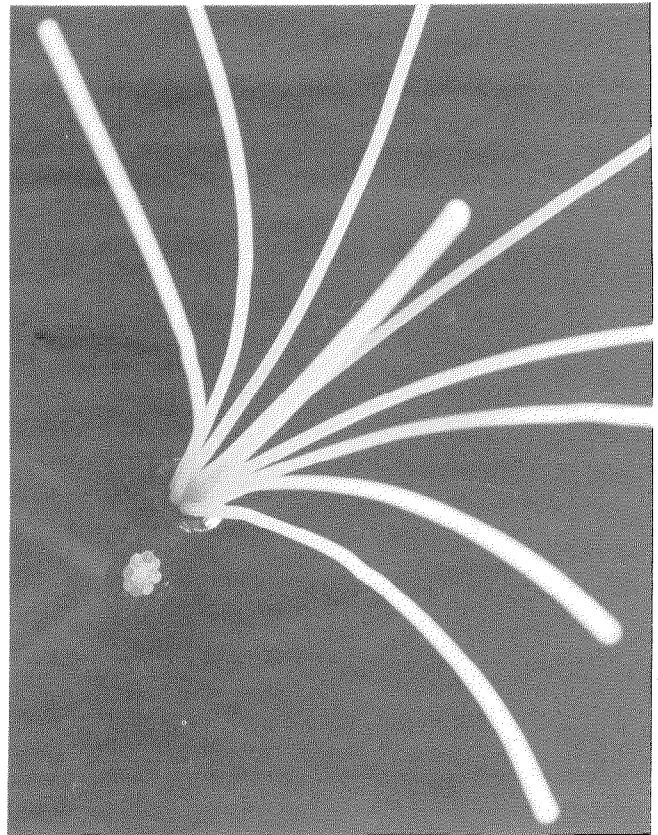


Fig. 4 Cable de 8 fibras ópticas.

sumergidos. El conocimiento minucioso de los mecanismos de fallo es importante para los futuros desarrollos de sistemas de conmutación, ya que afectan directamente a la fiabilidad a largo plazo.

El ambiente en general, y en particular el que rodea a los circuitos integrados, puede causar corrosión en éstos. Ya se han logrado identificar varias causas, que en general están relacionadas con el deterioro en componentes y circuitos yuxtapuestos, estando dirigidas las investigaciones actuales hacia el desarrollo de materiales mejorados. La degradación de las conexiones soldadas se estudia mediante pruebas retrospectivas de vida, en las cuales se examinan equipos antiguos, cuya edad se conoce con precisión.

Uno de los objetivos permanentes de la investigación de materiales en STL es la reducción de costes manteniendo la calidad de funcionamiento de los equipos, ya sea mediante la sustitución o con un uso más selectivo de los metales preciosos. Se trabaja en estrecha colaboración con las compañías fabricantes, en particular con ITT Cannon, en distintos proyectos encaminados al ahorro de oro. Ya se han desarrollado varios métodos de dorado selectivo, los cuales se están introduciendo en la producción. Análogamente, las investigaciones encaminadas a la reducción de costes en los condensadores cerámicos, estudian la sustitución de la metalización de paladio o platino por otras aleaciones más baratas, a base de níquel. Previamente se ha desarrollado con ITT Components Group de Paignton una nueva técnica de fabricación de condensadores cerámicos mediante impresión de película gruesa.

## División de Componentes

La División de Componentes del MCL viene a ser el eslabón entre las necesidades comerciales y de desarrollo de las compañías fabricantes por un lado, y la investigación básica de la División de Materiales, por el otro. Su misión es, por tanto, doble: ofrecer posibles nuevos productos a las compañías fabricantes a medida que se van desarrollando, y responder a las necesidades de los fabricantes, explorando la posibilidad de nuevos componentes. Ejemplos característicos son la evolución de los diodos electroluminiscentes y el uso de vidrio en líneas de retardo para los televisores en color PAL suministradas por ITT Components Group.

Durante muchos años, el vidrio ha sido en STL un tema de interés especial. El estudio de los sólidos amorfos, incluyendo todo tipo de vidrios, ha sido en los últimos años un campo de investigación apasionante. Aunque STL se ha dedicado especialmente a las aplicaciones del vidrio en la electrónica, la acumulación de experiencia en el conocimiento de las propiedades del vidrio y en las técnicas de su fabricación, hace pensar en el descubrimiento de aplicaciones del vidrio en otros campos. La figura 5 esquematiza las posibles aplicaciones.

La línea de retardo para los televisores PAL es uno de los ejemplos de la aplicación del vidrio para resolver un problema de componentes. El programa de comunicaciones ópticas no hubiera sido posible sin el desarrollo de técnicas de fundición de vidrio ultrapuro para producir fibra óptica [3]. Se vio que la aplicación a los vidrios amorfos de la tecnología de preparación de materiales semiconductores era seguramente la mejor manera de eliminar las impurezas que causan la atenuación óptica. Se desarrolló una técnica

que utiliza un crisol enfriado en el que la fundición se acopla directamente con una bobina de calentamiento por alta frecuencia (Fig. 6). Con este procedimiento se está obteniendo un vidrio tan puro como los componentes, el cual se usa para fabricar fibras de gran longitud y con atenuaciones inferiores siempre a 20 dB/km.

Otro paso importante en el programa de comunicaciones ópticas ha sido el diseño de una serie de láseres de onda continua a temperatura ambiente, mediante el uso de uniones de arseniuro de galio y sus derivados con 3 y después 5 capas [4, 5]. En la actualidad continúan las pruebas de vida, y se confía en que los actuales láseres de onda continua tendrán la fiabilidad exigida por las Administraciones Telefónicas para los sistemas de comunicación óptica. Estos dispositivos encuentran también aplicación en el campo militar y civil, para iluminación y para comunicación. ITT Components Group de Paignton fabrica en la actualidad láseres de acuerdo con los diseños de STL.

Muchos de los desarrollos realizados por esta División en vidrio, elementos de visualización y láseres semiconductores son conocidos internacionalmente.

Una actividad importante es el desarrollo de la tecnología MOS para ITT Semiconductors. Utilizando la instalación para diseño especializado del Laboratorio de Telecomunicación de STL, la división ha diseñado, fabricado y probado circuitos canal-N para el sistema de conmutación TXE4 de STC, habiendo contribuido también a importantes desarrollos de nuevos sistemas para el ITT Business Systems Group. Una nueva área de interés son los dispositivos de carga acoplada; éstos son un ejemplo de la creencia de STL de la importancia de tener un profundo conocimiento de las nuevas tecnologías.

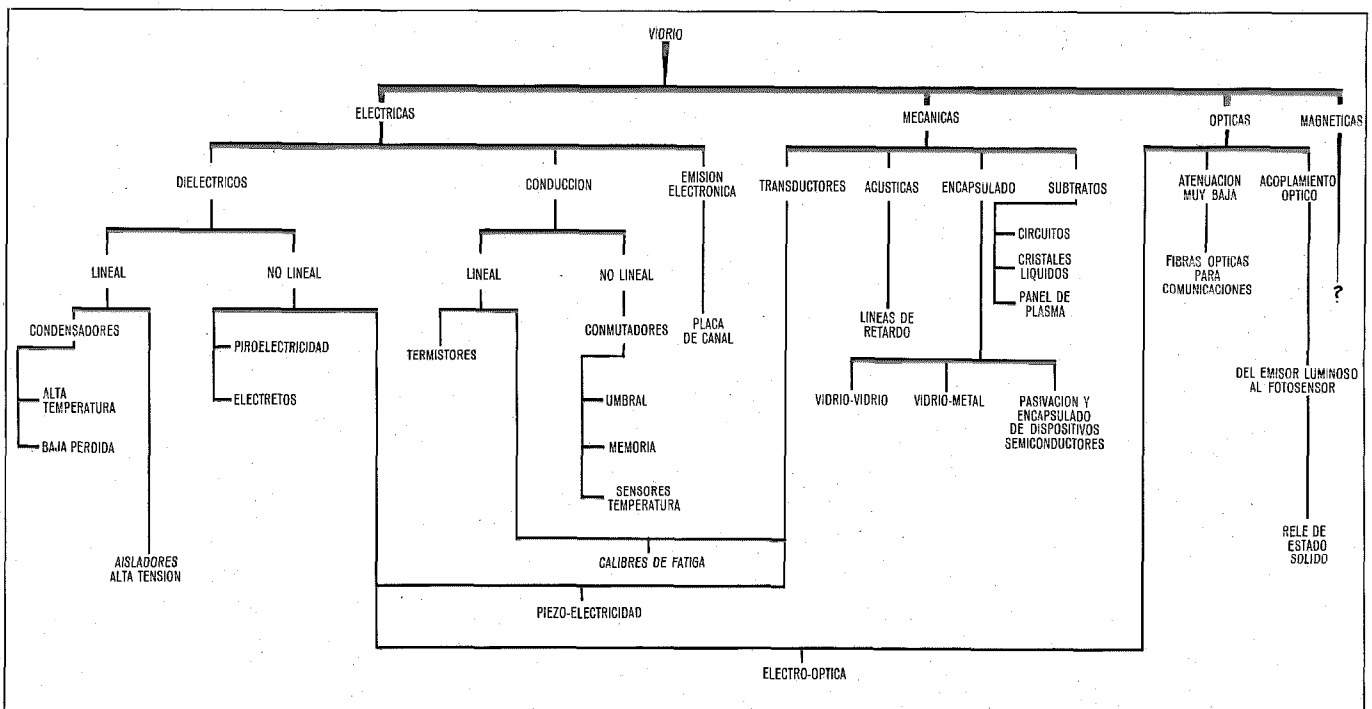


Fig. 5 Resumen de las posibles aplicaciones, actuales y futuras, del vidrio en la electrónica.

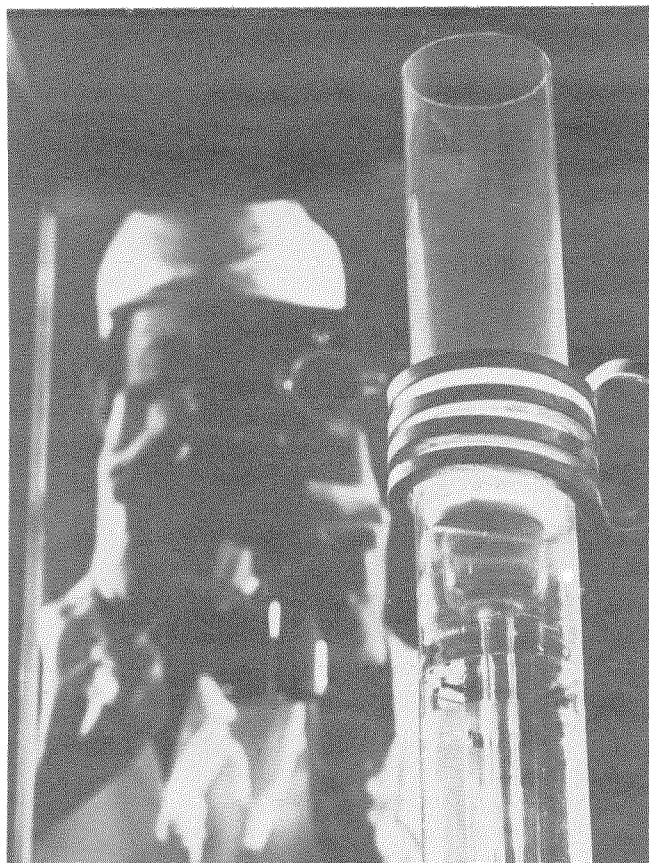


Fig. 6 Dispositivo para fundición de vidrio por radiofrecuencia.

Un pequeño grupo del MCL ha diseñado y fabricado transistores que cumplen las exigencias que impondrán los repetidores de los futuros sistemas submarinos. Este trabajo se ha realizado en colaboración con un equipo del Laboratorio de Telecomunicación, encargado del diseño de nuevos tipos de repetidores.

El MCL también está desarrollando una unidad de presentación visual con cristales líquidos, pensado en principio para utilización en aparatos de medida. Este dispositivo tiene un consumo muy bajo y se puede usar dentro de una amplia gama de iluminación ambiente. El objetivo es llegar a obtener un profundo conocimiento de los mecanismos básicos de forma que el funcionamiento sea fiable y se puedan fabricar unidades de presentación visual de gran contraste y de aspecto agradable.

Tras un estudio preliminar sobre conversión de energía solar, el MCL ha establecido un grupo encargado de desarrollar una célula solar de semiconductores, usando arseniuro de galio. Las principales razones que alientan este proyecto son las ventajas en cuanto a coste y tamaño, a la vez que el ahorro de energía. El dispositivo deberá incorporar un nuevo sistema de rastreo del sol usando imanes permanentes.

### Laboratorio de Telecomunicación

El principal cliente del Laboratorio de Telecomunicación (Telecom) es STC, a través de la cual el laboratorio suministra amplia información de desarrollo al

British Post Office. El laboratorio mantiene, sin embargo, relaciones directas permanentes con los organismos de investigación del BPO y con los grupos de planificación avanzada, tales como la División Estratégica de Sistemas de Telecomunicación. STL mantiene relaciones similares con el Ministerio de Defensa y otros muchos organismos de investigación del Gobierno.

Telecom también colabora con las compañías de ITT, en todo el mundo, llevando a cabo los desarrollos iniciales de multitud de equipos que finalmente se convertirán en productos multinacionales o específicos de una determinada compañía. Como el MCL, Telecom divide sus actividades en varias Divisiones: Planificación de Sistemas, Sistemas Avanzados de Comunicaciones, Conmutación, Transmisión, Comunicaciones Audio, Tecnología de Equipos y Servicio y Aplicaciones de los Ordenadores. La figura 7 muestra la estructura del Laboratorio de Telecomunicación.

### Planificación

La División de Planificación de Sistemas juega un papel clave en gran parte de los trabajos de investigación y desarrollo. Un grupo de experimentados ingenieros, organizados en equipos para estudios específicos, reúne una amplia gama de conocimientos en diseño de sistemas, economía y técnicas de planificación. Las conclusiones de sus estudios alientan nuevos desarrollos e indican su escalonamiento en el tiempo más adecuado.

Esta División también colabora con organizaciones en todo el mundo, con un constante intercambio de conocimientos e información encaminados a la formulación de normas internacionales.

### Conmutación

El desarrollo de sistemas de conmutación en STL se lleva a cabo en dos Divisiones, una dedicada a estudios generales y la otra dedicada al desarrollo de circuitos y programas para el sistema de datos METACONTA\*

\* Marca registrada del sistema ITT.

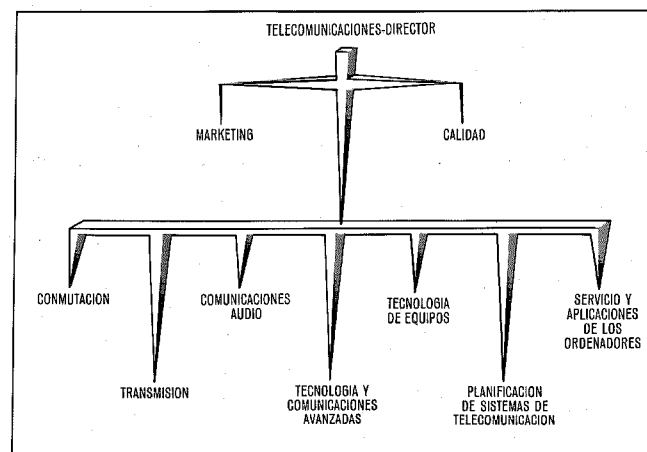


Fig. 7 Estructura de las Divisiones del Laboratorio de Telecomunicación.

(MCDS) que combina la conmutación de datos y télex y la transmisión. El sistema MCDS será fabricado por la compañía Bell Telephone Manufacturing, una asociada belga a ITT, estando previsto el comienzo del envío de información de fabricación para finales de 1976.

Los estudios de conmutación incluyen el análisis de Sistemas y control por ordenador, sistemas de señalización avanzados, investigación sobre subsistemas de conmutación para aplicaciones locales, privadas, militares y de datos. La División colabora también en el desarrollo de centrales PENTACONTA\* y TXE 4. Los Sistemas para Servicios de Telefonía, es decir, los servicios técnicos de control y administración necesarios en una red telefónica, van cobrando cada día un mayor interés. Mediante la aplicación de las tecnologías de microprocesadores e integración a gran escala, STL ha diseñado diversos dispositivos para gestión de redes, que en la actualidad se encuentran en la etapa de desarrollo y evaluación.

### Transmisión

La División de Transmisión estudia todos los medios de transmisión y sus terminales, llevando a cabo los desarrollos necesarios para satisfacer las necesidades a corto plazo. Los estudios llevados a cabo sobre sistemas digitales en esta división gozan de reputación mundial y han dado lugar a varios desarrollos de equipo importantes.

Los últimos desarrollos incluyen un modem de 8 fases con tecnología LSI para Standard Radio & Telephon, una afiliada sueca a ITT, y un sistema PCM T1 de 48 canales para ITT Telecommunications, que permitirá a esta firma competir adecuadamente en el mercado norteamericano.

Otros estudios en curso en STL tratan de nuevas técnicas de multiplexación en tiempo y frecuencia, así como del desarrollo de sistemas PCM (MIC) de alta velocidad. Se está prestando una especial atención a la próxima generación de sistemas de alta velocidad, que probablemente funcionarán dentro de la gama 420—560 Mbit/s, y a la utilización de PCM en los sistemas de transmisión óptica. Se ha construido un modelo de sistema de transmisión óptica de varios kilómetros, que funciona a 34 Mbit/s, estando en fase de desarrollo otro modelo que funcionará a 140 Mbit/s.

La transmisión submarina se estudia en colaboración con la División de Sistemas Submarinos de STC. Una vez que se ha completado el desarrollo de un repetidor de 5000 canales para la nueva generación de sistemas de gran capacidad de STC, se está trabajando en repetidores sumergidos con mayor grado de miniaturización, mayor capacidad de canales y mayor fiabilidad. Este trabajo se apoya en el desarrollo de transistores de gran fiabilidad, llevado a cabo por el MCL.

### Comunicaciones audio

Todo desarrollo que hace aumentar la sofisticación de las redes de comunicaciones debe ir acompañado

por una serie de mejoras en el aparato de abonado, ya sea en lo que respecta a calidad o en lo que respecta a servicios ofrecidos. El trabajo de STL en este área se concentra en el diseño y evaluación de aparatos de abonado, teléfonos con altavoz, contestadores y marcadores automáticos.

Se utilizan ampliamente la simulación con ordenador en la transmisión digital y los sistemas de proceso de la palabra; esto es posible gracias a la versatilidad de los servicios de que se dispone dentro de STL. Una instalación de ordenadores similar se encarga de analizar los resultados de las pruebas de evaluación de aparatos de abonado, realizadas sobre modelos de aparatos de todo el mundo. La figura 8 muestra un momento de una prueba subjetiva de audio tal y como se lleva a cabo en STL.

La evaluación de aparatos de abonado en STL se realiza mediante métodos subjetivos mecánicos y electroacústicos. Las pruebas con voz son realizadas por un equipo especialmente entrenado que se encarga de la evaluación de aparatos de abonado y equipo asociado, efectuando medidas de articulación, volumen y pruebas de opinión. Las pruebas se realizan en habitaciones acondicionadas acústicamente, cuyas características se varían en función del tipo de prueba.

Las pruebas mecánicas de vida de los discos y los teclados se llevan a cabo de forma continua mediante herramientas especialmente diseñadas en el laboratorio, estando los resultados supervisados por ordenador. Las medidas electroacústicas se realizan con elementos artificiales especialmente diseñados: bocas, oídos, líneas y circuitos de alimentación.

El desarrollo de nuevos y mejores aparatos de abonado está respaldado por los desarrollos de tecnología

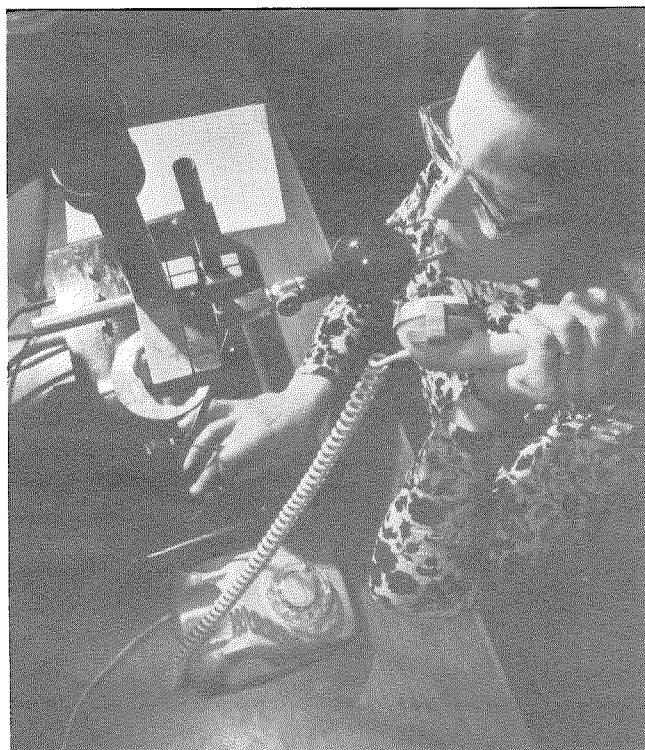


Fig. 8 Prueba subjetiva en STL: se llevan a cabo por medio de un equipo cuidadosamente entrenado.

\* Marca registrada del sistema ITT.



MOS y los servicios de diseño de LSI de encargo. El QUICKSTEP\* Deltaphone, comercializado por el British Post Office con el nombre de Trimphone de teclado, fue desarrollado por STL en colaboración con la División de Productos de Audio de STC. Los desarrollos actuales se concentran en un marcador automático conforme a normas internacionales y en una nueva generación de sistemas de teclado. Esta División tiene también la responsabilidad del control de productos (aparatos de abonado) fabricados por las compañías de ITT Europa.

### Tecnología de equipos

Las principales actividades de esta División, recientemente formada, son el diseño y aplicación del montaje de componentes, tanto desde el punto de vista eléctrico como del mecánico. Esta División reúne experiencia en diseño LSI, diseño de circuitos híbridos, prácticas de equipo y diseño mecánico, estando por tanto capacitada para asesorar sobre la elección de componentes y técnicas de construcción para un sistema determinado.

El Servicio de Diseño de LSI de encargo proporciona a las compañías de ITT un servicio especializado que va desde la asesoría previa sobre la elección de LSI u otra tecnología, hasta la fabricación de prototipos (Fig. 9). Se usan ampliamente técnicas tales como simulación con ordenador, bibliotecas de programas con reglas de colocación, prueba de pastillas y encapsulación. Una instalación especial de dibujo sirve para hacer diseño semiautomático de pastillas, quedando así liberado el ingeniero, que de esta forma se puede dedicar a aspectos del diseño más importantes. Se han entregado pastillas de varias tecnologías LSI a varias compañías de ITT. El teleimpresor ITT Creed A23 utiliza 5 de estas pastillas; hay otras en los nuevos

\* Marca registrada del sistema ITT.

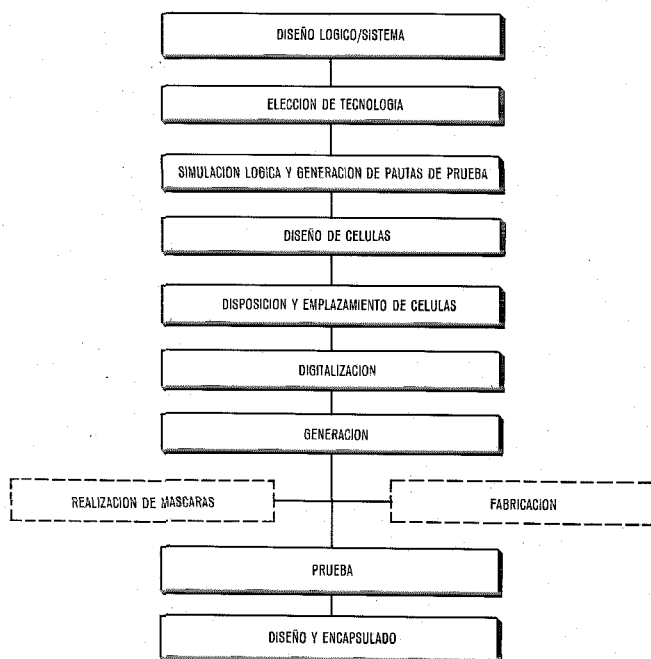


Fig. 9 Etapas de diseño de un circuito LSI.

aparatos de abonado, y el sistema de conmutación TXE4 también utilizará diseños de pastillas de STL. Otro cliente importante es el ITT Business Systems Group.

Una buena medida de la eficacia de este servicio viene dada por el hecho de que varios diseños recientes, uno de los cuales incluía una pastilla de 900 puertas, han sido 100 % operacionales tras el primer ciclo de diseño.

Los circuitos híbridos de película gruesa y delgada se usan ampliamente allí donde la tecnología LSI es innecesaria o inadecuada y, en el caso de la película gruesa, cuando se requieren altas velocidades de funcionamiento. Las instalaciones de STL permiten un rápido diseño y realización de circuitos de película experimentales, en gran parte gracias a que se dispone de un equipo de "escritura" que proporciona directamente en el sustrato los circuitos de interconexión, por medio de una tabla de coordenadas de precisión controlada por un programa.

También se estudian en la División los elementos básicos de las prácticas de equipo, conectores, técnicas de circuito impreso, alambrado posterior y disipación de calor. Asimismo el laboratorio de diseño y prototipos construye modelos de tamaño real para desarrollos de fabricación o en los casos en que sólo se necesita una unidad. Por último, la División contribuye al establecimiento de normas internacionales, tanto dentro del ámbito de ITT, como en los comités de normalización de la industria en general.

### Servicios de ordenador

Para un moderno laboratorio es esencial el disponer de una importante instalación de ordenadores. La de STL, que incluye un procesador central de 512 kbyte y una memoria de acceso directo de 600 Mbyte, sirve a todos los laboratorios de STL y está también a disposición de cualquiera de las compañías de ITT en el mundo entero.

Dentro del ámbito de STL, el ordenador central proporciona una amplia gama de servicios que incluyen el análisis de estructuras cristalinas, cálculo de circuitos, dimensionado de redes de comunicaciones, resolución de ecuaciones matemáticas, programas para diseño, delineación y representación, y diseño de tarjetas de circuito impreso y circuitos integrados.

A vía de ejemplo, se escribió un programa para STC que daba la información de alambrado necesaria para distintos tipos de equipo de conmutación. El programa se amplió posteriormente para usarse con el TXE4 y actualmente ha evolucionado de forma que produce las cintas de control para el equipo automático de prueba de alambrado. El desarrollo más importante llevado a cabo por la División de Servicios de Ordenador ha sido la definición del lenguaje de prueba PROTEST, que ha sido adoptado por ITT como lenguaje de alto nivel para pruebas. Los ingenieros de STL trabajan activamente en la actualidad en la introducción de dicho lenguaje en varias compañías de ITT. También ha sido adoptado por las industrias de telecomunicación en el Reino Unido.

La División también presta servicios CADEM (fabricación, ingeniería y diseño auxiliados por ordenador) tanto dentro de STL como a otras compañías ITT. Muchos de estos servicios han aparecido ya a lo largo de este artículo.

### Sistemas avanzados de comunicaciones

Al pasar revista a las actividades de STL y a las directrices que las animan, se puede apreciar que una y otra vez el éxito ha sido el fruto de una atención cuidadosa a las necesidades de los clientes.

En esta división se desarrollan tecnologías avanzadas y nacientes y se aplican a las necesidades de los sistemas futuros. Estas tecnologías se estudian exhaustivamente y se adaptan cuidadosamente a la satisfacción de necesidades reales. Es quizás dentro de esta división en donde se ponen más de manifiesto las ventajas de la estructura general de STL, cuando el químico y el metalúrgico, el diseñador lógico y el ingeniero de sistemas, el físico y el planificador pueden discutir inmediatamente problemas potenciales, aplicaciones o teorías.

Parte de los trabajos más importantes de esta División están subvencionados por el Gobierno, y en particular por la Dirección de Suministros del Ministerio de Defensa, por lo que sólo cabe describirlos aquí en forma muy resumida. Se han logrado resultados notables en estudios sobre proceso de señales, sistemas de comunicaciones tácticos y estratégicos, sistemas de vigilancia y detección de intrusos. En la actualidad se están desarrollando dispositivos de microondas (Fig. 10) y de ondas acústicas superficiales, en colaboración con el MCL y con el patrocinio del Gobierno. Una actividad importante en el campo de dispositivos de microondas ha sido el establecimiento de una instalación de crecimiento controlado de arseniuro de galio de alta pureza, usando técnicas epitaxiales de fase líquida y vapor. Esto es esencial para la producción de dispositivos de efecto en masa de estado sólido.

Muchos años de estudio y desarrollo de modelos para sistemas de comunicaciones militares tácticas han permitido a STL contribuir eficazmente al desarrollo de la red de comunicaciones Ptermigan para el Ejército Británico. Como subcontratistas de la compañía Plessey, STC y STL están encargadas del desarrollo de un equipo estático de abonado y de un radioenlace SHF. Se prevé que se llevarán a cabo otros desarrollos en el futuro.

STL también coopera con Plessey en el esfuerzo del Reino Unido para ser uno de los principales suministradores de la siguiente generación de sistemas de aterrizaje de aviones. Charles Earp, de STL, presentó un sistema de aterrizaje por microondas (MLS) basado en el efecto Doppler. El trabajo fue continuado por Plessey, con STL como asesores técnicos y se ha fabricado un modelo de factibilidad, que ha sido aceptado por el Ministerio de Defensa.

Aunque la Agencia Federal Americana de Aviación apoya al sistema de haz de exploración, la Dirección Británica de Aviación Civil ha ratificado su confianza en la superioridad técnica del MLS Doppler. El desa-

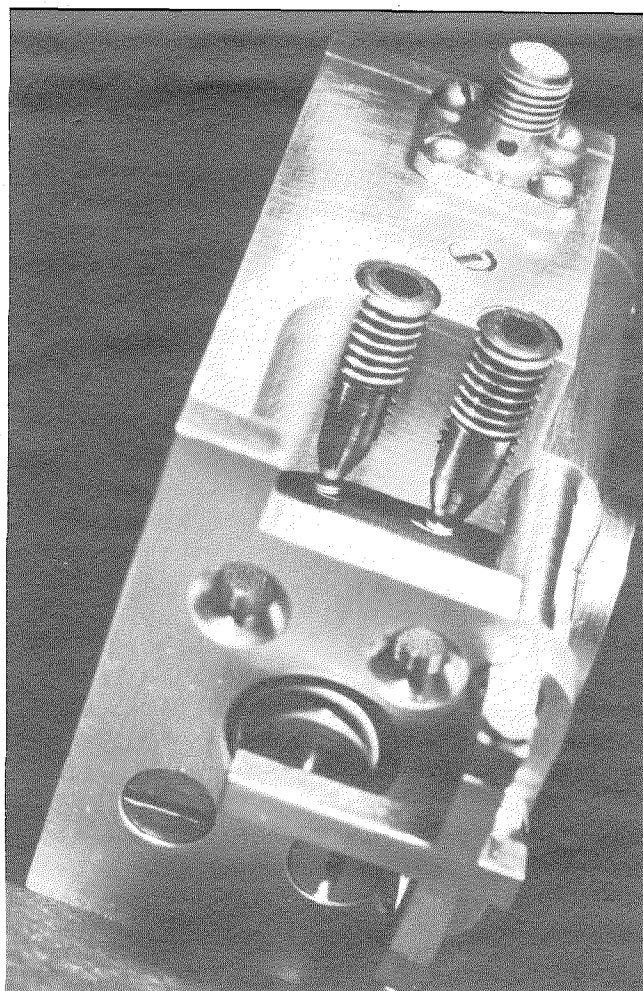


Fig. 10 Transmisor de microondas, banda X, desarrollado en STL.

rollo ha continuado durante el pasado año, y el sistema se ha presentado ante el árbitro final de la cuestión: la Organización Internacional de Aviación Civil (ICAO). Por otro lado, STL ha colaborado también en el trabajo llevado a cabo por ITT Gilfillan en la versión americana del sistema Doppler, habiendo contribuido también a desarrollo de un sistema de tipo DME, realizado por Standard Elektrik Lorenz, una asociada alemana a ITT.

El proyecto sobre comunicaciones ópticas de STL se dirige desde esta División, coordinando los múltiples aspectos implicados en todo el laboratorio. Durante los 10 años transcurridos desde que Kao y Hockham publicaron sus primeros trabajos, la tecnología ha llegado a un grado de desarrollo en el cual ya resulta posible el diseño de sistemas competitivos. STL ha mantenido en este campo una posición de liderazgo mundial a base de dirigir los esfuerzos de su equipo de investigación hacia los problemas específicos del desarrollo de sistemas [6]. Una vez más la idea de albergar bajo un mismo techo a disciplinas muy diferentes, ha dado sus frutos: las comunicaciones ópticas son un ejemplo claro de la fusión de tecnologías anteriormente dispares para así desarrollar un producto nuevo que resuelve una serie de problemas nuevos.

Que los sistemas ópticos acabarán por introducirse en las redes de comunicación es algo que está fuera de toda duda, pero no hay que olvidar que la tecnología se encuentra todavía en su infancia. Habrán de producirse mejoras importantes, y STL continúa su amplio programa de investigación. El perfeccionamiento de la mecánica del sistema plantea todavía considerables problemas, y el siguiente paso decisivo ha de ser el desarrollo y aplicación de la óptica integrada [6]. De esta forma se superarán algunos de los problemas mecánicos actuales, para los que habrá que buscar mientras tanto soluciones alternativas.

El futuro campo de aplicación de las comunicaciones ópticas va desde la red de distribución a aplicaciones en enlaces especializados para ordenadores, aviación y barcos. Una de las aplicaciones que cada vez resulta más atractiva es la red local de distribución. La era de las comunicaciones personales integradas está cada vez más cerca gracias a la enorme anchura de banda de que se dispone en los sistemas ópticos [7]. Algunos de los estudios que actualmente se realizan en STL se centran específicamente en el desarrollo de sistemas de correo electrónico ya sea mediante facsimil o mediante teleimpresores con proceso de palabras [8], y en las posibilidades de otros nuevos servicios usando las plantas telegráfica y telefónica. Sin embargo, la idea de una red óptica local que ofrezca servicios tales como datos, televisión, videoteléfono, servicios electrónicos de noticias, etc., cada vez está más presente en las mentes de los ingenieros planificadores.

### Servicios auxiliares

Aparte de los grupos estrictamente técnicos hay un grupo de más de 250 personas que prestan los servicios auxiliares administrativos, mecánicos, financieros y de mantenimiento que son imprescindibles para el normal desenvolvimiento de las actividades de los laboratorios. Desde un punto de vista técnico, los dos más importantes son la Biblioteca Técnica Central ITTE y el taller mecánico.

La Biblioteca alberga más de 30.000 títulos. Un equipo de expertos en información proporciona un servicio de documentación que informa sobre los artículos, publicaciones y comunicaciones más recientes, cubriendo una amplia gama de materias en los campos de telecomunicaciones, ingeniería eléctrica y electrónica. Muchos de los ingenieros de STL consideran que la posibilidad de acceso inmediato a esta exhaustiva información es una de las cualidades más importantes de los Laboratorios.

El Taller Mecánico de STL es uno de los talleres más diestros de entre los de su tipo. Ingenieros con gran experiencia en realizaciones de precisión construyen modelos metálicos, de madera y plástico usando modernas técnicas, tales como fresado de alta precisión y electroerosión por chispa. El taller asesora sobre problemas mecánicos y desarrolla prototipos y modelos individuales o para series cortas. Una de sus funciones especiales es la adaptación de instrumentos comerciales de prueba a las necesidades específicas del laboratorio.

En su aspecto de centro de reuniones de ITT Europa, STL proporciona unos amplios servicios a través de su Servicio de Visitas que atiende cada año a más de 13.000 visitantes de los Laboratorios. Otros servicios abarcan el reclutamiento y entrenamiento del personal, reproducción e imprenta, compras y administración de contratos.

### Conclusiones

STL es una organización autosuficiente y en gran medida autofinanciada que alberga una amplísima gama de conocimientos y experiencia en un solo lugar, de forma tal que cada problema se puede enfocar desde muy diversos puntos de vista, lo que ha demostrado su eficacia en numerosas ocasiones.

De acuerdo con las normas administrativas de STC, su compañía matriz, STL recurre a los servicios de STC para asuntos tales como patentes, contratos, cuestiones legales, etc. Existe asimismo un estrecho contacto con STC y la junta directiva del grupo europeo de ITT componentes.

Muchos de los proyectos actuales constituirán el núcleo de la actividad de STL durante varios años. Otros irán surgiendo gradualmente, como resultado de los continuos programas de investigación que cubren una amplia gama de materias. En los momentos de dificultades económicas, los laboratorios han de esforzarse en conseguir sus objetivos utilizando los recursos disponibles. STL seguirá una línea de acción de progreso continuo dentro de su capacidad actual de forma que pueda continuar prestando el empuje necesario al continuo crecimiento de STC, y de ITT en conjunto.

### Agradecimiento

El autor desea expresar su profundo agradecimiento a los directores, jefes y personal técnico de STL, por la ayuda que han prestado en la redacción de este artículo.

### Referencias

- [1] A. H. Reeves: Pulse Code Modulation; patente francesa n° 852.183, 3 octubre 1938.
- [2] K. C. Kao y G. A. Hockham: Dielectric-Fibre Surface Waveguides for Optical Frequencies; Institution of Electrical Engineers Proceedings, julio 1966, volumen 113, n° 7 págs. 1151—1158.
- [3] C. E. E. Stewart, D. Tyldesley, B. Scott, H. Rawson y G. R. News: High Purity Glasses for Optical-Fibre Communication; Electronics Letters, 18 octubre 1973, volumen 9, n° 21, págs. 482—483.
- [4] G. H. B. Thompson y P. A. Kirkby: Low Threshold-Current Density in 5-Layer-Heterostructure (GaAl)As/GaAs Localised-Gain-Region Injection Lasers; Electronics Letters, 28 junio 1973, volumen 9, n° 13, págs. 295—296.
- [5] P. R. Selway y A. R. Goodwin: The Properties of Double Heterostructure Lasers with Very Narrow Active Regions; Journal of Physics D, mayo 1972, volumen 5, n° 5, págs. 904—914.
- [6] C. P. Sandbank: Comunicaciones por fibra óptica; Comunicaciones Eléctricas, volumen 50, n° 1 (1975), págs. 21—29.
- [7] D. Ratzke: La ciudad conectada; Perfil (ITT en Europa), Primavera 1975, n° 3, págs. 14—15.



- [8] J. G. Harris y A. J. Kingsmill: An Electronic Business Mail System; Proceedings of the Conference on Telecommunications, Brighton, 3—5 junio 1975, patrocinado por la Institution of Electronic and Radio Engineers y el Institute of Administrative Management (Telecommunications Manager Division), págs. 125—130.

#### Bibliografía

- [1] A. H. Reeves: The Future of Telecommunications; South African Institute of Electrical Engineers Transactions, septiembre 1970, volumen 61, parte 9, págs. 445—465.

**Chris Taylor** nació en Kent en 1942. Estudió Lengua Inglesa en la Universidad de Liverpool y en 1963 ingresó en la Rank Organization, en donde fue entrenado en técnicas de dirección. Posteriormente fue ayudante del jefe de información y luego jefe de prensa de Rank Leisure Services. En 1971 ingresó en el Grupo Pye de Cambridge como jefe de prensa, en funciones de asistencia a las compañías de equipos profesionales.

Desde 1974, Mr. Taylor es director de relaciones públicas de STL. En su cargo actual, su responsabilidad incluye la función especial de coordinación de relaciones públicas de ITT Europa en comunicaciones ópticas. Recientemente ha ingresado en el Institute of Public Relations.

# Conectores desmontables para sistemas de fibra óptica

Uno de los principales problemas de ingeniería para el desarrollo de un sistema viable de comunicaciones por fibra óptica es el diseño de un conector desmontable fuerte y de baja pérdida. Esto será necesario tanto para aplicaciones militares como civiles, especialmente cuando se prevé la sustitución directa de los sistemas convencionales por hilo existentes, por ejemplo, en barcos y aviones.

M. A. BEDGOOD

J. S. LEACH

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Reino Unido

M. A. MATTHEWS

ITT Cannon, Basingstoke, Reino Unido

## Introducción

Las comunicaciones por fibra óptica se encuentran en la etapa en que los sistemas de baja capacidad son competitivos con los sistemas convencionales por hilo, por sus ventajas de inmunidad frente a interferencias y diafonía. Después de la investigación fundamental se dispone de los componentes críticos, tales como fibra de baja pérdida [1, 2] y fuentes de larga duración. Actualmente se está concentrando la atención en los problemas de ingeniería entre los cuales uno de los más importantes es el conector de la fibra óptica.

El problema esencial de conexión de fibras individuales de un cable se produce debido a la pequeña superficie activa del núcleo de la sección transversal de una fibra. Esto conduce a tolerancia rigurosa en el alineamiento y conservación de los extremos pulidos limpios. Para conseguir la mayor capacidad de información en distancias largas, es necesario utilizar fibra monomodo con un diámetro extraordinariamente pequeño del núcleo (unas 3  $\mu\text{m}$ ) pero esto probablemente se limita a las aplicaciones de los PTT. La mayor parte, si no todos, de los sistemas civiles y militares, al menos a corto plazo, utilizarán fibra multimodo con un diámetro típico del núcleo de alrededor de 80  $\mu\text{m}$ .

Se están desarrollando dos técnicas fundamentales:

- Empalme de fibra.
- Conectores desmontables.

El uso de conectores desmontables de fibra, que necesitan extremos preparados en fábrica para longitudes previamente medidas de cable de una o varias fibras, permitirá una instalación y conservación adecuadas, al mismo tiempo que facilite el paso de la fibra a través de mamparas cerradas herméticamente a presión en barcos y aviones.

El punto final consiste en producir una gama de técnicas de unión fiables que se puedan utilizar en el campo con el mínimo equipo auxiliar. Standard Telecommunication Laboratories, un Centro Británico de Investigación de ITT, e ITT Cannon conjuntamente, comenzaron a desarrollar un conector óptico desmontable utilizando un conector eléctrico múltiple de ITT Cannon ya existente y especialmente preparado para admitir fibras ópticas con una terminación adecuada.

Ahora, en lugar de los problemas eléctricos de conductividad y aislamiento, el problema de diseño consiste en el ensamble con precisión de dos núcleos de fibra muy pequeños. Es necesario garantizar el alineamiento dentro de un límite de 8  $\mu\text{m}$  para la conexión de extremos de fibras con núcleos de diámetro de 50  $\mu\text{m}$ , y proporcionalmente menores para fibras con núcleos de diámetro aún más pequeño. Se han aplicado con éxito conectores ITT Cannon PVX modelo 602 con contactos especiales, a fibras con núcleo de 50  $\mu\text{m}$  de diámetro, obteniéndose pérdidas de cerca de 3 dB por conexión (Fig. 1).

El conector PVX modelo 602 es de acoplamiento del tipo de bayoneta múltiple, desarrollado por ITT Cannon, de uso normal en aviación militar. En la tabla 1 se facilitan sus características típicas y los requisitos ambientales.

Tabla 1 - Características extremas ambientales del conector PVX modelo 602

Margen de temperaturas	208 a 473 K
Baja presión del aire	$20 \cdot 10^2 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
Vibración	10 Hz a 2000 Hz, 1,5 mm a $196 \text{ m s}^{-2}$ , duración 10 h, de ellas 1 h a 208 K y 3 h a 473 K.
Choque	$490 \text{ m s}^{-2}$ en 11 ms
Aceleración	$981 \text{ m s}^{-2}$
Duración	500 ciclos enchufar/desenchufar
Resistencia a la arena y al polvo	Con partículas $< 152 \mu\text{m}$ en un chorro de aire $4,76 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

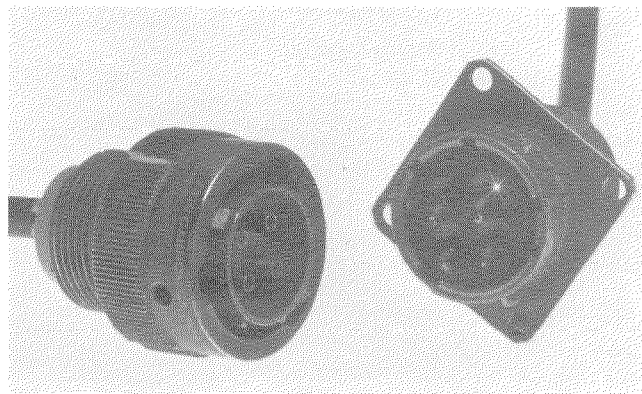


Fig. 1 Conector óptico PVX.

**Conector desmontable de bayoneta PVX modelo 602:  
Factores de diseño**

**Posicionado**

Los conectores aseguran una correcta posición del cuerpo y del receptáculo\* mediante las orientaciones de 5 chavetas/ranuras. El cuerpo es la parte del conector macho y el receptáculo es la parte del conector hembra (Fig. 1).

**Alineamiento del contacto**

El conector tiene un zócalo aislante rígido y ajustado a la entrada para asegurar un acoplamiento perfecto con el contacto de patilla desalineada. Esto se consigue mediante la ranura guía que lleva el aislante rígido y sirve para guiar la punta de la patilla en el contacto del zócalo, tal como se muestra en la mitad derecha de la figura 1.

**Acoplamiento**

Esto se puede realizar por medio de la simple acción de empujar para acoplar o de tirar para desacoplarlo. La mayor parte de los conectores militares llevan un acoplamiento del tipo de bayoneta o del tipo de roscado. Mediante rotación de la tuerca de acoplamiento se ajusta el cuerpo y el receptáculo y en este giro quedan también apretados los contactos del zócalo y la patilla.

**Fijación del acoplamiento**

La rotación final de la tuerca de acoplamiento ajusta el cuerpo con el receptáculo comprimiendo completamente las juntas periféricas e interfaciales, y permite a las espigas de la bayoneta caer en la porción de bloqueo del carril.

**Contactos**

En la figura 2 se muestra la configuración básica de una sencilla unión a tope de un par de contactos ópticos. Las dimensiones exteriores de clavija y zócalo son exactamente las mismas de sus homólogos eléctricos. Interiormente, un ajustado tubo de adaptación sitúa las dos terminaciones idénticas de fibra en alineación axial. Los contactos individuales se pueden extraer fácilmente del cuerpo del conector mediante

\* Se ha dado el nombre de "cuerpo" del conector a la parte macho del mismo, que lleva la tuerca de fijación y que además alberga las terminaciones hembra de conexión de la fibra óptica; mientras que a la parte opuesta o hembra se le ha llamado "receptáculo". N. del T.

el empleo de una herramienta sencilla. Esta construcción proporciona una gran flexibilidad y versatilidad en aplicaciones civiles y militares, con características adecuadas para conseguir requerimientos mecánicos y ambientales rígidos.

**Preparación del extremo de las fibras**

Las terminaciones de las fibras deben transformar una frágil fibra sin cubierta de protección en una forma robusta y adecuada para incorporarla al cuerpo de un conector óptico. Esta terminación requiere una superficie perpendicular al eje de la fibra ópticamente pulida. También es preciso proporcionar una posición conveniente a las superficies de tal forma que cuando las dos terminaciones estén colocadas en un cuerpo de conector, los núcleos de las fibras estén alineados y se transfiera la mayor cantidad posible de luz.

Para realizar el acabado necesario en los extremos de las fibras se emplean fundamentalmente dos técnicas. La primera consiste en pulir el extremo después de que ha sido introducido en un medio conveniente tal como una resina epoxy. La pulimentación se efectúa en un cojinete giratorio usando polvo Cerirouge como elemento abrasivo para pulir. El pulido del extremo es un proceso relativamente lento que requiere comprobaciones periódicas del mismo en un microscopio, pero que produce un extremo final de la fibra nivelado con el tope del casquillo.

Un método más rápido de preparación de un buen extremo de la fibra consiste en realizar una pequeña estría en la fibra y tirar de ella, la cual entonces rompe por el punto donde se hizo la muesca y, si la tensión es correcta, produce un extremo final pulido y perpendicular al eje de la fibra. Para controlar esta tensión se utiliza una máquina de cortar fibras similar a la descrita por Gloge et alia [3].

La alineación del núcleo es un equilibrio entre las tolerancias de mecanización que se pueden conseguir con alto rendimiento y por consiguiente a un coste razonable y las tolerancias geométricas de la fibra óptica.

Por facilidad de diseño del conector debe controlarse con seguridad el diámetro exterior de la cubierta de la fibra y su elipticidad. La elipticidad del núcleo de la fibra generalmente reduce la eficacia máxima de cualquier diseño de conector puesto que es improbable que los ejes principales de la elipse coincidan en las dos mitades del conector. Algunas de las técnicas

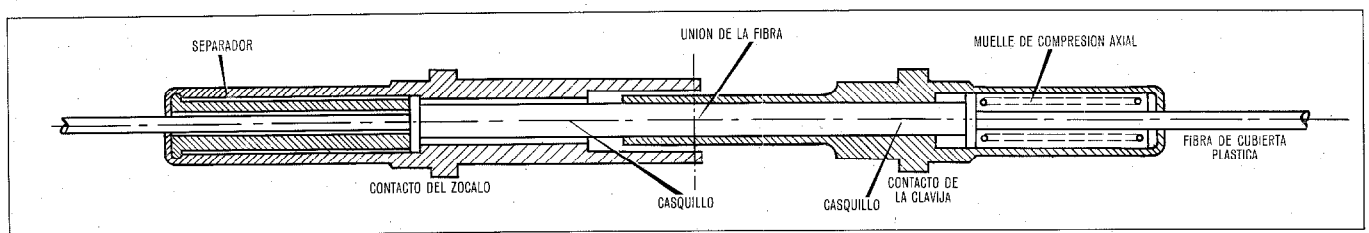


Fig. 2 Ensamble del contacto óptico.

## Conectores de fibra óptica

de terminación permiten ligeras variaciones del diámetro exterior y excentricidades del núcleo, pero en conjunto estas técnicas son difíciles de realizar.

### Unión de extremos de fibras

Existen dos categorías principales de conectores ópticos desmontables. La primera es la unión a tope en la cual los extremos preparados se sitúan muy próximos uno a otro y se alinean de forma que los ejes de ambas fibras coincidan [4, 5, 6].

Los conectores desmontables para fibras sin cubierta necesitan una protección de forma que la alineación no se hace normalmente en la propia fibra, sino que se realiza un montaje exacto de la fibra en un casquillo de metal y la alineación es de cada uno de éstos con respecto al otro. La precisión con que se alinean estos núcleos de las fibras controla la pérdida de acoplamiento del conector [7, 8]. En las figuras 3, 4 y 5 se muestra en una primera aproximación la variación de pérdida con ciertos errores de alineación, así como la tolerancias necesarias para conseguir un conector de baja pérdida. La figura 3 muestra la pérdida de acoplamiento debido a la falta de alineación

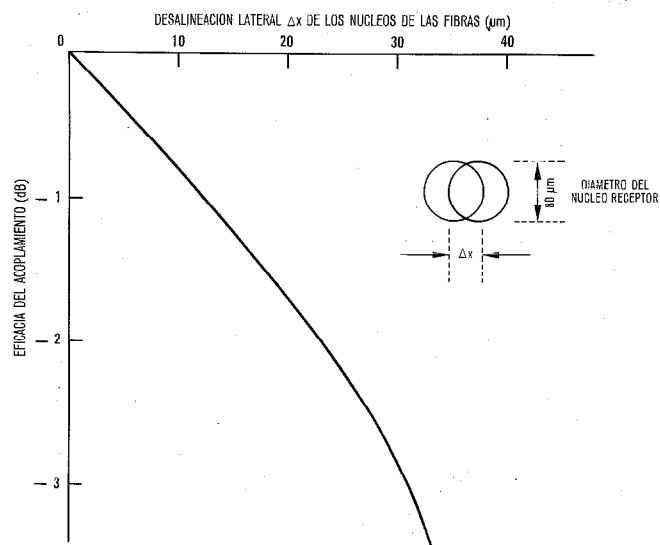


Fig. 3 Pérdidas de acoplamiento debidas a la falta de alineación lateral de las fibras.

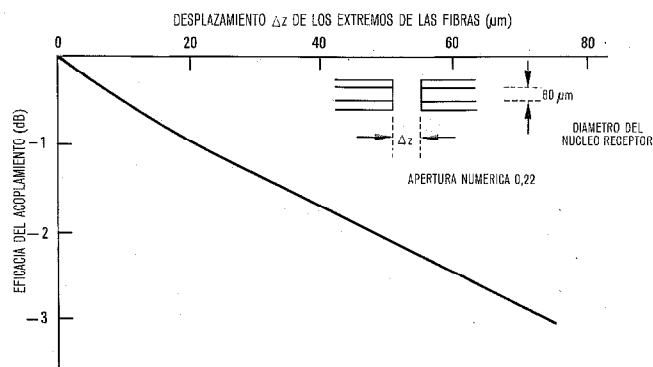


Fig. 4 Pérdidas de acoplamiento debidas a la separación entre los extremos de las fibras.

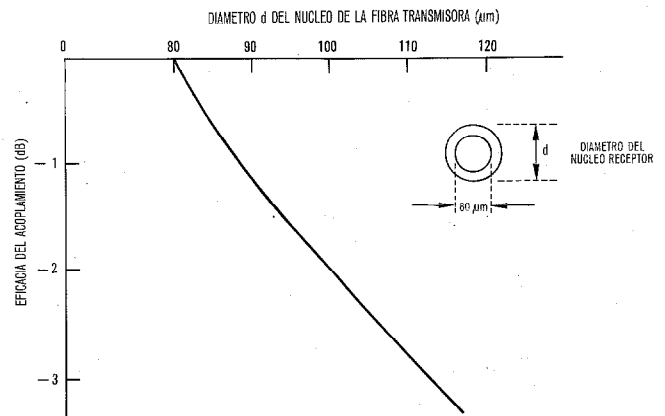


Fig. 5 Atenuación de acoplamiento debido a la diferencia de diámetros de los núcleos.

ción de los centros de las fibras. En una fibra con núcleo de 80  $\mu\text{m}$ , cuando la desalineación lateral  $\Delta x$  de los núcleos es de 13  $\mu\text{m}$  se produce una pérdida de 1 dB. Según se muestra en la figura 4 una distancia de separación  $\Delta z$  entre los extremos de las fibras de 20  $\mu\text{m}$  introduce una pérdida de 1 dB.

De la misma forma, también dará lugar a una pérdida la transmisión de la luz de una fibra de núcleo grande a otra de núcleo mas pequeño. Por ejemplo, la transmisión desde un núcleo de diámetro 90  $\mu\text{m}$  a otro de 80  $\mu\text{m}$  introduce una pérdida de 1 dB (Fig. 5).

Se produce una pérdida adicional de aproximadamente 0,35 dB en los conectores desmontables sin igualación del índice entre las dos fibras. Ello se debe a las pérdidas por reflexión de Fresnel en la unión aire/vidrio. Claramente se observa que es fácil conseguir la tolerancia de ángulo entre los ejes de las dos fibras, necesaria para una baja pérdida.

La segunda categoría en importancia de conectores desmontables utiliza la técnica de haz expandido para unión de fibras. En éste, el tamaño del haz transmitido se incrementa en la primera mitad del conector para luego volverse a reducir a un tamaño compatible con el núcleo de la fibra receptora en la segunda mitad del conector. La expansión se puede realizar por medio de una variación gradual de la fibra o mediante el uso de lentes.

### Terminaciones por unión a tope

El primer paso que se dió fue centrar una fibra desnuda exactamente con respecto a la superficie exterior de un casquillo de precisión cilíndrico. Para ello se preparó un tubo pulido sin centrar de acero inoxidable con un diámetro exacto en menos de 2,5  $\mu\text{m}$ , a partir del cual se produjeron casquillos con reborde. La fibra se centró utilizando plantillas de precisión con ranuras en forma de V que hacían coincidir los ejes de la fibra descubierta y del casquillo. Entonces se inyectó en el casquillo una resina epoxy que permitió preparar el extremo para el pulido.

La precisión de esta técnica ha demostrado ser bastante variable puesto que cada fibra con diámetro exterior diferente requiere su propia guía hecha especialmente. Problemas tales como la mala geometría de la fibra, las dudas sobre la estabilidad a largo plazo de las resinas epoxy, y la necesidad de conectores que introduzcan una pérdida menor, obligan a pensar en otras técnicas, que se están investigando.

### Casquillo de engaste

En esta técnica de terminación por unión a tope [9] se fabrica un casquillo de precisión con una superficie exterior muy exacta y una cavidad central también muy exacta, dentro de la cual en un extremo se acopla interpuesta una boquilla de engaste de rubí (Fig. 6).

El empleo de una terminación del tipo de engaste en el casquillo significa que se debe disponer una pequeña boquilla de precisión dentro de una boquilla más grande perforada exactamente, porque será difícil de mecanizar dentro del casquillo con la suficiente exactitud o con un bajo coste el pequeño taladro necesario para la fibra.

La precisión total del centrado de la boquilla de engaste con respecto a la superficie exterior es mejor que  $5 \mu\text{m}$  y se dispone de boquillas de engaste normalizadas en pasos de  $10 \mu\text{m}$  y se selecciona la que se adapte más aproximadamente a la fibra que se va a emplear.

La fibra cubierta se ajusta en el casquillo con la fibra ya descubierta sobresaliendo a través de la boquilla de engaste. El recubrimiento se pega en la parte trasera del casquillo y la fibra descubierta se estira hacia la punta. Entonces se pule la punta de la superficie del engaste, dejando la fibra exactamente centrada con un buen acabado superficial. La precisión del centrado que se consigue con esta terminación es de cerca de  $5 \mu\text{m}$ . Las conexiones hechas con estas terminaciones dan unas pérdidas típicas de acoplamiento de 1 a 1,5 dB con fibra de núcleo de  $85 \mu\text{m}$  sin ajuste de los índices.

### Conector de engaste en X

La precisión con que se producen los engastes, la elevada relación de la longitud al diámetro de la

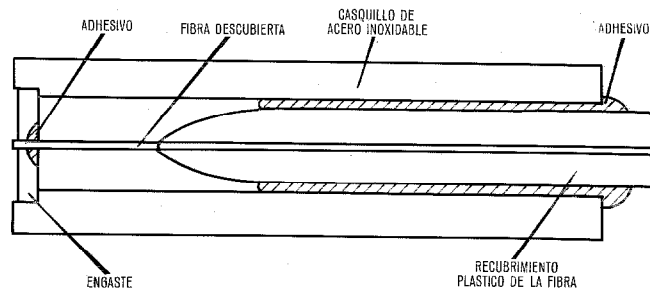


Fig. 6 Conector de "engaste".

boquilla de más de 5 a 1, y la bien pulida superficie interior de la boquilla significa que se puede conseguir una alineación razonablemente exacta de dos fibras en la boquilla de un engaste largo del tipo mostrado en la figura 7.

Una de las mitades del conector se constituye por una fibra con un extremo pegado, que se fija de tal manera que el extremo está a mitad de camino a lo largo de la parte recta de la boquilla de engaste tal como se observa en la figura 7. La mitad macho del conector contiene una fibra que está aproximadamente centrada en él, y sobresale del extremo del casquillo. La porción sobresaliente de la fibra se protege mediante un cono de goma de silicona que contribuye también a la alineación inicial de la fibra dentro de la boquilla de engaste de la mitad hembra del conector.

Se pierde alguna precisión en la alineación a causa de que se necesita una diferencia de unas pocas micras entre la boquilla de engaste y el diámetro exterior de la fibra para permitir un buen desplazamiento de la fibra en la boquilla. Se consigue, sin embargo, una buena alineación en este conector mediante piezas producidas en serie con precisión, las cuales son por consiguiente baratas.

Se han investigado otras técnicas de terminación como las indicadas a continuación, pero no se adaptan fácilmente para su uso en conectores existentes, por lo que habrían de disponer de alojamientos especialmente diseñados y construidos para ellas.

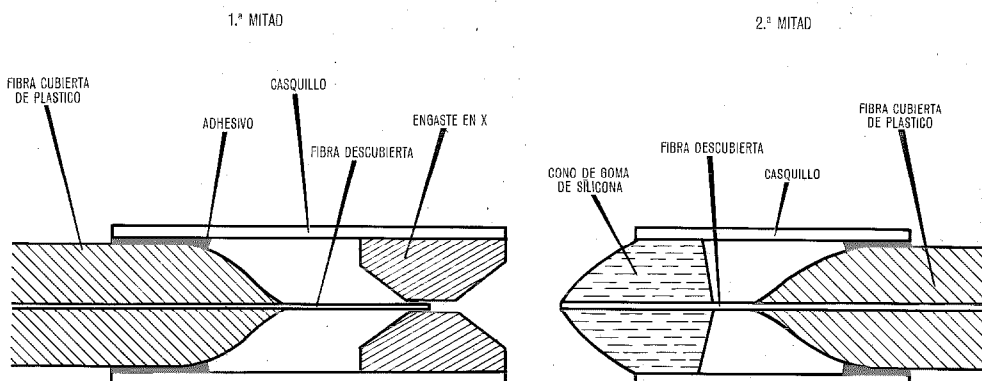


Fig. 7 Conector de "engaste en X".

Doble casquillo

En la figura 8 se muestra esta técnica [10] en la que el núcleo de la fibra está exactamente alineado con respecto a la superficie externa de un casquillo exterior. Se han realizado experimentos con una variedad de resinas epoxy diferentes, pero aunque la precisión lograda ( $7 \mu\text{m}$  con una pérdida de 2—4 dB) fue mejor que la que se obtenía centrando mediante una guía, se abandonó el trabajo sobre esta técnica en favor de la terminación de casquillo de engaste que se estaba desarrollando simultáneamente.

Doble plano

Esta técnica, lo mismo que la de terminación en doble casquillo, compensa las inexactitudes geométricas de la fibra.

En la figura 9 se observa el conector. Se fija la fibra en un casquillo mediante el uso de un engaste para colocar la fibra en la punta y se pule el extremo como en el caso del casquillo de engaste. Una máquina cepilladora con cabeza óptica realiza dos planos sobre la superficie del casquillo en ángulo recto y a una distancia fija del centro del núcleo de la fibra. Si se ajustan dos casquillos de doble plano juntos en un alojamiento adecuado tal como una acanaladura en forma de V, los núcleos se alinearán muy exactamente.

Técnicas de haz expandido

Se pueden emplear extremos realizados en fábrica para convertir el haz divergente de pequeño diámetro

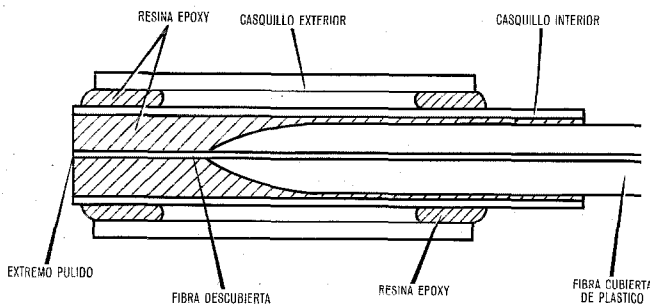


Fig. 8 Conector de "doble casquillo".

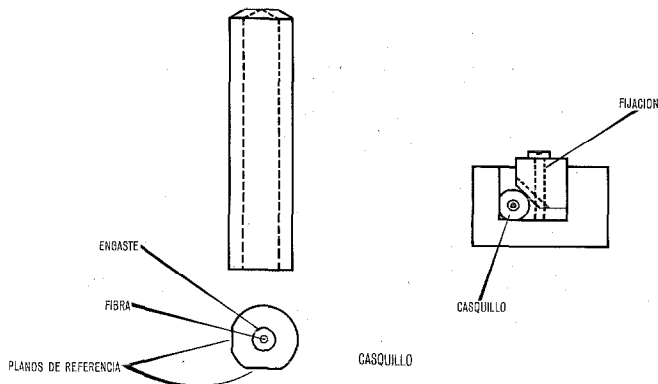


Fig. 9 Conector de "doble plano".

procedente del núcleo de una fibra en un haz colimado de mayor área, o recíprocamente para enfocar un haz colimado entrante sobre el núcleo de una fibra. El objetivo de este procedimiento es el de relajar las tolerancias transversales y longitudinales en el posicionado de estas terminaciones a expensas de una tolerancia de la alineación angular más ajustada. Este es un compromiso atractivo puesto que se pueden conseguir incluso tolerancias tan estrechas como por ejemplo 20 minutos de arco.

En las figuras 10 y 11, respectivamente, se muestran dos métodos de realización de terminaciones de haz expandido: mediante una variación gradual en forma de cono y mediante lentes.

Conos

En principio, hay que fundir un trozo de fibra cubierta de forma troncocónica a la fibra, para que se produzca una expansión del haz de, digamos, cuatro veces el tamaño del núcleo al que se aplica (Fig. 10). En la práctica, estas secciones cónicas son difíciles de producir económicamente con la necesaria precisión.

Lentes

En este caso el extremo de la fibra debe colocarse exactamente en el foco de una lente permanentemente encapsulada que está cuidadosamente alineada con un casquillo [11, 12]. Una variante que se ha adoptado consiste en utilizar esferas de vidrio como lentes. Los estudios teóricos realizados, incluyendo cálculos de trazado de rayos por computadora, predicen una eficacia del acoplamiento del 94 % para fibras de núcleo de  $50 \mu\text{m}$  de apertura numérica de 0,2 utilizando esferas de 2 mm de diámetro suponiendo un re-

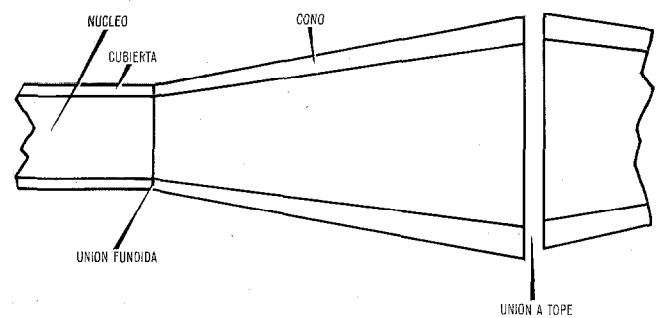


Fig. 10 Unión de haz expandido mediante conos.

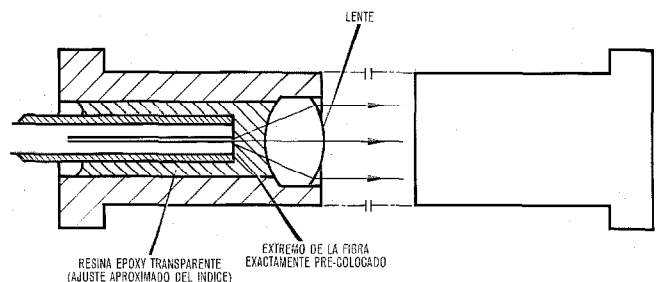


Fig. 11 Unión de haz expandido mediante lentes.

cubrimiento perfecto antirreflexivo y con una tolerancia lateral de  $20\ \mu\text{m}$ .

La utilización de lentes de plástico moldeadas en una sola pieza como terminaciones, representa un avance sobre la técnica de lentes en forma de bola, debido a que son baratas y fáciles de ensamblar.

La técnica de las lentes tiene dos ventajas adicionales. Primero, puesto que las terminaciones no estarían en contacto directo dentro del conector y se extienden en un área efectiva más amplia, los problemas de polvo e impurezas no son tan importantes como en las uniones a tope. Segundo, sería posible, utilizando una técnica de división del haz, desarrollar un conector multi-unión (o pieza en T), característica muy importante para algunos sistemas.

### Otros tipos de conectores

#### Ajustable

Los conectores descritos hasta aquí eran del tipo enchufable y que una vez fabricados actúan por acoplamiento con la mitad contrapuesta, de forma que idealmente cualquier parte macho trabaje con cualquier parte hembra de su propio tipo. Se pueden realizar conectores de baja pérdida utilizando este sistema como método para fibras de núcleo grande. Para conectores de pérdida extremadamente baja con fibras de núcleo pequeño, parece improbable que esta técnica dé lugar a resultados fiables con un coste de fabricación razonable.

Por consiguiente se están desarrollando conectores ajustables en los cuales, después de acopladas las dos mitades del conector, se ajuste la posición de una mitad para optimizar la potencia transferida [13, 14, 15, 16]. Actualmente se están proyectando en STL para fibra de núcleo pequeño utilizando una técnica de ajuste por tornillo.

#### Resorte enrollado

Están en revisión varias técnicas diferentes de conexión. Por ejemplo, se ha comprobado que un pequeño resorte enrollado de cobre-berilio endurecido hace más eficaz al conector para la terminación de engaste normalizada. Se prosigue actualmente este trabajo con el diseño de un prototipo de conector apropiado, probablemente con una acción de bayoneta, que albergue y actúe el resorte.

### Consideraciones ambientales

La fabricación de un conector en el laboratorio es solamente la primera etapa del proceso de producción de una versión completa diseñada para su empleo en la instalación. Muchos conectores ópticos se encontrarán eventualmente en condiciones de fuerte esfuerzo ambiental, como se define en la tabla 1 de las especificaciones del conector PVX 602.

Los factores humanos, tales como la manipulación de cable de fibra o el ensamblaje del conector, serán bastante diferentes de los encontrados hasta ahora en

sistemas de hilo metálico. Por ejemplo, cuando la fibra con las terminaciones está siendo insertada en el cuerpo del conector, el operario tendrá que asegurarse de que el radio de curvatura de la fibra no es demasiado pequeño, pues de otra manera la fibra se podría romper fácilmente.

Para obtener las mejores características es preferible ajustar el índice entre terminaciones por unión a tope con lo que se eliminará la pérdida de reflexión (cerca de 0,35 dB) de las superficies entre el vidrio y el aire. Por razones ambientales, el uso de un medio líquido de ajuste de índice daría lugar a considerables problemas en situaciones operacionales. Por consiguiente, el conector o bien tiene que estar lo suficientemente bien hecho como para no necesitar adaptación del índice o bien deberá de utilizar algún tipo de acoplamiento de plástico deformable con una calidad óptica adecuada.

### Técnicas de medida

Depende mucho de la posibilidad de medida exacta de la atenuación de un conector, el estudio de otros efectos que pueden afectar adversamente a las características del sistema, por ejemplo, dispersión de impulsos y mezcla de modos. Puesto que esto es particularmente importante para empalmes ópticos y las técnicas utilizadas son comunes a ambos tipos de conectores desmontables y uniones fijas, en un próximo artículo se someterán a discusión los empalmes ópticos.

### Conclusiones

El más importante objetivo a largo plazo es actualmente producir un conector fiable con una pérdida que sea inferior a 1 dB, y que, por último, sea adecuado para su ensamble en la instalación.

El diseño dependerá de los tipos de fibras que sean necesarios según las diferentes situaciones. Por ejemplo, si se dispone de fibra de sílice recubierta de plástico con diámetros del núcleo de  $120\ \mu\text{m}$  o mayores, la terminación de engaste existente montada en un conector PVX 602 sería suficiente para satisfacer la mayor parte de las necesidades.

Sin embargo, si hay que utilizar fibras de núcleo más pequeño, es decir en la región de  $20\text{--}50\ \mu\text{m}$ , será necesario tener un considerable cuidado para alcanzar el requisito de 1 dB, particularmente con terminación de engaste. Esta situación sugiere el empleo de un conector ajustable. No obstante, parece probable que un tipo de terminación más conveniente para la fibra de menor núcleo sea el de engaste en X, donde la precisión del conector depende casi enteramente de la geometría de la fibra y de la preparación del extremo. Los primeros resultados obtenidos con este tipo de conector son esperanzadores.

Si se demuestra que es posible realizar una terminación de haz expandido eficaz, a un coste razonable, podría utilizarse con una ancha gama de tamaños de fibras y parámetros, y satisfacer, no obstante, el requisito de 1 dB por conector, dentro de un tipo de conector militar existente.

**Agradecimientos**

Los autores reconocen agradecidamente la colaboración de muchos colegas dentro de ITT. En particular nos gustaría dar las gracias a los colegas de la División de Equipo Optico, ITT Components, Leeds, quienes realizaron una gran parte del trabajo original sobre conectores de engaste y cuya ayuda ha contribuido mucho a este artículo. Sobre las ideas y trabajo original en conectores de resortes enrollados y de doble plano estamos en deuda con R. J. Hodges de STL. Agradecemos también a A. W. Horsley y al Dr. M. Chown por muchas ideas útiles, y a M. M. Ramsay por sus sugerencias y valoración crítica. Parte del trabajo de desarrollo del conector ha sido respaldado por el Procurement Executive, Ministerio de Defensa Británico, patrocinado por el DCVD, y los autores quieren agradecer las fructíferas discusiones con los Sres. R. W. Berry y B. Ellis en relación con este trabajo.

**Referencias**

[1] P. W. Black: Fabricación de guías de fibra óptica; Comunicaciones Eléctricas, volumen 51 (1976), nº 1, págs. 4—11.  
 [2] M. M. Ramsay, G. A. Hockham y K. C. Kao: Propagación en guías de fibra óptica; Comunicaciones Eléctricas, volumen 50 (1975), nº 3, págs. 176—183.  
 [3] D. Gloge, P. W. Smith, D. L. Bisbee y E. L. Chinnock: Optical Fiber End Preparation for Low-Loss Splices; Bell System Technical Journal, noviembre 1973, volumen 52, nº 9, págs. 1579—1588.  
 [4] D. Schicketanz: Connectors for Multimode Fibers; Siemens-Forschungs- und Entwicklungsberichte — Research and Development Reports, 1975, volumen 2, nº 4, págs. 204—205.  
 [5] J. F. Dalgleish y H. H. Lukas: Optical-Fibre Connector; IEE Electronics Letters, 9 enero 1975, volumen 11, nº 1, págs. 24—26.  
 [6] J. Guttman, O. Krumpholz y E. Pfeiffer: Multipole Optical Fibre-Fibre Connector; IEE Electronics Letters, 27 noviembre 1975, volumen 11, nº 24, págs. 582—583.  
 [7] D. L. Bisbee: Measurements of Loss Due to Offsets and End Separations of Optical Fibers; Bell System Technical Journal, diciembre 1971, volumen 50, nº 10, págs. 3159—3168.  
 [8] J. Guttman y O. Krumpholz: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Verkopplung zweier Glasfaser-Lichtwellenleiter; Wissenschaftliche Berichte AEG-Telefunken, 1973, volumen 46, nº 1, págs. 8—15.  
 [9] J. D. Archer: Current Status of Fibre Optic Interconnection; New Electronics, 27 enero 1976, volumen 9, nº 2, págs. 37—42.  
 [10] M. L. Dakss y A. Bridger: Plug-in Fibre-to-Fibre Coupler, IEE Electronics Letters, 11 julio 1974, volumen 10, nº 14, págs. 280—281.

[11] R. W. Berry y R. C. Hooper: Practical Design Requirements for Optical Fibre Transmission Systems; Proceedings of First European Conference on Optical Fibre Communication, Londres, 16—18 septiembre 1975, Institution of Electrical Engineers, Conference Publication nº 132, págs. 153—155.  
 [12] British Post Office to Field-Test Fiber-Optic Telephone Transmission; Electronics, 18 septiembre 1975, volumen 48, nº 19, pág. 14E (3 págs.).  
 [13] O. Krumpholz: Optical Coupling Problems in Communication Systems with Glass-Fiber Optical Waveguides; Topical Meeting on Integrated Optics — Guided Waves, Materials and Devices, Las Vegas, 7—10 febrero 1972, Washington, D. C., Optical Society of America, Digest of Technical Papers, documento WB5, 4 pág.  
 [14] M. Börner, D. Gruchmann, J. Guttman, O. Krumpholz y W. Löffler: Lösbare Steckverbindung für Ein-Mode-Glasfaserlichtwellenleiter; Archiv für Elektronik-Übertragungstechnik, junio 1972, volumen 26, nº 6, págs. 288—289.  
 [15] J. Guttman, O. Krumpholz y E. Pfeiffer: A Simple Connector for Glass Fibre Optical Waveguides; Archiv für Elektronik-Übertragungstechnik, enero 1975, volumen 29, nº 1, págs. 50—52.  
 [16] S. Zemon, D. Fellows y P. Sturk: Eccentric Coupler for Optical Fibers; versión simplificada; Applied Optics, abril 1975, volumen 14, nº 4, págs. 815—816.  
 [17] C. P. Sandbank: Comunicaciones por fibra óptica; Comunicaciones Eléctricas, volumen 50 (1975), nº 1, págs. 21—29.

**Michael A. Bedgood** nació en Glasgow en 1945. Obtuvo el BSc en Física en 1968 por la Universidad de Glasgow, e ingresó en STL el mismo año. Durante 5 años trabajó en el laboratorio de visión nocturna sobre sistemas de Televisión de bajo nivel luminoso antes de ser transferido al Grupo de Comunicaciones ópticas en 1973. Actualmente se dedica al desarrollo de conectores de fibra óptica.

El Sr. Bedgood es Miembro Asociado del Instituto de Física.

**John S. Leach** nació en Essex en 1948. Obtuvo un BSC en 1969 por la Universidad de Southampton. En 1969 ingresó en STL como miembro del equipo de desarrollo de visualizadores de plasma, y en 1975 pasó al grupo de Comunicaciones Ópticas donde ahora trabaja en el desarrollo de conectores de fibra óptica.

**Maurice A. Matthews** nació en Wiltshire, Inglaterra, en 1931. Estudió ingeniería mecánica y aeronáutica en el Swindon College. Ingresó en ITT Cannon como ingeniero senior de proyecto en 1969, dedicándose al desarrollo de conectores para aplicaciones militares y aviación civil. Fue nombrado director de ingeniería de productos militares y de aviación en 1974 y desde entonces se ha encargado del desarrollo de conectores y conexiones para proyectos de fibra óptica en íntima conexión con STL, Harlow.



# Sistemas INTERMAT de intercomunicación y jefe-secretaria

Los sistemas de intercomunicación y jefe-secretaria son pequeñas centralitas privadas cuyas líneas exteriores están normalmente orientadas directamente a cada terminal telefónico. Por esto, el establecimiento de la conexión y el control se efectúan en cada una de las extensiones telefónicas, y no centralmente. Mientras que los sistemas convencionales emplean casi exclusivamente, en el control y en el establecimiento de la conexión, dispositivos mecánicos que se incorporan al aparato telefónico, los sistemas modernos prefieren una más flexible solución de lógica electrónica basada en el relé tipo 65.

G. KLAUSE

M. KORFF

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, Alemania Federal

## Objetivos

Los sistemas de intercomunicación y jefe-secretaria INTERMAT\* fueron desarrollados con el fin de normalizar los diferentes sistemas de SEL conocidos en los mercados alemán y europeo y combinarlos en una familia que presentara uniformidad de tecnología y diseño externo. La familia INTERMAT incluye los sistemas siguientes:

- Sistemas de intercomunicación con 1 a 4 líneas exteriores, que constan de un aparato principal y hasta 10 aparatos secundarios, es decir un total de hasta 11 aparatos (Sistemas 1-2, 1-5, 2-5, 2-10, 3-10, 4-10).
- Sistemas jefe-secretaria con 2 a 4 líneas exteriores y hasta 6 aparatos (Sistemas 2-1, 4-5).
- Sistemas de corredores con 4 a 8 líneas exteriores y hasta 9 aparatos (tipos 4-8, 8-8).

Los objetivos más importantes del desarrollo fueron:

- Conformidad con todas las especificaciones de la Administración alemana, teniendo en cuenta los requisitos de las administraciones extranjeras.
- Diseño externo decorativo y armónico del aparato telefónico y de la caja de conexiones.
- Elementos de control orientados hacia el fácil manejo, selección opcional por disco o teclado.
- Producción, instalación y conservación económicas, es decir componentes fiables, unidades enchufables, conexión sin soldadura del cable y conjuntos normalizados en todos los tipos de sistemas.

La figura 1 muestra un aparato del sistema de intercomunicación INTERMAT 2-5.

## Descripción del sistema

Los sistemas de intercomunicación y jefe-secretaria se caracterizan normalmente por el hecho de que el establecimiento de la conexión y el control no están centralizados, como en el caso de las centralitas privadas, sino que se efectúa en cada extensión. Esto supone:

- En la unidad central, equipo económico para posteriores ampliaciones del sistema.
- El usuario tiene acceso a varias líneas exteriores y puede alternar entre dos líneas ("broker's call").
- El estado operacional de las líneas exteriores se indica visualmente en cada extensión.

\* Marca registrada del sistema ITT.



Fig. 1 Aparato de intercomunicación INTERMAT 2-5.

- Las extensiones de un sistema de intercomunicación pueden llamarse entre sí simplemente por actuación de las teclas, y comunicar por líneas interiores. Esto permite consultas y transferencias rápidas.

Por otro lado, la señalización entre extensiones exige más conductores en el cable del sistema. Por tanto, los sistemas de intercomunicación y jefe-secretaria se emplean principalmente en áreas donde trabajan grupos de personas muy próximos, por ejemplo en oficinas de dirección, despacho de abogados y médicos, o en pequeñas empresas comerciales [1].

Los sistemas INTERMAT pueden conectarse en centrales públicas a través de líneas de abonado y/o a centralitas privadas mediante líneas de extensión. La característica destacada de los sistemas INTERMAT es su diseño modular y uniforme. Todos ellos trabajan con el mismo principio de conmutación, emplean el mismo tipo de aparato terminal y de caja de conexiones, y pueden equiparse opcionalmente con disco o teclado.

En la figura 2 se muestra el diagrama de bloques de un sistema INTERMAT.

Cada sistema consta de unidad de control, unidad de alimentación y varias extensiones de intercomunicación, interconectadas todas ellas entre sí por el cable del sistema. Cada extensión de intercomunicación cuenta con un aparato telefónico y una caja de conexiones interconectados por un cordón enchufable.

El aparato de intercomunicación normal incluye el microteléfono, el dispositivo de discado, botones de

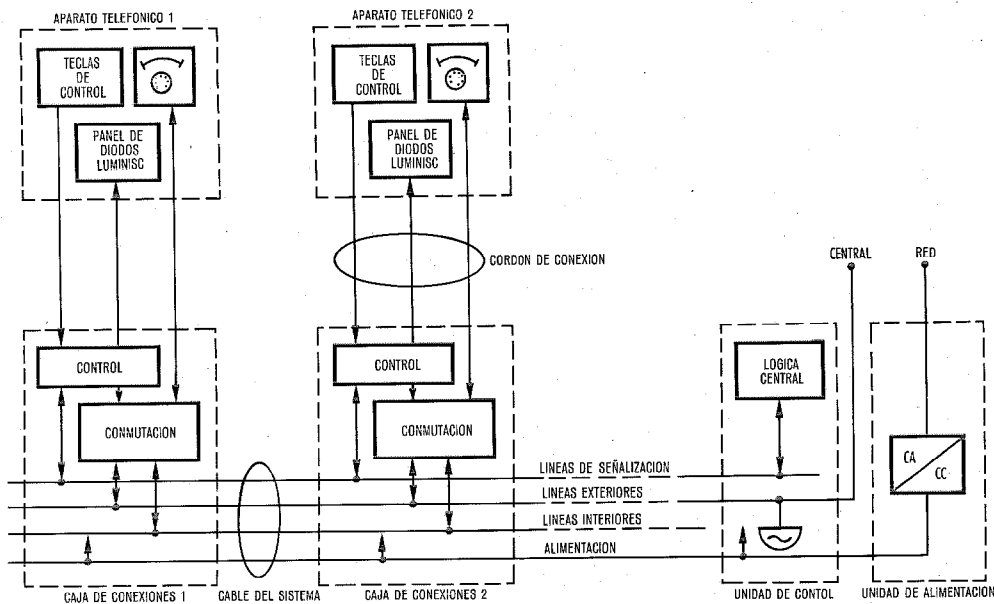


Fig. 2 Diagrama de bloques de un sistema INTERMAT.

control, un panel de diodos luminiscentes y el circuito de conversación con generador de tonos. Son nuevas características:

- Los botones inestables de control, que no están ligados mecánicamente entre sí ni con el gancho conmutador sino que dejan todas las funciones lógicas a los circuitos lógicos de la extensión.
- El panel de diodos luminiscentes, dispuesto independientemente del bloque de teclas, garantizando así una clara indicación visual del estado de las líneas exteriores.
- El generador electrónico de tonos, con volumen regulable de sonido, que produce dos tonos diferentes. Un tono continuo indica una llamada interior, mientras que un tono modulado acompañado de una indicación visual señala una llamada exterior.
- La caja de conexiones incluye la lógica de la extensión y las regletas de terminales.
- Los circuitos lógicos aceptan las instrucciones de control, establecen la conexión a las líneas exteriores e interiores, controlan el panel propio de diodos luminiscentes e indican el estado propio de funcionamiento al resto de las extensiones a través de la unidad de control.
- El principal componente de los circuitos lógicos de la extensión es el relé 65 de SEL. La lógica está diseñada de forma que pueden conectarse en paralelo todas las extensiones de intercomunicación, es decir que los conductores del cable del sistema se conectan en la misma secuencia en cada extensión.
- Las regletas de terminales sirven para conectar el cable del sistema a las placas de circuito impreso. Sus terminales enchufables permiten el rápido intercambio de placas de circuito impreso y una sencilla asignación de líneas interiores a las extensiones de intercomunicación. Los terminales de tornillo y el

principio de conexión en paralelo permiten la interconexión opcional de las distintas extensiones de intercomunicación y de la unidad de control.

La unidad de control contiene la lógica central y el generador de llamada y zumbador o, en el caso de sistemas con indicación óptica de llamada, el circuito de llamada.

La unidad de alimentación da una salida de 48 V de CC estabilizada electrónicamente.[2].

Los equipos de la familia INTERMAT pueden incorporar gran número de facilidades adicionales: comunicación con manos libres, recepción por altavoz, llave de bloques, escucha (por ejemplo conexión de un testigo), supervisión de la alimentación, asignación, transferencia, encaminamiento automático e indicación visual de llamadas. Para todas las facilidades adicionales hay previstos el espacio y los terminales necesarios en los aparatos telefónicos y en la caja de conexiones, de forma que su instalación posterior en sistemas existentes no plantea problema alguno.

### Diseño

El aparato telefónico y la caja de conexiones del sistema INTERMAT han sido desarrollados según las más recientes tecnologías.

Con objeto de conseguir las soluciones óptimas de cada detalle se han utilizado los siguientes métodos de diseño de manera consecuente.

- Métodos de creatividad [3]
- Evaluación técnico-científica de acuerdo con Kesselring [4]
- Método morfológico [5].

El resultado de estos esfuerzos es un aparato telefónico y una caja de conexiones que constan de sólo unos pocos conjuntos mecánicamente idénticos pero

eléctricamente diferentes. Esto simplifica considerablemente la producción, la instalación y la conservación. En el aparato telefónico, la placa base y el armazón, que puede girar sobre charnela horizontal, lleva todos los componentes eléctricos, incluido el alambrado, y constituyen así una unidad funcional. En la caja de conexiones, todos los componentes eléctricos van dispuestos en la placa base.

La figura 3 muestra la estructura mecánica del aparato telefónico INTERMAT.

La placa base lleva la placa de circuito impreso donde van el circuito de conversación y el circuito de tonos, la palanca del gancho conmutador y la placa de circuito impreso, que permite las facilidades adicionales "manos libres" y recepción con altavoz.

Las demás partes van instaladas en el armazón: una tarjeta de circuito impreso de teclas, otra tarjeta con diodos luminiscentes, disco o teclado, altavoz de tonos y, como facilidades adicionales, botón de tierra, llave de bloqueo de teclas y control de volumen para el servicio "manos libres" y recepción con altavoz.

La caja lleva igualmente el accionador del gancho conmutador y la placa de cubierta con el filtro luminoso y la ventana de rotulación.

Salvo la placa de la cubierta, los conjuntos anteriores están normalizados para todos los tipos de aparatos.

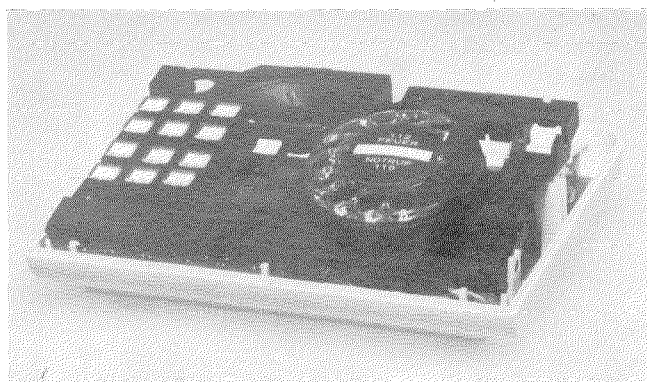
La placa de la cubierta varía con el número de botones empleados, con el dispositivo de discado, y con la presencia o ausencia de botón de tierra y control de volumen.

Los conjuntos encajan a presión; sólo se utilizan dos tornillos ocultos para unir la placa base, la caja y el armazón. En el hueco que facilita levantar con la mano el aparato de intercomunicación hay un sello de plomo que es preciso quitar para abrirlo.

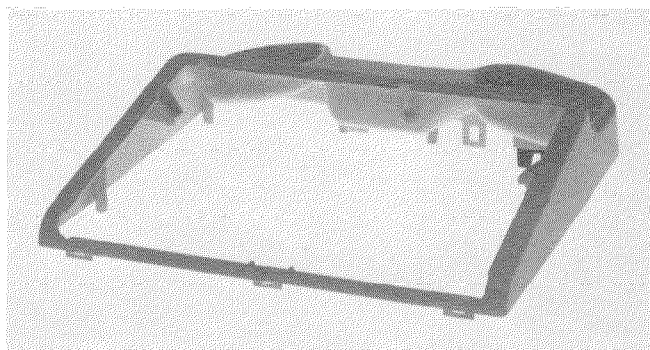
La figura 4 muestra el diseño mecánico de la caja mural INTERMAT que contiene la caja de conexiones, la unidad de control y la unidad de alimentación. Igual que para el aparato telefónico, se utilizan partes y conjuntos normalizados en todos los tipos y versiones de sistema.

La placa base lleva todos los circuitos eléctricos, principalmente tarjetas de circuito impreso y las regletas de terminales. El cable del sistema pasa por conductos apropiados y se conecta a regletas de 10 terminales. Las placas de circuito impreso que permiten facilidades adicionales se insertan verticalmente en unas guías, de forma que no es necesaria otra caja mural, lo que es una ventaja esencial en comparación con los sistemas actuales.

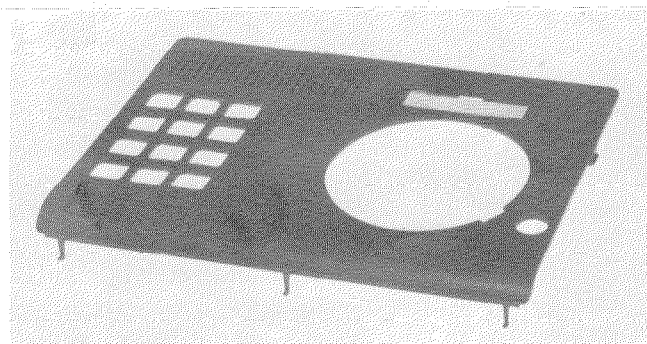
La cubierta de plástico armoniza en diseño y color con el aparato de intercomunicación y encaja a presión en la placa base.



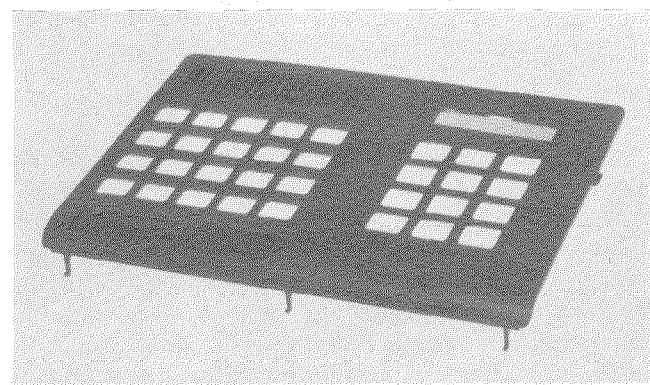
a) Placa base con armazón



b) Caja

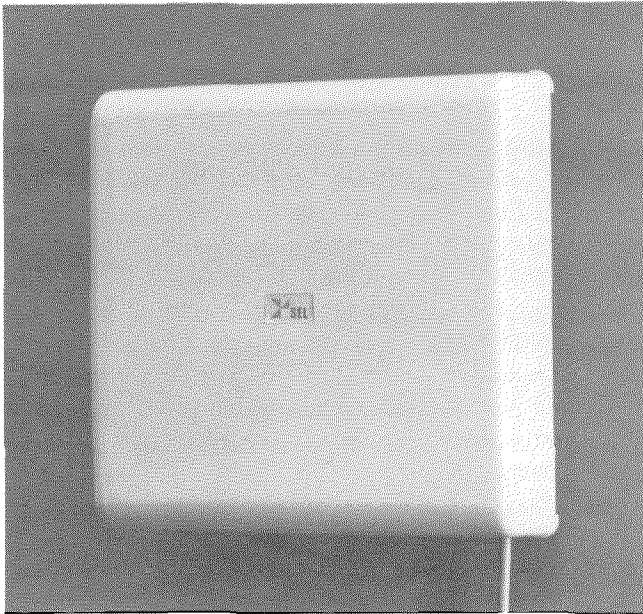


c) Placa frontal para aparato telefónico 2-5 con disco.

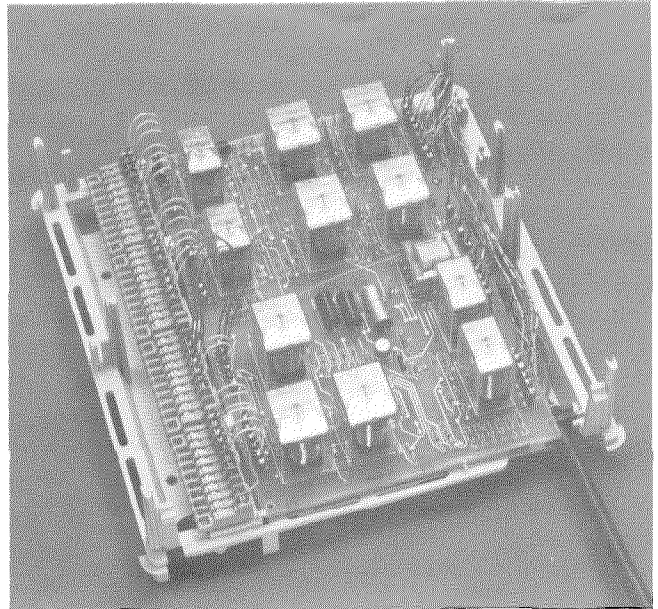


d) Placa frontal para aparato telefónico 4-10 con teclado.

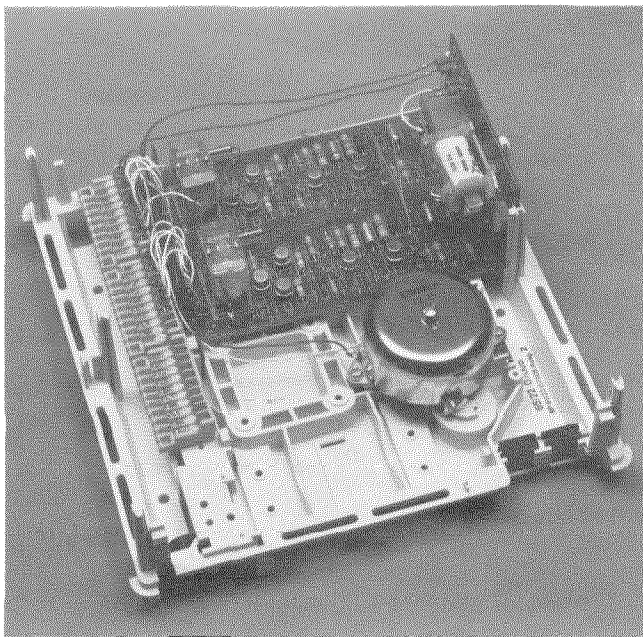
Fig. 3 Estructura del aparato INTERMAT.



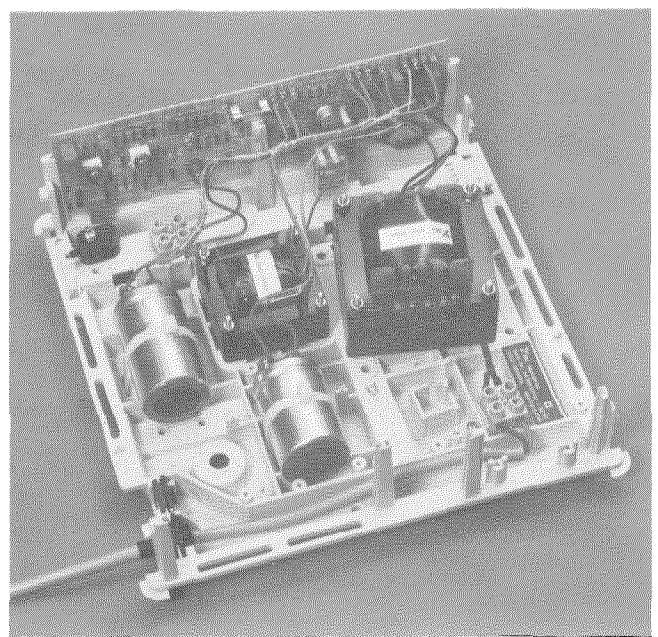
a) Cubierta



b) Caja de conexiones



c) Unidad de control



d) Unidad de alimentación.

Fig. 4 Estructura de la caja mural INTERMAT.

### Elementos de control

La sencillez de manejo fue uno de los objetivos clave durante el desarrollo de la familia INTERMAT. Junto con el diseño exterior se realizaron extensos estudios ergonómicos. Uno de los resultados más importantes es la indicación del estado operacional mediante dos diodos luminiscentes por tecla de línea exterior. Las parejas de diodos están situadas en el panel de diodos luminiscentes, delante del bloque de teclas de control claramente asociadas a las teclas de las líneas. Por otra parte la señalización lógica de los estados operacionales (Fig. 5), asegura su fácil comprensión.

Otras ventajas de los sistemas INTERMAT con respecto a la sencillez de manejo son las siguientes:

- Todos los elementos de control están dispuestos en un panel inclinado  $15^\circ$ . Consecuentemente, es fácil actuar sobre las teclas y el disco y pueden leerse bien los rótulos.
- Las teclas están cubiertas por un capuchón de plástico que el usuario puede quitar para escribir los rótulos. Las teclas especiales que no hacen falta están bloqueadas mecánicamente, pero pueden desbloquearse siempre que sea necesario.
- Los diodos luminiscentes tienen larga vida y, gracias

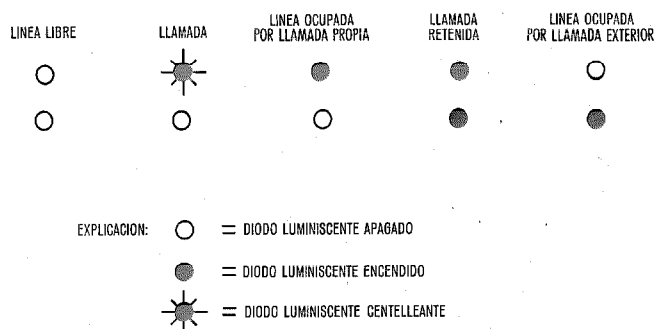


Fig. 5 Señales de los diodos luminiscentes.

al filtro luminoso, garantizan un buen contraste incluso bajo la luz directa del sol.

- el microteléfono se apoya en posición horizontal sobre el aparato detrás del panel de control.
- Según sus hábitos, el usuario puede fijar el cordón del microteléfono en la placa base para salir a la izquierda o a la derecha o por detrás del aparato asegurando así que no tapa los elementos de control.
- Una cavidad en la parte posterior permite levantar el aparato fácilmente con una mano tanto si el microteléfono está repuesto como si está levantado.

### Conclusiones

La familia INTERMAT incluye una variedad de nuevos sistemas de intercomunicación y jefe-secretaria que son más fiables, de diseño más atractivo y más sencillos de manejar que sus antecesores. Las partes del

sistema y los conjuntos individuales están relacionados de forma que permitan una fácil adaptación a futuros sistemas de conmutación y necesidades del mercado.

### Referencias

- [1] H. Möbius: Teamgespräch durch Tastendruck. Bürotechnik 10/75, págs. 1104—1105.
- [2] W. Winterstein: Gleichrichter mit geringer Netzrückwirkung. Elektrotechnik 1974, n° 20, págs. 14—18.
- [3] K. Brankamp: Leitfaden zur Leistungssteigerung in der Konstruktion. VDI-Verlag 1975.
- [4] F. Kesselring: Technisch-Wirtschaftliches Konstruieren. VDI-Bildungswerk 1967.
- [5] H. Kettner: Die morphologische Methode und das Lösen konstruktiver Aufgaben. Werkstatt-Technik 1971, Vol. 12, págs. 737—741.

**Manfred Korff** nació en Nuremberg en 1939. Estudió telecomunicación en el Instituto de Tecnología de Darmstadt. Tras graduarse en 1964 trabajó en el Instituto como ayudante científico. En 1971 obtuvo el título de doctor con una tesis sobre el análisis topológico de  $n$  puertas. Desde 1972 ha trabajado en SEL como jefe del proyecto de desarrollo de los sistemas INTERMAT.

**Gerhard Klause** nació en 1931 en Bartenstein, Prusia Oriental. Estudió ingeniería de RF y telecomunicación así como mecánica de precisión en la Universidad Técnica de Berlín y en 1957 obtuvo su diploma habiendo trabajado como adjunto al Profesor de Telecomunicación. Posteriormente trabajó tres años como ingeniero de laboratorio en Siemens AG y Deutsche Elektronik en Berlín; cinco años como jefe de grupo en el departamento de sistemas industriales de control de Farbwerke Hoechst AG; y siete años como jefe de departamento en diseño electrónico y mecánico de sistemas de control para análisis de agua en Fuisting & Co. Desde el 1 de enero de 1973 trabaja en SEL, donde es responsable del diseño de equipos de abonados.



# Sistema de prueba para transmisión digital de TV

Los métodos de transmisión digital de señales de televisión están cobrando creciente importancia ya que pueden ofrecer ventajas en ahorro de frecuencia, flexibilidad operativa y calidad de imagen. Para comprobar estos métodos se ha desarrollado un sistema de prueba para determinar qué técnica de transmisión digital es más adecuada para señales de TV en color.

H. J. KLUTZ  
P. C. ULRICH  
J. WASSER  
W. ZSCHUNKE

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

## Introducción

Según se expuso en un artículo anterior [1], la transmisión digital de señales de TV comparada con una transmisión analógica ofrece ventajas en cuanto a menor potencia de transmisión o menor ancho de banda, flexibilidad operativa e intercambio internacional de programas [2, 3].

Sin embargo, antes de recomendar finalmente la introducción de un sistema de transmisión digital de TV, es preciso disponer de suficientes resultados de pruebas de calidad de imagen, errores de transmisión, fiabilidad, compatibilidad con otros sistemas e indicaciones sobre posibles simplificaciones del sistema. Con este fin, en SEL se ha estado trabajando sobre un sistema de prueba para la transmisión digital de una señal de televisión en color, conteniendo dos señales de emisión de sonido, a una velocidad binaria de 34 Mbit/s. Las bases teóricas y el concepto de sistema elegido han sido expuestas en varias ocasiones, por ejemplo [1, 4, 5]. Este artículo describe la realización del sistema desarrollado en SEL y algunos primeros resultados.

El trabajo está patrocinado por el Ministerio Alemán para la Investigación y la Tecnología soportado por la dirección de proyecto de la DFVLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt). Los informes finales [6, 7], que pueden obtenerse en estos organismos, contienen una detallada descripción del trabajo.

## Concepto de Sistema

Como ya se demostró en [1], la codificación por MIC (PCM) de las señales de TV en color requiere una velocidad binaria de 80 Mbit/s aproximadamente, la cual puede, sin embargo, reducirse a 34 Mbit/s por métodos de compresión de datos. A este fin el MIC Diferencial (MICD) es especialmente adecuado porque este método es muy eficiente en cuanto a reducción alcanzable de la velocidad binaria y complejidad del sistema.

Según se describe con más detalle en [1], en MICD se transmite la diferencia básica entre la muestra actual y un valor estimado obtenido de un predictor. Este método se aplica por separado al proceso de la señal de luminancia Y y de las dos señales de crominancia R-Y y B-Y (codificación de los componentes). El sistema de prueba se ha diseñado flexible, pues el principio de MICD admite muchas variantes para mejorar la calidad de imagen [8, 9] y hasta el momento

Tabla de abreviaturas

AMDT	- acceso múltiple por división en tiempo
A/D	- analógico/digital
CATV	- distribución de TV por cable
D/A	- digital/analógico
dibit	- secuencia dual de bits
MIC	- mod. impulsos codificados
MICD	- mod. impulsos codificados diferencial

no se ha clarificado completamente qué método, y con qué parámetros de codificación MICD, es especialmente adecuado en lo que concierne a la calidad de imagen, insensibilidad a errores de transmisión y complejidad del sistema. El propósito de esta disposición de sistema es permitir tomar fácilmente en cuenta futuros resultados de investigación.

Después de la codificación MIC, las señales de video y audio se procesan digitalmente por completo. Esta solución tiene ventajas en lo que concierne a precisión y reproducibilidad y ofrece además la posibilidad de integración de unidades funcionales en circuitos MSI y LSI. La reproducibilidad exacta de los circuitos digitales también simplifica el problema de que en los sistemas MICD algunas unidades funcionales tales como el sumador y el predictor, que son comunes a la unidad de transmisor y receptor, han de entregar señales absolutamente idénticas para una correcta reconstrucción de la señal transmitida. Para una exacta predicción es además necesario sincronizar las frecuencias de muestreo y los relojes de proceso de imagen con la señal de imagen, y mantenerlos tan estables que el error temporal de muestreo en la señal de imagen sea pequeño comparado con el intervalo de muestreo. Este requisito se cumple en el sistema de prueba, sincronizando todas las frecuencias de reloj con la frecuencia de línea de la señal de imagen, mediante un bucle de control de fase con un oscilador de cuarzo controlado por voltaje.

La tabla 1 muestra las velocidades binarias resultantes después de la codificación. Las dos señales de crominancia se transmiten secuencialmente, esto es, alternativamente una señal por línea. Esto se traduce en una velocidad binaria mitad para la codificación de crominancia sin llegar a una pérdida intolerable de resolución vertical. Puesto que la sincronización se realiza una vez por trama, proporcionando así el intervalo de separación horizontal para la transmisión de señal de imagen, la velocidad binaria para la codificación de

Tabla 1 - Velocidades binarias para la digitalización de una señal de TV en color con dos señales de sonido.

Señal	Ancho de banda MHz	Bits/muestra	Velocidad de muestreo	Velocidad binaria Mbit/s intervalo de separación no usado	Velocidad binaria Mbit/s intervalo de separación usado
Y	5	3	10,0 MHz	30,0	24,4
R-Y, B-Y	1	4	2,0 MHz	8,0	6,5
T1	0,015	14	31,25 kHz	0,4	0,4
T2	0,015	14	31,25 kHz	0,4	0,4
Velocidad binaria total					31,7

Y - Señal de luminancia  
 R-Y, B-Y - Señales de crominancia  
 T1, T2 - Señales de sonido

imagen se reduce según la relación del período activo de línea al período total.

Con este sistema, las señales de TV y sonido se pueden transmitir en serie a una velocidad binaria de 34 Mbit/s por un enlace con una probabilidad de error suficientemente baja (por ejemplo fibra de vidrio o cable coaxial). Está previsto completar las unidades de protección contra errores a mediados de 1977, haciéndose también posible de este modo una prueba de campo vía satélite.

**Unidades Funcionales del Sistema de Prueba**

**Proceso de la señal de luminancia**

La señal de luminancia se codifica con un sistema MICD empleando predicción bidimensional y un cuantificador controlado [8]. Esto quiere decir que la magnitud de la diferencia de dos elementos de imagen ya procesados arroja una señal de control que elige la característica de cuantificación óptima para procesar el elemento actual de imagen. Dependiendo de la magni-

tud de la diferencia, se escoge una característica de cuantificación que tiene pasos gruesos o finos. Con el fin de mantener la señal de diferencia transmitida tan pequeña como sea posible, el valor predicho para el próximo elemento de imagen ha de ser muy preciso. Esto se consigue mediante el predictor bidimensional que utiliza elementos de imagen previos de la misma línea y también elementos de imagen de la línea anterior. La señal de luminancia se muestrea a 10 MHz. En la figura 1 se muestra un diagrama de bloques del proceso de la señal de luminancia.

El sustractor forma la diferencia ( $A-\hat{x}$ ) entre la señal de la muestra de imagen actual  $A$  y el valor predicho correspondiente  $\hat{x}$ . Como  $A-\hat{x}$  puede tener también valores negativos se determinan el valor absoluto y el signo de la diferencia para el ulterior proceso en el MICD.

El cuantificador subdivide el margen de variación de las señales de diferencia (son posibles  $\pm 256$ ) en varias partes menores. Estas partes corresponden a los

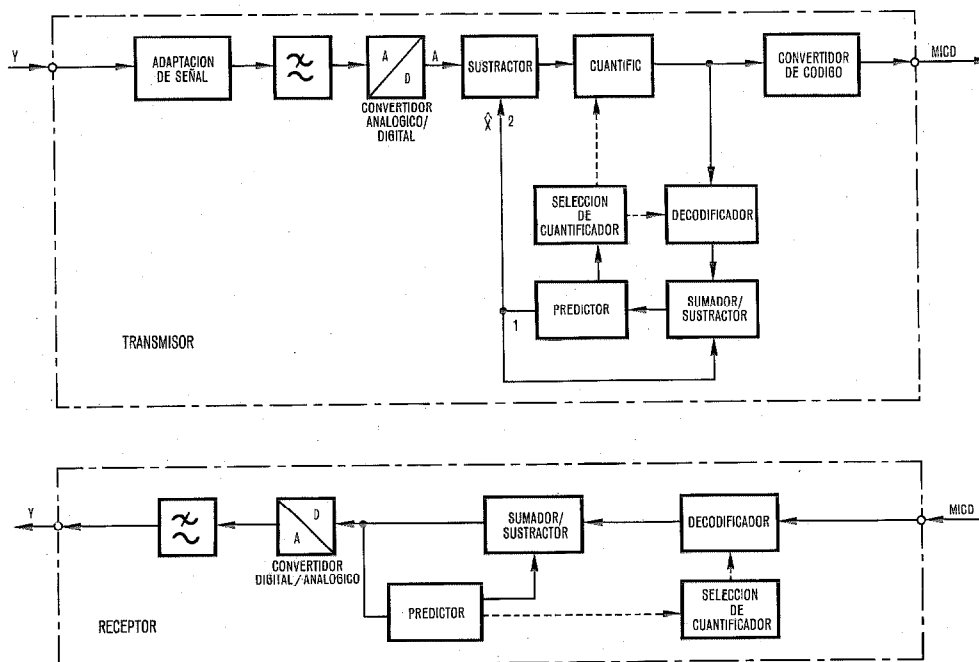


Fig. 1 Proceso de la señal de luminancia.  
 A - elemento de imagen actual  
 $\hat{x}$  - valor predicho.

escalones de la característica de cuantificación. Con el fin de mantener flexible el diseño, se emplean comparadores de palabra direccionados en paralelo. El número de comparadores de palabra depende del número requerido de bits por muestra que han de ser transmitidos. La flexibilidad del sistema permite realizar hasta 8 comparadores de palabra, que corresponden a 4 bits por muestra. Cualquier señal de salida del sustractor se aplica a la entrada de todos los comparadores de palabra, mientras las fronteras de los intervalos se aplican a las entradas de referencia de los correspondientes comparadores. Una simple lógica decide a qué intervalos de la característica de cuantificación pertenece la señal de diferencia aplicada.

Si se emplean distintas características de cuantificación, el tamaño de los intervalos (esto es, las entradas de referencia de los comparadores) han de alterarse. El modelo de demostración emplea cuatro características de cuantificación. Cada una de ellas se puede seleccionar con conmutadores, mientras que en el modo dinámico se pueden escoger tres bajo el control del predictor. La longitud de palabra del sistema MICD se puede reducir a menos de 4 bits reduciendo el número de comparadores de palabra.

El decodificador asigna a cada intervalo transmitido por el cuantificador, una cierta palabra código que da el valor actual de la señal de diferencia cuantificada. Las fronteras de los intervalos así como el valor actual de la señal de diferencia en este intervalo se pueden ajustar mediante conmutadores para cada una de las características de cuantificación.

Dependiendo del bit de signo, la unidad sumadora suma o resta las palabras representativas de 8 bits del decodificador y el correspondiente valor predicho. Además de estas operaciones aritméticas simples, el sumador proporciona una "doble limitación" al "negro" y al "blanco". La limitación es necesaria porque la señal de salida  $F$  del sumador puede caer fuera del margen de valores posibles de  $0 \leq F \leq 255$ , debido a las inexactitudes introducidas por la cuantificación. La limitación se puede lograr por una decisión lógica basada en el resultado, el desbordamiento y el bit de signo del sumador.

En un predictor simple para la señal de luminancia, el valor predicho  $\hat{x}$  de la muestra de imagen viene dado por la muestra previa de imagen  $A$  (Fig. 2). De esta forma los bordes horizontales en la imagen de TV se predicen óptimamente pero esta predicción fallará para todas las demás direcciones, especialmente para los bordes verticales. Para mejorar la calidad de imagen se necesita una predicción bidimensional. En este caso se necesitan muestras de imagen de la línea previa. La simulación con ordenador demostró que la predicción  $\hat{x} = A + (C-B)/2$  conduce en general a los mejores resultados. Si se almacena la línea previa, resultan posibles y realizables algunas otras predicciones, por ejemplo,  $\hat{x} = (A + D)/2$  ó  $(A + C)/2$ . Son posibles más predicciones pero no aportan ninguna mejora respecto a las mencionadas anteriormente. Para probar y comparar los diferentes algoritmos de predicción éstos se pueden seleccionar manualmente con conmutadores.

El predictor bidimensional realizado está dividido en una unidad de memoria y una unidad aritmética, (Fig. 3). Para el cálculo del valor predicho, la memoria de línea proporciona los valores de muestra de imagen de la línea previa. Adicionalmente a esta función la conmutación de la característica de cuantificación se deriva del almacén de línea controlado por el valor  $|D-A|$ .

La unidad aritmética determina por elección de  $A$ ,  $B$ ,  $C$  ó  $D$  la predicción deseada. Por ejemplo, para la predicción  $\hat{x} = A + (C-B)/2$  debe calcularse primero la diferencia  $(C-B)$ . Después de la división por dos, se añade el valor de la muestra de imagen  $A$ . Este resultado  $\hat{x}$  puede ser positivo o negativo. Si el margen de señal se normaliza entre 0 y 1, por ejemplo  $A, C = 0$  y  $B = 1$ , el valor de predicción es  $\hat{x} = -0,5$ . Sin embargo, las predicciones significativas están dentro del margen de señal. Por tanto una lógica prevé una limitación del margen de  $\hat{x}$  entre 0 y 1.

El receptor para la señal de luminancia se muestra en la parte inferior de la figura 1. La señal de entrada es una palabra transmitida MICD de 3 bits. Dos bits se procesan en el decodificador. Dependiendo del bit de signo, la unidad sumadora suma o resta. El sumador y el predictor son los mismos que los del lado transmisor. Dependiendo de la diferencia  $|D-A|$  se selecciona una característica cuantificadora y se convierte el significado de la palabra código transmitida en el valor correspondiente según la característica cuantificadora seleccionada. La figura 4 muestra la característica cuantificadora momentáneamente empleada, en forma de matices grises. El negro representa la característica cuantificadora con los escalones más pequeños, el blanco la característica con escalones grandes. Después de la conversión digital-analógica y del filtrado paso bajo, la señal de luminancia  $Y$  está disponible para un receptor.

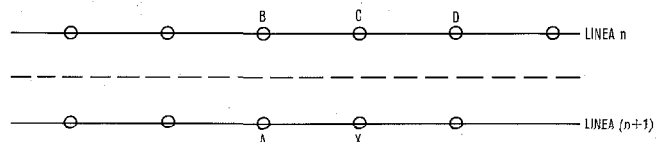


Fig. 2 Configuración del elemento de imagen.

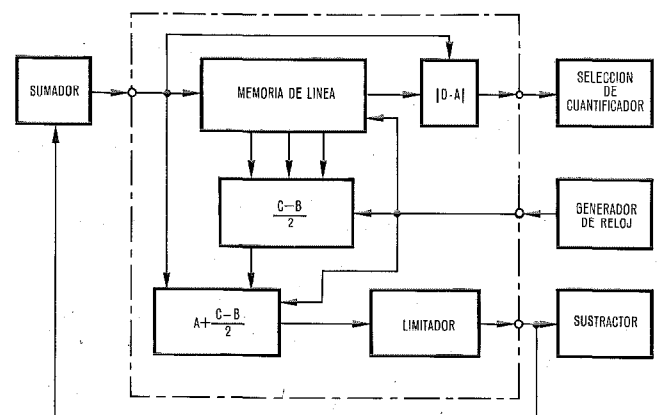


Fig. 3 Predictor bidimensional.



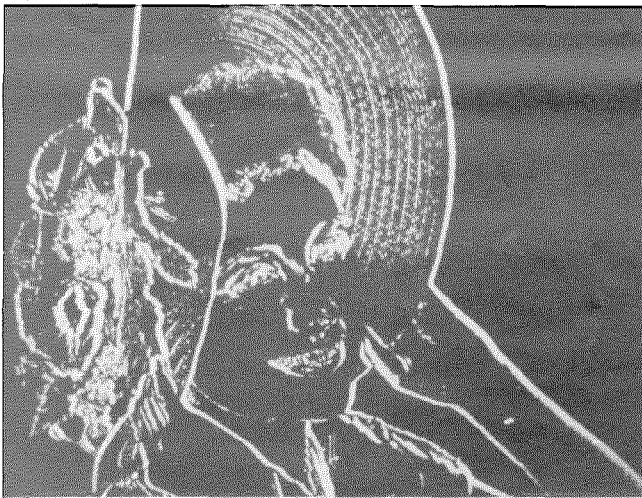


Fig. 4 Presentación en monitor de la señal de control del cuantificador.  
 blanca - cuantificación gruesa  
 gris - cuantificación media  
 negra - cuantificación fina.

### Proceso de las Señales de Crominancia

Las señales de crominancia R-Y y B-Y se procesan empleando un MICD de cuatro bits con predicción de muestra previa. El sistema MICD emplea la cuantificación reflejada, un método especial sin transmisión del bit de signo [9].

La figura 5 muestra un diagrama de bloques del sistema MICD de crominancia. La función de los bloques de proceso de señal corresponde a la de la señal MICD de luminancia.

La suma y la resta en el bucle MICD se llevan a cabo empleando tanto notación binaria como de com-

plemento 2, por lo que no hay necesidad de prohibir ningún desbordamiento de código. Las señales de crominancia se muestrean a 2 MHz. Cuantificador y codificador están realizados empleando memorias programables de lectura solamente (PROM). Las señales de crominancia se transmiten en secuencia de línea, es decir, se transmite una señal de crominancia en cada línea. En la parte de recepción, cada señal de crominancia recibida se escribe en una memoria de línea. Utilizando la señal actual recibida y la que está a la salida de la memoria de línea, ambas señales de crominancia quedan disponibles para su aplicación al receptor de televisión.

### Proceso de la Señal Sonora

Para el proceso de las dos señales sonoras, cada una con un ancho de banda de 15 kHz, se tienen en cuenta las recomendaciones del CCITT [10]. Los requerimientos contenidos aquí están de acuerdo con una codificación MIC de 14 bits [11]. No se realizó una posible reducción a 10 bits/muestra mediante un cuantificador no lineal conforme a una característica de 13 segmentos porque la reducción de la velocidad binaria total así alcanzable es despreciable. La frecuencia de muestreo se eligió doble de la frecuencia de línea. El sistema de prueba procesa las dos señales sonoras en dos unidades funcionales paralelas. Contienen pre- y de-énfasis, filtros de transmisión y recepción y convertidores A/D y D/A cada una con 14 bits de precisión.

### Multiplexado y demultiplexado

La transmisión por satélite de la señal digital multiplex se realiza por medio de un modem de cuatro fases. Este modem requiere que la información sea

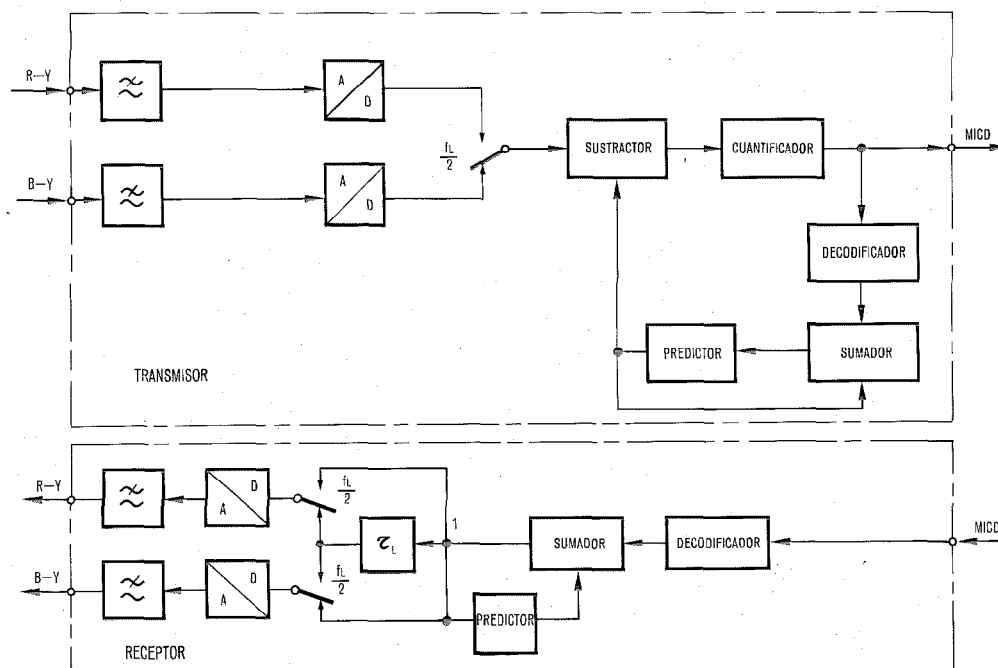


Fig. 5 Proceso de las señales de crominancia.  
 $F_L$  - frecuencia de línea  
 $\tau_L$  - retardo de una línea.

transmitida en forma de una secuencia dual de bits (secuencia de dibits) de velocidad mitad de la velocidad binaria total ( $2 \times 17$  Mbit/s). La velocidad binaria de información de la señal de TV-color codificada MICD y de los dos canales sonoros es de 31,7 Mbit/s (véase tabla 1). Para proteger los bits de información contra los errores de transmisión se necesita una redundancia adicional de aproximadamente 6 % para codificación de error.

Para el multiplexado de las señales de luminancia, crominancia y sonido, es más ventajoso un sistema de entrelazado de bloques que uno de entrelazado de bits, pues el número de bits por línea de estas señales es diferente. La capacidad de memoria podría ciertamente reducirse empleando métodos de entrelazado de bits pero esto solamente sería posible bajo la condición de que entre las señales multiplexadas la relación de bits fuera entera [3]. Además, el entrelazado de bloques ofrece la ventaja de una mayor flexibilidad en cuanto a métodos de codificación.

La señal multiplexada consta de las siguientes partes (Fig. 6):  $2 \times 780$  bits de luminancia seguidas por

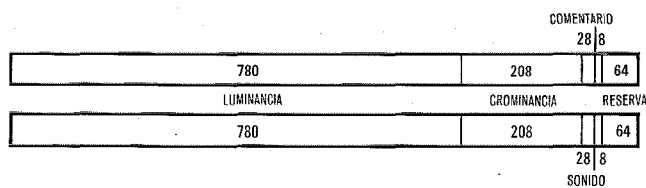


Fig. 6 Estructura de la señal múltiplex de dibit.

$2 \times 208$  bits de crominancia y  $2 \times 28$  bits de sonido. Si se necesitan, se pueden insertar  $2 \times 8$  bits para dos señales de canal de comentario adicionales. Los restantes  $2 \times 64$  bits se reservan para bits de redundancia como protección contra errores de transmisión. Estos bits se insertan después, mediante un dispositivo de codificación de canal apropiado, que retiene la señal múltiplex y la adapta a la longitud de bloque del código de bloque empleado. La velocidad total de la secuencia de dibits es 17 Mbit/s y esto resulta en una velocidad de transmisión de 34 Mbit/s.

La figura 7 muestra un diagrama de bloques del multiplexor. Con el fin de obtener una velocidad de proceso inferior en las memorias, la información total se reparte en cuatro canales entrelazados de 8,5 Mbit/s. La señal de crominancia MICD ya está dividida en cuatro canales por el codificador de 4 bits, la información de luminancia codificada en 3 bits ha de convertirse de tres canales con 520 bit/línea en cuatro canales con 390 bit/línea. El contador lector distribuye los bits de dirección a las memorias y simultáneamente, en su función de unidad de reloj central, proporciona los impulsos de tiempo necesarios para el correcto llenado de las señales en la trama multiplexada.

En el receptor la secuencia de datos entrante se divide en cuatro canales que son primeramente memorizados. La velocidad de escritura en las memorias para todas las señales es 8,5 Mbit/s, mientras que la lectura se hace con las velocidades correspondientes a las diferentes señales. Las secuencias binarias divididas para

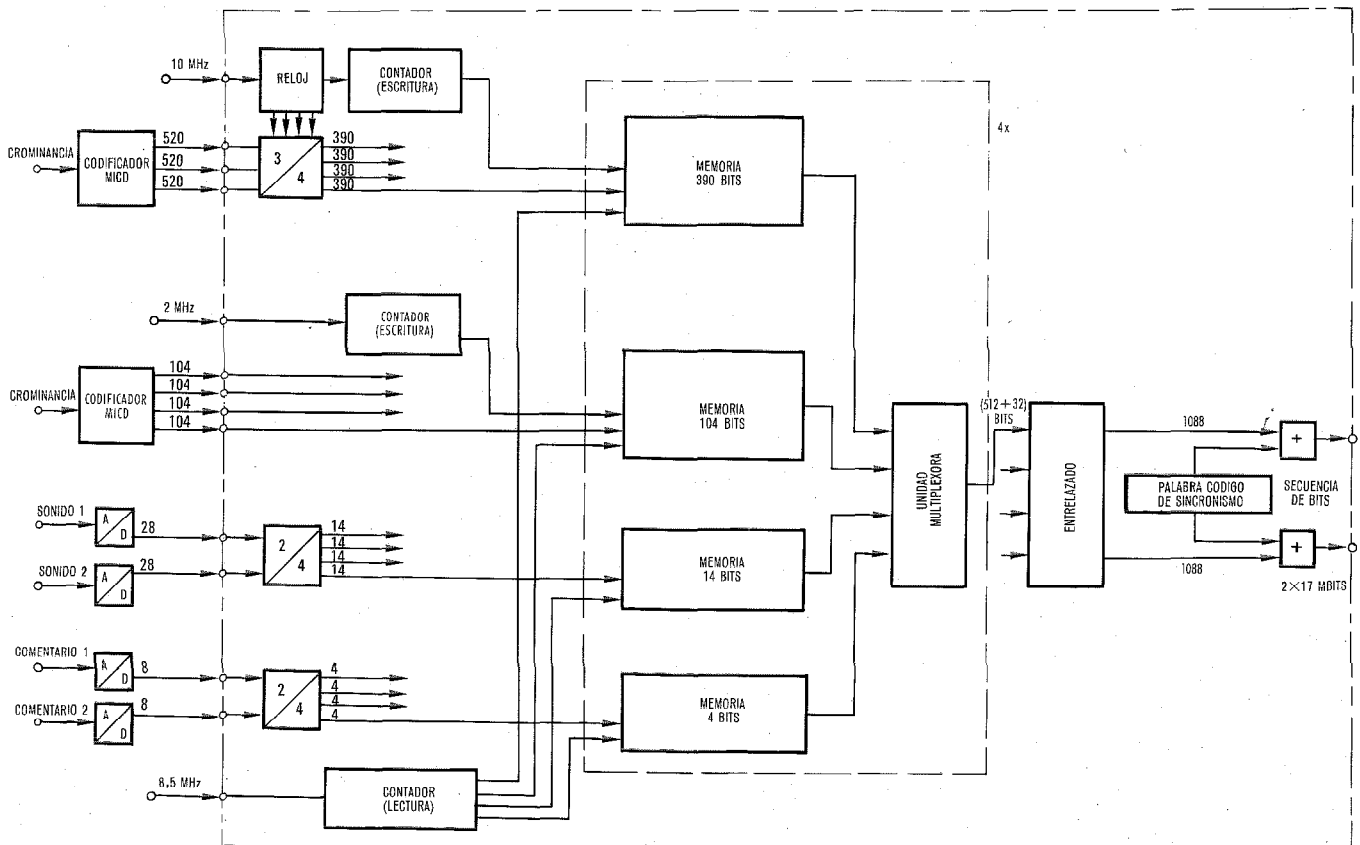


Fig. 7 Unidad múltiplex (números = bits/línea).

la luminancia, crominancia, sonido y señales de comentario se convierten ahora a formato paralelo para proceso ulterior en las unidades de decodificación de la fuente.

#### Sincronización de trama

En la emisión se devira un impulso de trama a partir de la coincidencia de los intervalos de relleno vertical y horizontal. Este impulso de trama determina la inserción del diagrama de sincronismo, consistente en dos palabras código de 13 bits alojadas en una de las líneas vacantes de cada trama.

En el montaje experimental, cada uno de los bits de sincronismo es ajustable, por lo que se pueden comprobar varias palabras de sincronización tales como códigos de Barker u otros diagramas especiales de baja probabilidad de imitación por la señal de TV digitalizada. Una estimación del tiempo de sincronización a partir de la longitud de la palabra y de la trama lleva a un tiempo de sincronización medio de unos 44 ms, esto es 1,1 veces la duración de la trama [13]. Si en el lado receptor se detecta una vez el diagrama de sincronismo, comparando los bits que llegan con una palabra de sincronismo almacenada, el diagrama se comprueba de nuevo justo después del tiempo de una trama completa. Después de dos comprobaciones correctas el sincronismo se supone válido y útil para el proceso de imagen subsiguiente. Comprobando dos veces el diagrama de sincronismo, es muy raro que ocurra una falsa sincronización y por tanto una pérdida de sincronismo durante muchas tramas (cada 40.000 horas).

En el caso de pérdida de sincronización, la condición "fuera de sincronismo" se confirma solamente después de tres comprobaciones con resultado negativo y solamente en este caso se inicia una nueva orden de búsqueda de sincronización. Si la probabilidad de error en la línea de transmisión se supone de  $10^{-4}$ , la probabilidad de pérdida de sincronismo es alrededor de  $2 \times 10^{-8}$ . Esto significa una breve pérdida cada 650 horas. Esta operación se lleva a cabo mediante un contador de puntos de imagen y el subsiguiente contador de línea que da un impulso de 1 bit por cada trama para comprobación del diagrama de sincronismo. El resultado de esta comprobación se aplica a un contador/descontador que cuenta si el resultado es positivo y descuenta si es negativo. En la condición de "búsqueda" el sistema de comprobación por trama no está, naturalmente, en acción hasta que se encuentra un nuevo estado de sincronismo.

En el lado receptor, los intervalos de supresión horizontal y vertical se derivan mediante los contadores de puntos de imagen y de línea del dispositivo de sincronización. Estos impulsos se combinan de acuerdo con las normas de TV y son adecuados para sincronizar un aparato de TV.

#### Adaptación del receptor

Existen dos maneras de excitar el receptor con una señal de imagen adecuada: una es alimentando la señal de luminancia Y y ambas señales de crominancia R-Y

y B-Y directamente en la unidad de matriz inversa donde los valores tricromáticos rojo, verde y azul se reconstruyen para alimentar el tubo de color. Sin embargo, si se requiere una señal conforme con las normas de TV, los componentes de TV y sonido han de ser convertidos a las normas requeridas (PAL, SECAM, NTSC).

#### Resultados y trabajo futuro

Se ha desarrollado un sistema de prueba para la transmisión digital de señales de televisión en color y dos señales de sonido. La velocidad binaria de transmisión es de 34 Mbit/s. Esta velocidad se obtiene por el proceso de los componentes de la señal TV en sistemas MICD y subsiguiente multiplexado de las señales de video, sonido y sincronización. La figura 8 muestra una fotografía del sistema de prueba con las unidades funcionales descritas. Debido al diseño flexible del

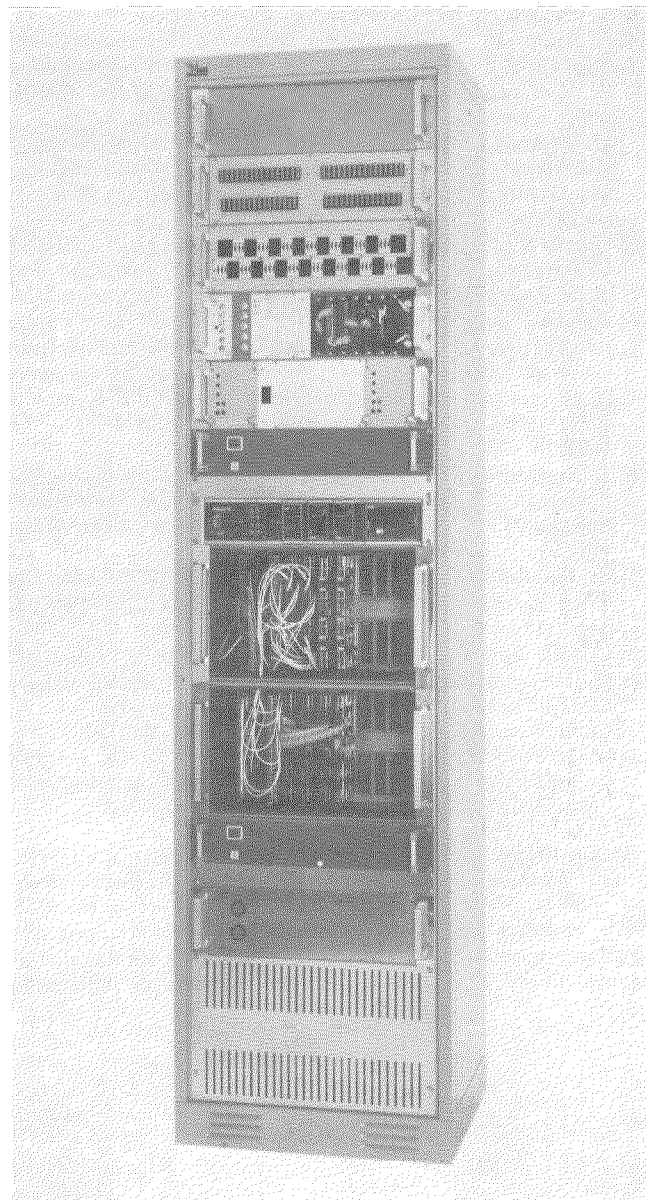


Fig. 8 Sistema de prueba para transmisión digital de TV desarrollado por SEL.

equipo de proceso de imagen, el sistema es considerablemente mayor de lo que sería necesario para una solución determinada. Todas las unidades del sistema trabajan satisfactoriamente. La calidad de imagen estimada de acuerdo con las primeras pruebas de valoración está entre "Buena" y "Excelente" en la escala de 5 puntos de la Unión Europea de Radiodifusión (UER) [12]. La figura 9 da una impresión de la calidad de imagen. No es perceptible la pérdida en calidad de imagen debida a la codificación en esta fotografía. También son difíciles de distinguir las imágenes original y procesada mostradas en tiempo real en el monitor.

### Referencias

- [1] H. Häberle, P. C. Ulrich, W. Zschunke: Transmisión digital de TV por satélites; Comunicaciones Eléctricas, volumen 49 (1974), n° 3, págs. 347—353.
- [2] J. D. Weston: Estudios de transmisión digital de TV para comunicaciones europeas por satélite; Comunicaciones Eléctricas, volumen 49 (1974), n° 3, págs. 338—346.
- [3] STL: Telecommunication System Studies. Digitalisation of TV Signals; ESRO Contract No. 1765/72 SW.
- [4] E. Adler, H. J. Klutz y W. Zschunke: Übertragung von Bild- und Tonsignalen über Satelliten unter Anwendung digitaler Modulationsverfahren; NTG Symposium "Satelliten-Funksysteme", 4.—6. 3. 1975 en Nuremberg.
- [5] W. Zschunke: Digital Transmission of TV by Satellite; 3ª Conferencia Internacional sobre Comunicaciones digitales por satélites, Kyoto, Japón, 11.—13. noviembre, 1975, Sesión H-3.
- [6] Standard Elektrik Lorenz AG, Untersuchung zur digitalen Übertragung von Fernsehsignalen mit dem speziellen Ziel einer Redundanzreduktion, GfW-Contract RVI-1-TI 3/72.
- [7] Standard Elektrik Lorenz AG, Aufbau eines Demonstrationsgerätes zur digitalen Übertragung von Fernsehsignalen über Satellitenstrecken unter besonderer Berücksichtigung eines wirtschaftlichen Heimempfängers, GfW-Contracts RV 11-V4/73 (3) — T1 10 und RV 11 — V35/74 (4) — T1 —BB 74.
- [8] T. Kummerow: Ein DPCM-System mit zweidimensionalem Prädiktor und gesteuertem Quantisierer. NTG-Symposium, Erlangen 4.—6. abril 1973. Symposium Digest, págs. 425—439.
- [9] G. Bostelmann: A simple high quality DPCM-Codec for video telephony using 8 Mbit per second. NTZ 7 (1974) 3, págs. 115—117.
- [10] CCITT, Rec. J. 21, Ginebra 1972, Libro Verde, Vol. III-1.
- [11] H. Hessenmüller: The Source encoding of sound signals, CCITT Study Q. 10/D.
- [12] CCIR, Rec. 500, Ginebra 1974, Libro Verde, Vol. XI.
- [13] H. Häberle: La sincronización de bloques en los sistemas de modulación por impulsos codificados; Comunicaciones Eléctricas, volumen 44 (1969), n° 4, págs. 361—370.

**Heinz-Jürgen Klutz** nació en Pforzheim, Alemania, en 1949. Estudió ingeniería eléctrica y mecánica en el Karlsruhe Technical College. Ingresó en Standard Elektrik Lorenz en 1972, donde se dedicó al principio a estudios y trabajo de desarrollo para los proyectos de TV-satélite y Transmisión de Sonido Integrada. Desde 1974 está en el Departamento de Desarrollo



Fig. 9 Imagen original (izquierda) e imagen procesada (derecha).

Avanzado del grupo de comunicaciones, donde se ocupa especialmente de los problemas de proceso de las señales de sonido y TV y de la transmisión digital de TV.

**Peter C. Ulrich** nació en Stuttgart, Alemania, en 1941. Estudió ingeniería de comunicaciones en la Universidad de Stuttgart y se graduó como Ingeniero Diplomado. Ingresó en Standard Elektrik Lorenz AG en 1969, donde se ocupó en estudios de sistemas y en el diseño y desarrollo de equipos de comunicaciones, especializándose en AMDT (Acceso Múltiple por División en el Tiempo). Desde 1972 a 1975 estuvo trabajando en métodos de reducción de redundancia y transmisión digital de TV. Desde 1976 está ocupándose de tareas de planificación y coordinación en el campo de la técnica de transmisión y conmutación integradas.

**Josef Wasser** nació en 1940 en Colonia. Después de estudiar ingeniería de comunicaciones en la Technische Hochschule Aachen se graduó como Ingeniero Diplomado. Desde 1966 ha participado en el desarrollo de varios proyectos de transmisión en Standard Elektrik Lorenz AG, tales como MIC, transmisión de datos y equipos de línea de CATV. Desde 1975 ha estado trabajando en digitalización de señales de TV.

**Willmut Zschunke** nació en Wuppertal, Alemania, en 1940. Estudió ingeniería eléctrica en la Universidad de Stuttgart y se graduó como Ingeniero Diplomado en 1964. Desde 1964 hasta 1968 fue profesor ayudante en la Universidad de Stuttgart, obteniendo el grado de Dr. Ingeniero en 1968. De 1968 a 1972, como profesor ayudante, fue director de un grupo de investigación encargado de la simulación de la transmisión de datos en ordenador. En 1972 le fue concedido el grado superior de Dr. Ing. y una designación como profesor de comunicaciones (venia legendi). Desde marzo de 1972 ha estado trabajando en Standard Elektrik Lorenz AG en transmisión analógica y digital de TV, incluso en métodos de reducción de redundancia. En 1975 es nombrado Jefe del Departamento de Desarrollo Avanzado, y en 1976, Director de Desarrollos Básicos, que incluyen desarrollo avanzado, redes eléctricas y comunicaciones por satélites.

El Dr. Zschunke es miembro de Nachrichtentechnische Gesellschaft (NTG).

# Simulador de entorno para estudios de tráfico y de capacidad de los procesadores en los sistemas de conmutación SPC

El simulador de entorno en tiempo real proporciona un modelo exacto del sistema de conmutación SPC que emplea procesadores del sistema y programas más un procesador de simulación. Inicialmente desarrollado para comprobación de programas, resulta también una excelente herramienta para estudios de tráfico.

M. GRUSZECKI  
F. CORNELIS

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

## Introducción

Un sistema moderno de conmutación controlado por un programa almacenado en memoria consta de los procesadores (ordenadores en tiempo real de alta velocidad) así como de su software, la red de conmutación y sus órganos de control periféricos (véase el ejemplo de la figura 1 a). Recibe y contesta a los estímulos procedentes de los terminales del sistema, es decir, abonados telefónicos o enlaces con otras centrales.

El simulador de entorno consta de un procesador separado que sustituye a todos los elementos del sistema excepto a los procesadores y su software (Fig. 1b). El sistema de simulación obtenido consta al menos de dos procesadores (el procesador o procesadores del sistema y el procesador para simulación) y opera en tiempo real, de tal manera que los procesadores del sistema no reconocen que parte del sistema se ha reemplazado por el otro procesador; esto es debido a que los puntos de cruce de la red de conmutación, los enlaces y todos los demás órganos así como los abonados y los enlaces entre centrales, etc., están representados mediante bits en la memoria del simulador, la cual se actualiza durante la ejecución de la simulación mediante las órdenes enviadas por los procesadores del sistema de conmutación a través de un circuito especial de entrada y salida o mediante el tratamiento de eventos externos [1, 2].

Los eventos externos, tales como llamadas de los abonados o en los enlaces entrantes, discado, contesta-

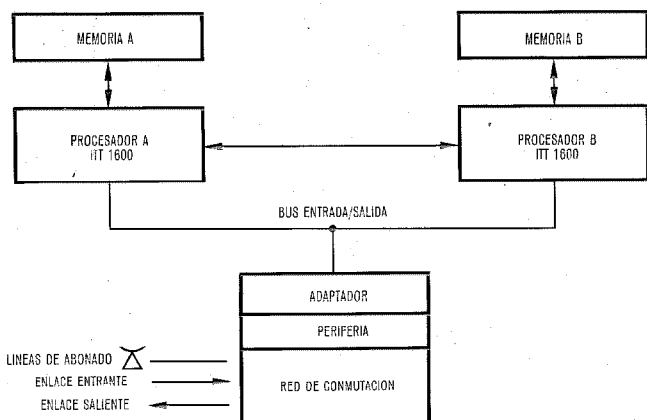


Fig. 1 a) Representación esquemática de un sistema de conmutación SPC controlado por dos procesadores compartiendo la carga (Ejemplo de la central METACONTA 10C tamaño medio). Para simplificar no se muestra la duplicación de periféricos, canales de señalización, etc., así como otros detalles del sistema.

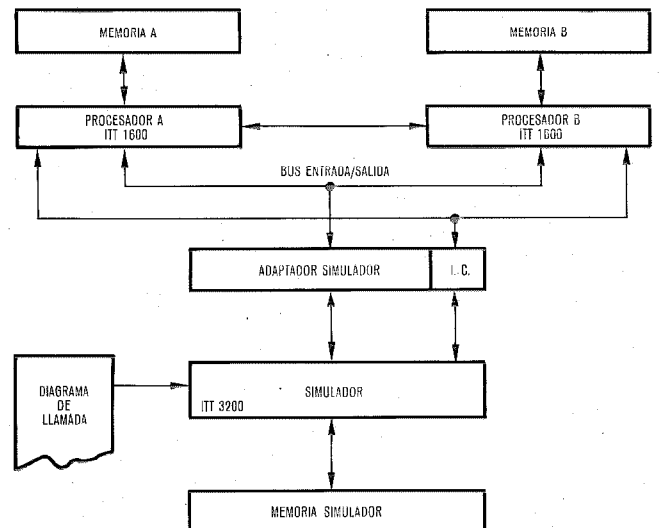


Fig. 1 b) Sistema como el de la figura 1 a) pero la red y la periferia se sustituyen por el ordenador de simulación.

ción, desconexión, se simulan en el sistema mediante un programa llamado "patrón de sucesos", que especifica la secuencia de eventos externos; el programa se escribe en forma simbólica y se traduce mediante el compilador de eventos del simulador. Como más adelante se explicará, cuando el simulador del mundo exterior se adapta para estudios de tráfico, se pueden generar los eventos externos automáticamente, según leyes de distribución de probabilidad adecuadas comenzando por un patrón básico.

Las simulaciones del mundo exterior en tiempo real se crearon y desarrollaron por BTM (compañía belga de ITT) en 1966 con la intención de corregir los errores de los programas de los sistemas de conmutación telefónica y telegráfica controlados por ordenadores. La utilización de este tipo de simulación con este objetivo demostró ser un método muy eficiente para los sistemas de conmutación de la familia METACONTA\*.

## Modelo de un sistema de conmutaciones SPC y su entorno de tráfico

En el pasado se han desarrollado un gran número de ingeniosos sistemas de simulación de tráfico y se han descrito en la literatura (véase por ejemplo, la referencia dada en [3]), que incluye modelos de simula-

\* Marca registrada del sistema ITT.

ción de redes conexión y de unidades de control. En el momento actual se está dedicando una gran atención a las simulaciones con procesadores de sistemas de conmutación SPC.

La elección de un sistema de simulación apropiada para un estudio de tráfico depende del estado de desarrollo del sistema a estudiar (estudio preliminar, en el comienzo del diseño o en una etapa avanzada de diseño, con el software estructurado, diseñado y escrito o no, etc.), los objetivos del estudio, la precisión de los resultados requeridos y los recursos disponibles del proyecto.

El simulador de entorno de tráfico suministra un método de estudio aplicable a un sistema SPC ya desarrollado, completamente estructurado y habiéndose ya escrito los proyectos operacionales. El hardware debe estar totalmente estructurado pero no es necesario que exista (excepto los procesadores). Si los programas operacionales existen y el simulador de entorno se ha desarrollado y se utiliza para la puesta a punto de estos programas (su aplicación original), solamente se necesita una proporción relativamente pequeña de esfuerzo adicional en ingeniería y programación para utilizarlo en estudios de tráfico. En este caso, el simulador de entorno puede utilizarse para estudios de capacidad de tratamiento de llamadas y de tráfico, estudio de la eficiencia del software bajo diversas condiciones de carga, verificación de las estrategias de sobrecarga, comportamiento de los procesadores durante cortos picos de carga, transiciones, etc.

Una vez disponible, el simulador de entorno suministrará una herramienta incomparable por su fidelidad en la modelación del sistema SPC estudiado, así como de su entorno.

Un sistema de simulación de tráfico consta de dos partes fundamentales:

- un modelo del sistema de conmutación en sí mismo (red de conexión, unidad de control o ambos);
- un modelo de entorno externo de tráfico [4].

### a) Modelo de un sistema de conmutación SPC

El modelo simulador de entorno suministra un modelo del sistema de conmutación SPC en toda su complejidad, con los procesadores reales, memorias, memorias intermedias, almacenes alimentadores, etc., los programas operacionales y una simulación completa de la red de conmutación y de sus periféricos. Esto significa, que tanto los procesadores como el software no necesitan modelarse, mientras que la red de conexión, los órganos de control periféricos y de señalización (de hecho virtualmente todo el hardware de conmutación y los órganos de control periféricos), están completamente representados en la memoria del simulador.

Se tiene así, en el laboratorio, un sistema muy cercano a la máquina de conmutación SPC sobre la que se pueden realizar una multitud de pruebas.

### Modelo de entorno de tráfico de "patrón de llamada"

La idea de describir el entorno de tráfico de un sistema de conmutación SPC escribiendo en detalle la

secuencia de sucesos para todos los tipos de llamadas usadas en la simulación, se denominará "el concepto del patrón de llamada".

Los patrones de llamada (o sucesos) se escriben en forma simbólica y se traducen por el compilador de sucesos de la simulación. La forma de generar tráfico repitiendo y modificando los sucesos especificados en la patrón de llamadas se discute en el apartado "Patrón de llamadas básicas".

Describir los sucesos externos en forma de un patrón de llamada permite tener en cuenta prácticamente todos los detalles de la llamada real; por ejemplo, las fases de la llamada tales como descuelgue de abonados, llamadas en los enlaces entrantes, espera por el tono de llamada, discado, señalización, selección, llamada, contestación, reposición, etc., pueden fácilmente representarse y simularse con el modelo presente. Entrando en más detalle, se puede mencionar que en la fase de discado los dígitos se formarán mediante impulsos de duración prefijada. Los tiempos entre impulsos y entre dígitos serán respetados y seguirán una distribución determinada.

Para los estudios de tráfico de control centralizado en sistemas SPC, se necesita la división de intentos de llamada con respecto al grado de completación. El concepto de "patrón de llamada" permite la representación de todas las clases de llamadas incompletas, tales como llamadas con discado incompleto, abonado llamado ocupado, no contesta, etc. También pueden simularse las llamadas desde o hacia líneas especiales como PBX, líneas con aparatos de teclado, discado abreviado, transferencia y otras facilidades suministradas por un sistema de conmutación SPC.

Ha de notarse que el concepto de "patrón de llamada" permite no solamente la representación completa de los sucesos elementales sino también la conservación de la correlación correcta entre estos sucesos y su cadencia en el tiempo. Estos hechos son de gran interés cuando se estudia la capacidad de tratamiento de llamadas de un sistema SPC.

Los tiempos entre llegadas de sucesos pueden elegirse de acuerdo con leyes de distribución específicas supuestas para un entorno dado. La elección de estas distribuciones se basa en la observación y análisis del entorno de tráfico [4].

Finalmente, mencionaremos que el concepto de "patrón de llamada" puede acomodar intentos repetidos de llamada, así como otros aspectos de interés en la teoría de tráfico.

### Creación de unas condiciones reales de tráfico

Existen diversas posibilidades de ofrecer tráfico en el sistema de simulación de entorno. A continuación se citan dos de ellas:

#### Patrón de llamadas básicas

La lista de todos los tipos de llamadas que se utilizan en la simulación, incluyendo la secuencia de sucesos para estas llamadas cuando aparecen por vez primera, se denomina el "patrón de llamadas básicas".



Una secuencia de sucesos para una de tales llamadas se muestra en la figura 2 (ejemplo de una llamada interurbana). El patrón consistirá en varias llamadas básicas de forma que todos los tipos de llamadas utilizadas en la simulación queden representadas en el patrón.

Por ejemplo, cuando se simula una central telefónica local y de tránsito, el patrón básico de llamadas puede consistir en una división de los tipos de llamadas locales, entrantes, salientes y de tránsito en:

- intentos sin discado,
- intentos con discado parcial,
- abonado llamado no contesta,
- llamada en conversación.

La condición de bloqueo aparece como una respuesta del sistema al tráfico ofrecido y por lo tanto no necesita especificarse en el patrón.

Una vez que se ha preparado el patrón de llamadas básicas, la generación automática de llamadas se realiza por la repetición de las llamadas básicas, modificando cada vez sus parámetros.

El tiempo medio entre llegadas de cada tipo de llamada se elegirá separadamente de acuerdo con el tráfico de cada tipo y proporción de cada tipo de llamadas.

Cada vez que se toma una llamada para cursarla, se repite en el patrón por una llamada del mismo tipo pero con diferentes números llamante y llamado; el

tiempo de origen y los tiempos de los otros sucesos se modifican de acuerdo con ciertas leyes de probabilidad.

De esta forma, las llamadas se generan y se colocan en una lista de llamadas a tratar. Esta lista corresponde al patrón original pero tiene sus parámetros modificados con el fin de generar números aleatorios según progresa la simulación.

El simulador explora la lista de llamadas que han de cursarse, encuentra cual de ellas debe aparecer antes y toma la siguiente llamada para cursar cuando encuentra que su momento ha llegado.

Como la primera llamada de cada tipo tiene parámetros predeterminados, los sucesos de estas primeras llamadas no son sucesos aleatorios. Excepto para la primera llamada de cada tipo, los sucesos de las otras llamadas tienen un carácter estocástico y se generan en línea.

El modelo anterior de generación de tráfico se parece al método utilizado en los modelos de simulación clásicos de tiempo real; sin embargo, se introducen nuevos elementos: La representación completa de sucesos elementales dentro de cada llamada, la conservación de la correlación entre estos sucesos y su cadencia en el tiempo. La fidelidad de representación de los detalles de la llamada real y las posibilidades de utilizar muchos tipos de llamada, realiza una simulación más precisa del entorno de tráfico.

ITT - 1600	CODING	PROG. TITLE	CALL PATTERN FOR ENVIRONMENT SIMULATION	Page	of		
ITT - 3200	FORM	PROGRAMMER	ADAMS G.	PID	DATE (yy-mm-dd)		
1	4,5	8	10	17	19	34	36
LABEL		OPERATION		ARGUMENTS		COMMENTS	
		IDEN		EXAMPLE TOLL CALL		MFC - MFC	
*		REP.	1000	200			
		CALL	X'13F	500			
		MOD.	1,1,100	X'3FF			
		MFC, CG	A10, B1	20, 20			
		MFC, CG	A1, B1	20, 20			
		MFC, CG	A1, B3	20, 20			
		MOD.	1,1,10	9			
		LCL, CD	2000				
		LOP, CG	10000				
		LOP, CD	2000				
*							
*							
*		REPEAT CALL 1000 TIMES, MEANTIME BETWEEN CALLS 200 MILLISECONDS					
*		FIRST CALL ON TRUNK N° X'13F AT TIME 500 MILLISECONDS,					
*		MODIFY TRUNK IDENTITY EACH TIME WITH A RANDOM VALUE BETWEEN					
*		1 AND 100 UNTIL THE VALUE X'3FF IS REACHED.					
*		SEND DIGITS 011 IN MFC SIGNALLING AND MODIFY EACH TIME THE					
*		LAST DIGIT AT RANDOM BETWEEN 0 AND 9.					
*		CALLED PARTY HOOKS OFF AFTER 2000 MILLISECONDS.					
*		CALLING PARTY CLEARS AFTER A RANDOM TIME WITH MEAN 10000 MSEC.					
*		CALLED PARTY HOOKS ON 2000 MILLISECONDS LATER.					
*		NEXT CALL TYPE					

Fig. 2 Diagrama de llamada preparado para simulación de entorno.

Carga artificial

Las diferentes etapas de la red a simular pueden inicialmente cargarse artificialmente y luego mediante llamadas ofrecidas.

Como antes se explicó, el sistema de conmutación investigado se reemplaza en el simulador por un mapa en memoria; cada punto de cruce, enlace, receptor, etc., se presenta por un bit único. El mapa en memoria puede llenarse con ceros y unos de acuerdo con leyes de distribución de probabilidad predeterminadas y de acuerdo con las cargas requeridas en las diferentes etapas de conmutación de la red. De esta forma, la carga de la red de conmutación es una combinación de la carga artificial y de la creada por las llamadas reales. La carga de los procesadores se crea mediante llamadas reales. Este método es algo semejante al de NEASIM [5], simulación del grafo de la red. Sin embargo, en nuestro caso, no tenemos el grafo de la red sino el sistema completo de conmutación con la posibilidad de investigar muchas class de situaciones de bloqueo en la red, sus órganos de control periféricos, procesadores y software.

Evaluación del comportamiento del sistema bajo carga de tráfico

La evaluación del comportamiento de un sistema de conmutación SPC desde el punto de vista de tráfico, implica ofrecer cargas próximas o ligeramente superiores a la carga nominal del sistema y medir la respuesta del sistema a estas cargas de tráfico.

Los programas de medida suministrados en el sistema de procesadores siguen las especificaciones de la Administración que utilizará el sistema, y normalmente comprenderán un amplio margen de medidas que se necesitan para la gestión correcta del sistema, previsión de tráfico, medida del grado de servicio dado a los abonados, etc.

Los programas de medida que se suministran en el simulador permiten realizar todo tipo de medidas adicionales que se necesiten para la observación del procesador y, en particular, medidas de cortos intervalos de tiempo utilizando un reloj situado en el acoplador de la simulación, por ejemplo un reloj de nanosegundos. Esto se facilita por el hecho de que el simulador puede acceder a la memoria de los procesadores del sistema en cualquier momento de la ejecución.

Las medidas realizadas en el simulador no se suman a la carga de los procesadores del sistema, importante característica cuando la carga está cerca del máximo.

Ejemplos

Simulación de una central METACONTA 10C interurbana

La figura 3 es una representación esquemática de una central MC 10C interurbana. La estructura real de la red de conmutación se representa completamente en la memoria del simulador en la forma descrita en los párrafos anteriores.

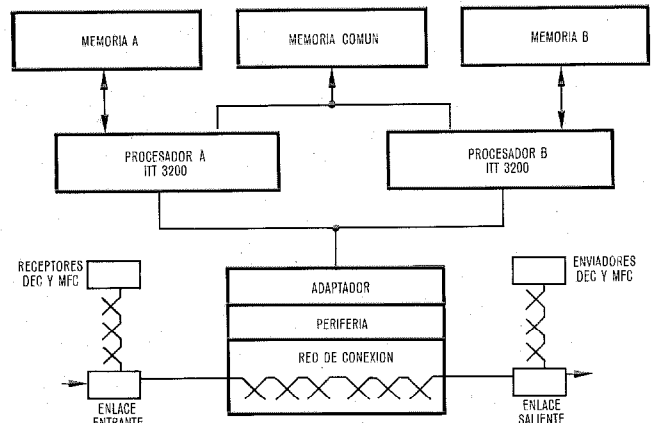


Fig. 3 Representación esquemática de una central METACONTA 10C interurbana. Para simplificar no se muestra la duplicación de periféricos, canales de señalización, etc.

El número de módulos de conmutación, órganos periféricos de control y órganos de señalización se ha tomado de una aplicación práctica.

Se utilizan los siguientes tipos de señalización: MFC, decimal, y CCITT número 6. Los 2000 enlaces entrantes y los 2000 salientes se dividen en 32 direcciones en los lados entrante y saliente respectivamente.

Los programas operacionales en los procesadores del sistema permanecen inalterados.

La mayor parte del paquete de simulación para puesta a punto de programas se utiliza también para la simulación de tráfico.

Se añaden algunos programas nuevos:

- generador automático de llamadas
- programas de medidas.

La preparación de los datos de entrada consiste en escribir un patrón básico de acuerdo con las proporciones de distintas llamadas e intensidades de tráfico.

La preparación del patrón básico se facilita mediante la utilización de un generador automático (llamada básica) de patrones. La información referente a los prefijos y longitudes de números para cada dirección, clases y tipos de señalización de enlaces entrantes y salientes, etc.), está contenida en la memoria del procesador del sistema. El simulador tiene acceso a esta memoria y la utiliza en el proceso de generación automática de patrones.

La salida suministra estadísticas obtenidas a través de las medidas tanto en los procesadores del sistema como en el simulador.

Las principales estadísticas recogidas son las siguientes:

- estadísticas sobre llamadas originadas (por tipo de llamada, subdivididas de acuerdo con el grado de compleción);
- tiempo medio y distribución en el tiempo para cada fase de la llamada (por ejemplo: libre, señalización, conversación y fases de supervisión);
- ocupación media de los procesadores;
- número de marcajes, ocupación, tiempo medio y distribución en el tiempo de las operaciones del marcador;



— para cerca de 10 programas en el computador del sistema: número de veces que se ha ejecutado un programa, tiempo medio de ejecución y distribución de este tiempo.

Se utilizan dos ordenadores ITT 3200 con una memoria de 112 kilopalabras de 32 bits para el ordenador del sistema y 64 kilopalabras para el ordenador de simulación. La relación tiempo de simulación/tiempo real en este ejemplo es del orden de 10 hasta 30 dependiendo de la carga de tráfico.

#### Evaluación de los tiempos de proceso y ocupación Tiempos elementales de proceso

El conocimiento de los tiempos elementales de proceso es esencial para optimizar los programas y a veces para una estimación grosera de la ocupación del procesador.

Dado que está programado el medir el tiempo real en direcciones escogidas, el simulador permite medidas de los tiempos de proceso de programas con una seguridad de nanosegundos (tiempo elemental del reloj hardware en el adaptador de simulación que es accesible al ordenador de simulación).

#### Búsqueda de camino y tiempos de búsqueda en las tablas

La búsqueda de caminos y en algunos casos los tiempos de búsqueda en tablas dependen fuertemente de la carga de la red. Cuando la red está cargada, por ejemplo en la forma explicada en el apartado "Carga artificial", se pueden medir los tiempos de búsqueda en camino y en tabla leyendo los tiempos al comienzo y al final de las direcciones de los programas que realizan la búsqueda. El establecimiento de un gran número de llamadas permite obtener los tiempos medios de búsqueda, así como las distribuciones.

#### Conclusiones

El simulador de entorno adaptado para tratamiento de tráfico suministra un nuevo y prometedor método para los estudios de tráfico en sistemas de conmutación SPC. Se utilizan los procesadores reales y no es necesaria su modelación con el fin de simulaciones de tráfico. La red de conmutación y los órganos de control periféricos se representan y simulan con gran precisión. El extremo de tráfico puede modelarse con un alto grado de fidelidad utilizando los patrones detallados de sucesos y llamadas.

ITT ha desarrollado una variedad de técnicas de simulación y métodos para los estudios de tráfico en los sistemas de conmutación SPC, en las distintas eta-

pas de su desarrollo. La elección de una técnica de simulación apropiada depende del estado de desarrollo del sistema y de los objetivos del estudio de tráfico. La técnica de simulación del entorno de tráfico es útil después de que los programas para un sistema SPC hayan sido estructurados, diseñados y escritos. Si se dispone del simulador de entorno para la puesta a punto de programas, puede adaptarse para los estudios de tráfico y utilizarse para verificar la capacidad de tratamiento de llamadas, mejorar la eficiencia del software, probar estrategias de control de sobrecarga y otros estudios de tráfico que requieran gran precisión en la modelación del sistema de conmutación SPC investigado.

#### Agradecimiento

Los autores desean expresar su estimación a L. A. Gimpelson, J. P. Dartois, E. Szybicki y G. Dietrich por sus comentarios sobre el borrador de este artículo, así como a G. Adams, que programó y preparó las simulaciones descritas en "Ejemplos".

#### Referencias

- [1] B. Fontaine: Simulación en tiempo real del mundo exterior; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1971) N° 3, págs. 190—192.
- [2] F. Cornelis, M. Gruszecki, R. Salade: Patente belga N° 809.213.
- [3] L. Kosten: Simulation in traffic theory; Precedente del 6° Congreso Internacional Telegráfico, Munich 9—15 septiembre 1970, comun. 411, 8 págs.
- [4] G. Dietrich: Modelo de tráfico para los sistemas telefónicos de control centralizado; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 50 (1975) N° 1, págs. 55—61.
- [5] R. F. Grantges, N. R. Sinowitz: "NEASIM: A general-purpose computer simulation program for load-loss analysis of multistage central office switching networks"; Bell System Technical J, mayo 1964, Vol. 43, N° 3, págs. 965—1004.

**M. Gruszecki** ingresó en la división de conmutación de BTM en 1964 como ingeniero de proyecto. Desde 1967 a 1970 fue responsable de algunos proyectos de planificación de redes y sistemas incluyendo el diseño de tráfico del sistema PC 1000 C. Desde 1970, es responsable de los estudios de tráfico de los sistemas METACONTA 10C, principalmente en lo referente a los estudios de capacidad de tráfico de los procesadores SPC. Desde 1957 hasta 1962, ha sido investigador adjunto en el Instituto del Petróleo y en la Universidad Técnica en Cracovia, Polonia, donde recibió sus grados B.Sc. y M.Sc.E.E.

**F. Cornelis** ingresó en Bell Telephone Mfg. Co., Amberes, en 1976. Entre 1967 y 1975, desarrolló un amplio espectro de simuladores en tiempo real para los sistemas de conmutación telefónico y telegráfico METACONTA 10C, centros de tasación SPC, radiodifusión y sistemas de señalización incluyendo el CCITT N° 6. Desde 1971, es jefe del departamento de simulación de BTM. Frank es maestro en el juego del ajedrez y participa frecuentemente en las Olimpiadas de ajedrez y en giras internacionales.

# Control del centro de control

El Sistema Central de Alarma procesa los datos procedentes de todas las fuentes de información conectados al Centro de Control de Comunicaciones y por tanto proporciona la ayuda necesaria en la forma de un control continuo en tiempo real para la gestión de la operación de portadoras.

D. A. INTARTAGLIA

ITT World Communications, Nueva York, Estados Unidos de América

## Introducción

Es necesario controlar el centro internacional de transmisión de información que, al hacerse cargo de la responsabilidad de extremo a extremo de todos sus circuitos, se relaciona con muchos países diferentes y se interconecta con muchos centros transmisores diferentes, tanto nacionales como extranjeros. En consecuencia, el centro internacional de transmisión está interconectado a diversos niveles de complejidad y competencia técnica. Las diferencias horarias exigen una vigilancia durante las 24 horas del día. Aunque aparecen picos y mínimos de actividad, no siempre pueden preverse.

Actualmente, en las comunicaciones internacionales de datos, el centro de control es la clave imprescindible del empleo eficaz de los circuitos. Un centro internacional importante, como ITT World Communications, proporciona y conserva un gran número y una amplia variedad de sofisticados circuitos. La experiencia en este dinámico campo ha demostrado que es absolutamente esencial que el centro de control de comunicaciones posea la facultad de controlar todas las acciones dirigidas a la recuperación de los circuitos que fallan. Este control total cubre toda la secuencia de actividades desde la detección de un problema hasta su identificación y resolución. Además, el sistema utilizado debe ser capaz también de suministrar datos para el análisis del comportamiento a largo plazo de los circuitos. Mediante el estudio del comportamiento a largo plazo y la identificación de tendencias, pueden canalizarse en forma eficaz los esfuerzos totales de conservación preventiva y, por tanto, puede acrecentarse considerablemente el control de calidad.

Naturalmente, se supone que las instalaciones cuentan ya con los medios fundamentales de un centro eficaz de control de comunicaciones. Estos medios son:

- Consolas de supervisión y pruebas, equipadas con suficientes aparatos de medida y la posibilidad de poner un circuito al alcance del técnico para aislar rápidamente un problema.
- Un sistema de comunicaciones bidireccional para mantener el diálogo entre el centro internacional de transmisión y sus centros asociados y clientes, tanto nacionales como extranjeros.
- Detectores situados estratégicamente para captar automáticamente degradaciones de circuitos y fallos de equipos.
- Personal técnico bien entrenado capaz de utilizar estas herramientas para una rápida y eficaz restauración del servicio.

En ITT Worldcom, el centro de control de comunicaciones existente se montó en 1970 y desde entonces ha sufrido dos importantes ampliaciones. La última adición es el Sistema Central de Alarmas (SCA), puesto en servicio en 1975. Con este sistema, diseñado según especificaciones del usuario, se cumple la exigencia de control del centro de control.

## El sistema Central de Alarmas

El Sistema Central de Alarmas (SCA) es un sistema unificado, de gran velocidad que consta básicamente de un procesador central, equipo periférico y equipo explorador que explora hasta 10.000 detectores automáticos de alarma. En la tabla 1 se detallan las características técnicas de los principales componentes del sistema.

La misión principal del Sistema Central de Alarmas es actuar como "tablero de referencia" de todas las actividades que tienen lugar en el centro técnico operacional y que se relacionan con fallos de circuitos y equipos dentro del sistema ITT Worldcom.

Como el Sistema Central de Alarmas tiene la posibilidad, en virtud de su función exploratoria continua,

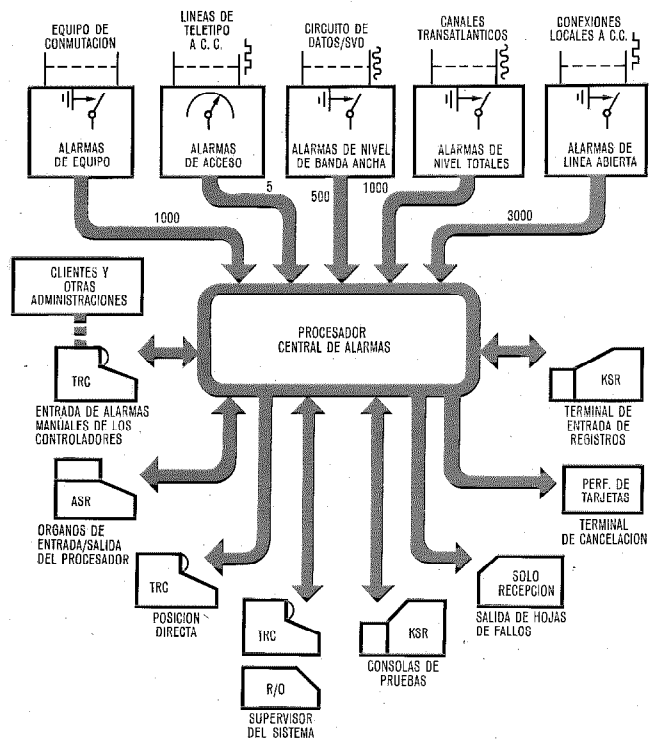


Fig. 1 Diagrama funcional de bloques del sistema central de alarma.

Tabla 1 - Especificaciones técnicas. Sistema Central de Alarmas.

<p>A. <i>Procesador central</i> Texas Instruments 960 A — Memoria de 32 K — Código hexadecimal — Discos de una cabeza duplicados, 1,25 megabits por disco</p> <p>B. <i>Matriz de exploración</i> — 10.000 entradas — Exploración regulable, duración nominal 90 segundos por ciclo completo — Matriz de diodos aislada ópticamente — Explora los detectores automáticos de alarma</p> <p>C. <i>Dispositivos de TRC</i> Texas Instruments 912 A — 4 posiciones de controlador (ampliables a 6) — 1 posición de supervisión — 1 posición directora — Código ASCII, 9600 baudios — Interconexión dúplex total, EIA-RS 232 — Da entrada a nuevas alarmas, actualiza estados, cancela alarmas resueltas, observa</p> <p>D. <i>Organos de entrada/salida del procesador</i> Teletipo TI 733 ASR, dos "cassettes" magnéticos — Código ASCII, 300 baudios — Interconexión dúplex total, EIA-RS 232 — Controla y actualiza los programas — Impresiones de salida de diagnóstico del sistema</p>	<p>E. <i>Impresoras de hojas de fallos</i> Teleimpresor M 35 sólo para recepción — 1 impresora de CC — 1 impresora de banda ancha — Código ASCII, 110 baudios — Bucle neutro de 20 ma, semidúplex — Produce hojas de fallos a partir de tarjetas</p> <p>F. <i>Terminal de cancelación</i> Perforadora de tarjetas IBM modelo 026 — Código ASCII, 110 baudios — Interconexión EIA-RS 232 — Genera tarjetas perforadas al cancelarse las alarmas</p> <p>G. <i>Otras impresoras</i> Impresora NCR Thermal KSR — Dos puertas, tiempo compartido por 12 estaciones (actualizaciones de la consola de prueba) — Un terminal de registro (entrada y borrado de datos de circuitos) — Un terminal de supervisión (genera la salida impresa de fallos por orden del TRC de supervisión) — Código ASCII o Baudot, 200—300 baudios</p>
--	---

de detectar y localizar fallos de líneas casi instantáneamente (es decir, líneas abiertas, pérdidas de nivel, aumento de distorsión), pueden solucionarse gran número de averías de circuitos y fallos potenciales antes de que el usuario experimente un corte de servicio. Por ejemplo, un estudio reciente, que duró una semana, sobre alarmas de líneas abiertas indicó que bastante más del 50 % se detectaron antes de que el usuario denunciara una avería.

#### Tipos de alarmas

El SCA está organizado para tratar alarmas tanto en forma automática como manual. Las alarmas automáticas de línea abierta, nivel y equipo llegan al sistema por la matriz de exploración. Los detectores de alarmas están situados estratégicamente por todo el centro técnico operacional y presentan una señal hacia la matriz de exploración del SCA siempre que se detecta un fallo.

Las alarmas manuales pueden provenir de los usuarios, centros transmisores nacionales o administraciones extranjeras a través de redes telefónicas, télex o de teletipo de circuitos directos de servicio. Estas alarmas llegan al SCA a través de cuatro posiciones de consola especialmente diseñadas para el servicio de los usuarios y equipadas con terminales de tubos de rayos catódicos (TRC).

#### Terminales TRC

El dispositivo de entrada de los TRC cumple varias funciones: permite la llegada al sistema de las alarmas

manuales, es decir las generadas por fuentes distintas a los detectores automáticos; actualiza el estado de los esfuerzos dirigidos a la restauración, y cancela las alarmas al concluir con éxito las operaciones de conservación correctiva. Estos terminales de TRC presentan también, a petición, un registro continuo en tiempo real de todos los cortes de servicio y el estado de todos los circuitos en observación o en reparación. En paralelo, el supervisor del sistema puede observar y alterar el estado de todos los fallos pendientes mediante su propia posición de TRC, y existe una posición directora de TRC para vigilar el funcionamiento general del centro técnico operacional.

#### Terminales copiadores

Los teleimpresores también cumplen varias funciones como dispositivos de entrada del SCA. Proporcionan una copia duradera (escrita) o registro permanente de todos los estados de alarma, actualizan el estado de los esfuerzos de restauración e imprimen hojas de fallos serializadas para cada problema. La impresión automática de estas hojas no sólo reduce el tiempo necesario para iniciar las reparaciones, sino que también proporciona un registro exacto de las reparaciones en curso. Este cómodo método de trabajo permitió el más económico empleo de los técnicos, relativamente pocos en número pero bien instruídos y de alta cualificación.

Los técnicos pueden, mientras trabajan con un fallo, actualizar el estado de las averías en los archivos del SCA mediante teleimpresores miniatura de estado sólido situados en sus posiciones de prueba y especial-



Fig. 2 Centro de Control de Comunicaciones de ITT Worldcom en Nueva York, con el terminal de TRC de supervisión del Sistema Central de Alarmas en primer término.

mente modificados para trabajar a alta velocidad con procesadores. En un nivel adicional de supervisión y control, el supervisor del sistema tiene la posibilidad de obtener información impresa sobre los fallos, en categorías predeterminadas, por selección de una orden nemotécnica. Cuando queda corregido un problema se hace un registro de cancelación en una de las cuatro posiciones de TRC de servicio de los usuarios y se genera automáticamente una tarjeta perforada. Además de garantizar abonos a los clientes cuyos circuitos en alquiler presentan cortes de servicio prolongado, estas tarjetas se utilizan para preparar informes de rendimiento de los circuitos y conseguir datos sobre tendencias que se emplean en último término en el establecimiento de medidas de conservación preventiva y control de calidad.

### Procesador central

La unidad central de proceso del Sistema Central de Alarmas descrito es un minicomputador 960A de Texas Instruments, con memoria de ferrita de 32 kpalabras y paquete de discos duplicados de una cabeza por disco de 1,25 megabitios. El paquete de programas del Sistema Central de Alarmas consta de unos 53 programas. La mayor parte son programas especiales residentes en disco y que pasan a la zona de supervisión cuando se les necesita.

Sin embargo, los programas principales del SCA son residentes en la memoria de ferrita y tiene las siguientes funciones:

- a) Supervisar la matriz de alarmas; informar sobre éstas y escribirlo;
- b) Interpretar y ejecutar órdenes de los controladores (por los TRC) y el técnico (por la impresora);
- c) Realizar funciones necesarias de mantenimiento:
  - Actualizar la información de archivo de circuitos y alarmas,
  - Actualizar los archivos de referencias cruzadas de las alarmas,
  - Pasar al disco información utilizada normalmente a fin de asegurar su disponibilidad en caso de interrupción del sistema;
- d) Realizar comprobaciones externas de diagnóstico del funcionamiento de la matriz de alarmas.

### Conclusiones

El control del centro de control es una necesidad universal, un denominador común a todas las instalaciones de control. Naturalmente, cuanto mayor y más complejo sea el centro de control más importancia se da a su control. El medio utilizado por Worldcom para conseguir este control, que ha demostrado su éxito en funcionamiento real, es el Sistema Central de Alarmas. El SCA proporciona a ITT Worldcom una imagen rápida, exacta y concentrada de lo que ocurre en su vasta red internacional de comunicaciones en todo momento. Mientras que el SCA es únicamente empleado en Worldcom, es único sólo en cuanto satisface las necesidades específicas de un centro internacional de transmisión. Filosóficamente, sin embargo, el principio básico del SCA puede incorporarse a cualquier centro de control.

**Dominick A. Intartaglia** es Vicepresidente y Director de Ingeniería de ITT World Communications. Se incorporó a ITT Worldcom en 1960 y ocupó diversos puestos de ingeniería y dirección de ingeniería antes de ser nombrado Director en octubre de 1974. Se graduó en Ingeniería Eléctrica por el City College de Nueva York en 1960 y obtuvo el título de M.B.A. en Professional Management por la Universidad de Pace en 1972.

El Sr. Intartaglia describió la filosofía operacional de un centro de control de comunicaciones en un artículo anteriormente publicado, en abril de 1973, en la revista "Telecommunications": The Control Center — Vital in International Telecommunications.

# Técnica de precisión para el ajuste de la curva de banda ancha de los igualadores ajustables

Se trata de una continuación del artículo de W. A. Brading, "Método exacto de diseño de igualadores ajustables", Comunicaciones Eléctricas, Vol. 47 (1972) N° 3. Cuando se trata de ajustar la curva de pérdida variable en función de la temperatura, resulta una curva de error típica en forma de "S". La necesidad de igualadores en un margen de frecuencias de 0,06 MHz a 1,4 MHz, con margen típico de trabajo de  $\pm 5$  dB y errores del orden de 0,02 dB, dá lugar a un método interesante de selección de una red auxiliar formada por dos células en T ponteada en cascada.

S. G. CORBETT

Standard Telephones and Cables (SA) (Pty) Ltd, Africa del Sur

## Introducción

La necesidad de precisión en la formación de redes Bode de banda ancha motivó la investigación en dos aspectos de su diseño.

El primer aspecto fue la inadecuación del método clásico desarrollado por H. W. Bode en su informe de abril 1938 [1]. El uso de esta fórmula dá lugar a errores bastante notables cuando se diseñan igualadores con un margen de sólo 5 dB; llegando a ser mucho peores cuando se aumenta el margen. El artículo de Brading [2] se refiere a la solución de este problema utilizando la expresión completa de la pérdida de inserción. El aumento del error con el margen se aprecia también claramente en forma gráfica.

El segundo aspecto que es de vital importancia cuando se requiere un ajuste muy preciso de la curva, es la elección de la red auxiliar. Haas [3] y otros han probado como se pueden utilizar redes pasa-todo en cascada con redes de atenuación para mejorar la capacidad de ajuste de la curva del igualador. Esta técnica, sin embargo, resultó inadecuada al discutir los errores encontrados. El propósito de este artículo es describir el método utilizado al seleccionar una red auxiliar capaz de reducir estos errores a cualquier magnitud deseada.

Colocación en cascada de dos redes en T ponteada para formar la red auxiliar

Cada red tiene sus propios parámetros  $k$  y  $B$  como

$$b = \frac{[(g_1 g_2 - d_1 d_2) + \varrho y (m_1 m_2 - b_1 b_2)]^2 + [(g_1 d_2 + d_1 g_2) + \varrho y (m_1 b_2 + b_1 m_2)]^2}{[(g_1 g_2 - d_1 d_2) - \varrho y (m_1 m_2 - b_1 b_2)]^2 + [(g_1 d_2 + d_1 g_2) - \varrho y (m_1 b_2 + b_1 m_2)]^2} \quad (5)$$

donde:  $m_1 = 1 - k_1^2 B_1^2$

$$m_2 = 1 - k_2^2 B_2^2$$

$$b_1 = 2 k_1 B_1$$

$$b_2 = 2 k_2 B_2$$

$$g_1 = (1 + k_1)^2 - k_1^2 B_1^2$$

$$g_2 = (1 + k_2)^2 - k_2^2 B_2^2$$

$$d_1 = 2 k_1 B_1 (1 + k_1)$$

$$d_2 = 2 k_2 B_2 (1 + k_2).$$

Las ecuaciones (3), (4) y (5) pueden escribirse en una forma matemáticamente más sencilla, pero las formas dadas dan lugar a tiempos de cálculo más cortos

## Fórmulas

Forma paralelo básica de un igualador Bode

La figura 1 muestra la forma paralelo básica de un igualador Bode; la red auxiliar tiene una impedancia característica  $R_0$  de 1 ohmio y constante de transferencia  $\psi$ . Se tiene

$$\text{Pérdida de inserción} = 20 \log a + 10 \log b \quad (1)$$

donde  $20 \log a$  = pérdida media (fija) en dB

y  $10 \log b$  = pérdida variable en dB

$$b = \left| \frac{1 + \varrho y e^{-2\psi}}{1 - \varrho y e^{-2\psi}} \right|^2$$

$$\text{donde } y = \frac{x - 1}{x + 1} \quad (2)$$

$$\text{y } \varrho = \frac{1 - a}{1 + a}.$$

Red auxiliar del tipo en T ponteada simple

En la figura 2 se muestra una red auxiliar del tipo en T ponteada simple en su forma normalizada. El valor de  $\psi$  resulta de la expresión siguiente:

$$e^{-2\psi} = \frac{[1 - k^2 B^2] + j[2 k B]}{[(1 + k)^2 - k^2 B^2] + j[2 k B (1 + k)]} \quad (3)$$

donde  $B$  = susceptancia

$k$  = resistencia

$x$  = reactancia numéricamente igual a  $B$

Sustituyendo la ecuación (3) en la ecuación (2) da:

en la ecuación (3), que podemos denominar  $k_1$  y  $B_1$  para la primera red y  $k_2$  y  $B_2$  para la segunda.

Esto dá lugar a la siguiente expresión para  $b$ :

cuando se utiliza un calculador Hewlett Packard Modelo 9810 A.

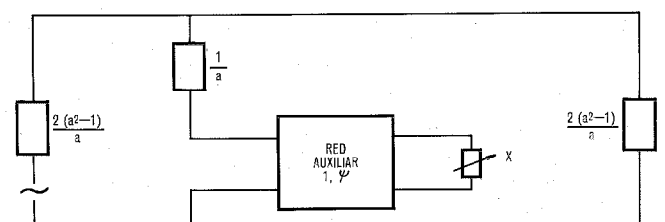


Fig. 1 Forma paralelo básica normalizada de un igualador Bode.

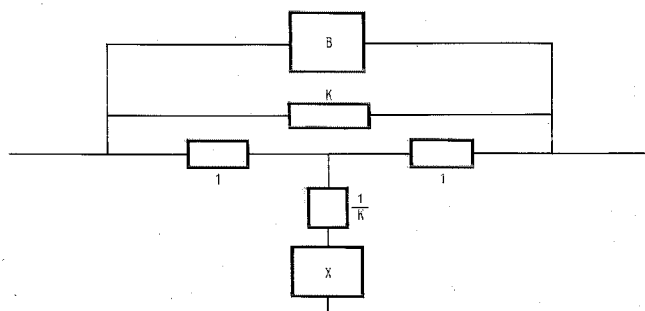


Fig. 2 Red auxiliar del tipo en T ponteada.

### Funcionamiento de la red auxiliar de T ponteada en cascada

La primera red se define como la red enfrentada a la resistencia limitadora. Esta red es lo más sencilla posible, normalmente una sola célula con reactancia  $B$  formada por un simple condensador. Una reactancia de segundo orden, resonante paralelo por debajo de la banda, puede dar lugar a un igualador con pérdida media menor, pero generalmente ésta se consigue aumentando el error en el ajuste de la curva. En algunos casos, una resonancia serie por encima de la banda puede mejorar el error.

Cuando se optimiza solamente esta primera red, se tendrán resonancias (si se utilizan de segundo o tercer orden) fuera de la banda de frecuencias y, como es típico, una curva de error con forma de "S". La figura 7 muestra el funcionamiento obtenido mediante la optimización con una red auxiliar en T ponteada simple que tiene un brazo superior capacitativo simple. El error se define como pérdida del igualador menos pérdida requerida, de forma que es positivo en el extremo inferior y pasa alternativamente por positivo y negativo hasta llegar al extremo superior de la banda. Supongamos ahora que la primera red se ha diseñado de forma que haya solamente errores positivos y que los puntos de error máximo negativo se convierten en puntos de error nulo. Imaginemos ahora una segunda red en T ponteada colocada entre la terminación variable y la primera red. Si esta red tiene los ceros de la reactancia del brazo superior (es decir, polos de susceptancia) en los puntos en que la primera red tiene error nulo, no se producirán cambios en estos puntos ya que la segunda red será transparente a estas frecuencias. Sin embargo, si esta red tiene polos de reactancia, adecuadamente amortiguados con la resistencia paralelo  $k$ , a las frecuencias de error positivo máximo, la segunda red puede modificar efectivamente la terminación reduciendo así estos errores considerablemente. Por lo tanto, la segunda red tiene alguna o todas sus resonancias en la banda que nos interesa (las resonancias superiores o inferiores pueden estar justo fuera de la banda).

### Método de diseño

— Optimizar aproximadamente una red auxiliar en T ponteada de primero, segundo o tercer orden para acercarnos a los requisitos. Normalmente no se utilizan resonancias dentro de banda, de forma que la

de segundo orden tendrá una resonancia por encima o por debajo de la banda y la de tercer orden tendrá una por debajo y otra por encima.

- Dividir la curva en regiones de errores positivos y negativos. En general, habrá cuatro regiones empezando con un error positivo en el extremo inferior de frecuencias y pasando alternativamente positivo negativo hasta el extremo superior.
- Elegir una red de reactancias que tenga un polo de reactancia en cada región positiva y un cero de reactancia en cada región negativa. Con cuatro regiones, sería una red de quinto orden. Utilizar esta reactancia como el brazo superior de la segunda red.
- Elegir un valor de  $k$  (resistencia normalizada) que permita la suficiente libertad a la segunda red para eliminar los errores introducidos por la primera. Un valor inicial típico es el de un décimo del valor de  $k$  en la primera red.
- Optimizar el sistema completo. En algunos casos, las frecuencias de resonancia de fuera de banda de la segunda red pueden desplazarse hacia cero o hacia infinito durante la optimización. Esto permite reducir el grado de la segunda red y reoptimizar todo el sistema en forma concordante.

### Ejemplo de diseño

La especificación establecida en la tabla 1 presenta una progresión de frecuencias logarítmica lo que da lugar a la mejor optimización con un número mínimo de puntos.

#### Elección del valor de $y$

El margen del termistor es de  $7,5 \Omega$  a  $418 \Omega$

$$\text{Valor nominal} = \sqrt{(7,5)(418)} = 56 \Omega$$

$$\text{Valor nominal de } x = 1$$

$$\text{Valor máximo de } x = (418/56) = 7,46$$

$$\text{Valor mínimo de } x = (7,5/56) = 0,134$$

$$y = \frac{x-1}{x+1}$$

$$\text{Valor mínimo de } y = \frac{0,134-1}{0,134+1} = -0,76378.$$

Este valor de  $y$  corresponde al ajuste de pérdida máxima del igualador. La optimización podría igualmente haberse realizado para algún valor intermedio de  $y$ , con lo que se notaría un cambio de la magnitud del error al variar el valor de  $y$ , por lo que este aspecto necesita investigación durante el proceso de diseño. Debe hacerse notar también que los errores cambian exactamente de signo al pasar de un valor positivo de  $y$  al mismo valor de  $y$  pero de signo negativo.

Se elige un simple condensador no sintonizado para la susceptancia del brazo superior de la primera red, que tiene un valor  $B$  de  $yf$  donde  $f$  es la frecuencia y  $y$  es el parámetro de la red. La expresión (4) da el valor de  $b$  y la pérdida  $10 \log b$  es la que debe optimizarse para la especificación dada en la tabla 1. Los parámetros optimizados son

$$q = -0,4299$$

$$k = 0,7555$$

$$\gamma = 3,983 \times 10^{-6}.$$



Tabla 1 - Requisitos de igualador relativos a la pérdida media para el ajuste de margen máximo

Frecuencia (MHz)	dB	Frecuencia (MHz)	dB
0,06	1,652	0,3060	2,505
0,06688	1,668	0,3411	2,576
0,07456	1,691	0,3802	2,663
0,08311	1,722	0,4239	2,773
0,09265	1,763	0,4725	2,901
0,1033	1,810	0,5267	3,040
0,1151	1,869	0,5872	3,195
0,1283	1,930	0,6545	3,372
0,1431	1,995	0,7296	3,569
0,1595	2,064	0,8133	3,786
0,1778	2,136	0,9067	4,018
0,1982	2,208	1,011	4,274
0,2209	2,278	1,127	4,550
0,2463	2,351	1,256	4,879
0,2745	2,429	1,400	5,194

Se ve ahora que la segunda sección necesita una reactancia para el brazo superior con resonancias paralelo (es decir, ceros de susceptancia) en 60 y 800 kHz aproximadamente y resonancias serie (es decir, polos de susceptancia) a 250 y 1500 kHz aproximadamente. Elijamos, por tanto, una configuración del tipo representado en la figura 3. Utilizando una técnica conocida de transformación de frecuencias, el valor de  $B$  es  $\gamma f'$  donde:

$$f' = \frac{(f_1^2 - f_2^2)(f_3^2 - f_2^2)(f_1^2 - f_4^2)(f_1^2 - f_3^2)}{f(f_1^2 - f_3^2)(f_4^2 - f_2^2)(f_2^2 - f_3^2)}$$

y  $f_1$  a  $f_4$  son las frecuencias de resonancia en orden ascendente (es decir, cero-polo-cero-polo de susceptancia). Durante la optimización del sistema de cascada se ve que la frecuencia más baja cae rápidamente desde 60 kHz a 3 kHz aproximadamente. Todo el sistema debe, por consiguiente, reoptimizarse utilizando una segunda red en T ponteada con una configuración para el brazo superior del tipo representado en la figura 4.

Esta red tiene una  $f'$  de:

$$f' = \frac{f(f_2^2 - f_1^2)(f_1^2 - f_2^2 + f_3^2)}{(f_1^2 - f_2^2)(f_3^2 - f_2^2)}$$

lo que fija efectivamente la resonancia más baja anterior en la frecuencia cero. El resultado de optimizar este nuevo sistema se muestra en la figura 8 en forma de gráfico de error. El error es tan pequeño que cuando el igualador y las especificaciones se representan en la misma escala como en la figura 7, la diferencia entre las dos es inapreciable.

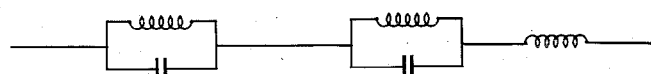


Fig. 3 Estructura de la rama superior de la segunda sección para obtener las resonancias paralelo a unos 60 y 800 kHz y resonancias serie a unos 250 y 1500 kHz.

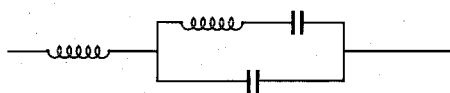


Fig. 4 Configuración de la rama superior segunda sección para reoptimización de la red en cascada.

Los parámetros optimizados para el sistema completo son:

$$\begin{aligned} \rho &= -0,4407 \\ k_1 &= 0,7736 \\ \gamma_1 &= 4,970 \times 10^{-6} \\ k_1 &= 8,846 \times 10^{-2} \\ \gamma_2 &= 1,058 \times 10^{-5} \\ f_1 &= 1,651 \times 10^5 \\ f_2 &= 5,713 \times 10^5 \\ f_3 &= 1,704 \times 10^6. \end{aligned}$$

Cálculo de los valores de los componentes

$$a = \frac{1 - \rho}{1 + \rho} = 2,576.$$

Pérdida media =  $20 \log a = 8,219$  dB.

Valor nominal del termistor =  $R_o = 56 \Omega$ .

$$R_L = R_S = \frac{2 R_o (a^2 - 1)}{a} = 245,0 \Omega.$$

$$R \text{ limitadora} = \frac{R_o}{a} = 21,74 \Omega.$$

La sección primera representada en la figura 5, tiene los siguientes elementos:

$$\begin{aligned} C_1 &= \left( \frac{\gamma_1}{2 \pi R_o} \right) = \left( \frac{4,970 \times 10^{-6}}{2 \pi 56} \right) = 1,413 \times 10^{-8} \\ L_2 &= C_1 R_o^2 = 4,430 \times 10^{-5} \\ R_1 &= k_1 R_o = 0,7736 \times 56 = 43,32 \Omega \\ R_2 &= \left( \frac{R_o}{k_1} \right) = \left( \frac{56}{0,7736} \right) = 72,39 \Omega. \end{aligned}$$

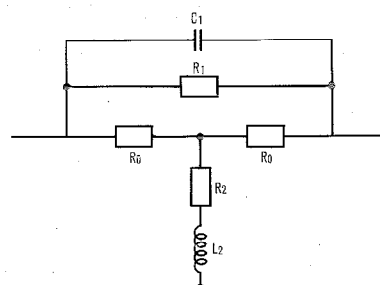


Fig. 5 Forma de la primera sección para la definición de sus componentes.

La sección segunda, representada en la figura 6, tiene los componentes siguientes:

$$\begin{aligned} R_o &= 56 \Omega \\ C_{11} &= \left( \frac{\gamma_2}{2 \pi R_o} \right) = \left( \frac{1,058 \times 10^{-5}}{2 \pi 56} \right) = 3,007 \times 10^{-8} \\ L_{21} &= C_{11} R_o^2 = 9,430 \times 10^{-5} \\ L_{11} &= \left[ \frac{1}{4 \pi^2 C_{11} (f_1^2 - f_2^2 + f_3^2)} \right] = 3,234 \times 10^{-7} \\ C_{21} &= \frac{L_{11}}{R_o^2} = 1,031 \times 10^{-10} \\ L_{13} &= \left[ \frac{(f_2^2 - f_1^2)(f_3^2 - f_2^2) 4 \pi^2 C_{11}}{(f_1^2 - f_2^2 + f_3^2)} \right] = 2,846 \times 10^{-6} \\ C_{23} &= \left( \frac{L_{13}}{R_o^2} \right) = 9,075 \times 10^{-10} \\ C_{13} &= \left[ \frac{C_{11} (f_2^2 - f_1^2)(f_3^2 - f_2^2)}{f_1^2 f_3^2} \right] = 2,929 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

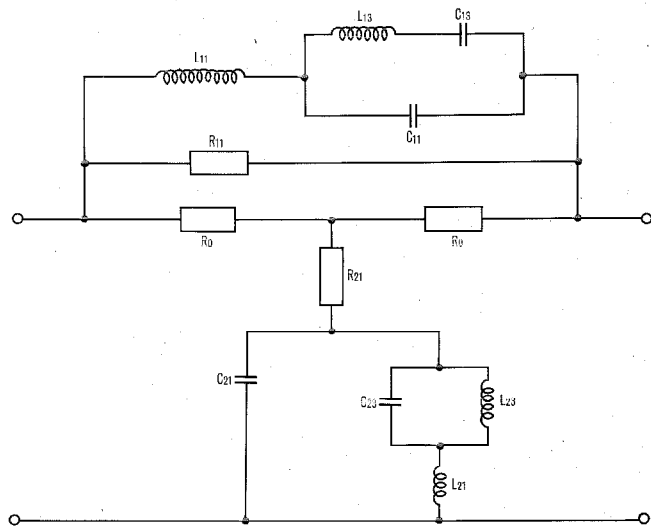


Fig. 6 Forma de la segunda sección para la definición de sus componentes.

$$L_{23} = C_{13} R_o^2 = 9,185 \times 10^{-4}$$

$$R_{11} = k_2 R_o = 8,846 \times 10^{-2} \times 56 = 4,954 \Omega$$

$$R_{21} = \left(\frac{R_o}{k_2}\right) = \left(\frac{56}{8,846 \times 10^{-2}}\right) = 633,1 \Omega.$$

**Factor Q de la bobina de la susceptancia B**

Con igualadores en T ponteados es muy útil tener la posibilidad de añadir una resistencia fija en serie con la reactancia del brazo superior. Esto permite la absorción de la resistencia debida al factor Q sin cambiar la forma del igualador, mediante la simple adición de una pérdida fija.

Con igualadores Bode, se puede añadir de la misma manera una resistencia r en serie con la susceptancia B del brazo superior, dando lugar a nuevos valores de B

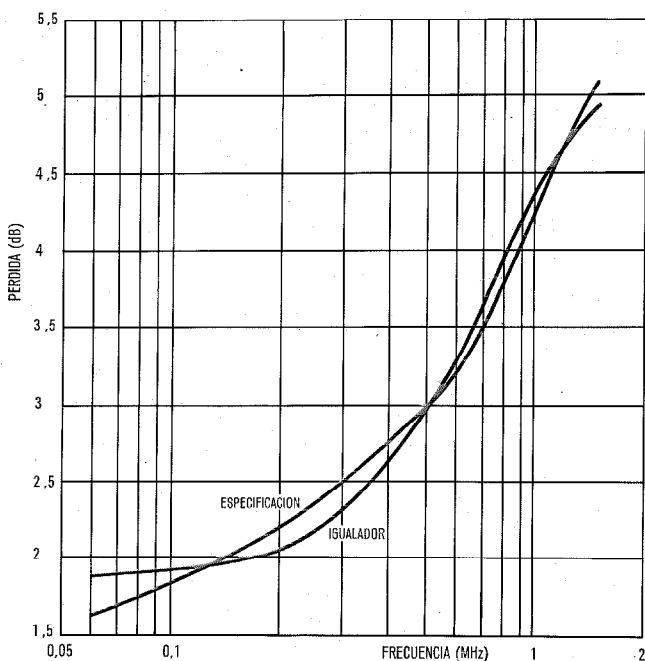


Fig. 7 Especificaciones e igualador optimizado con un brazo superior simplemente capacitivo.

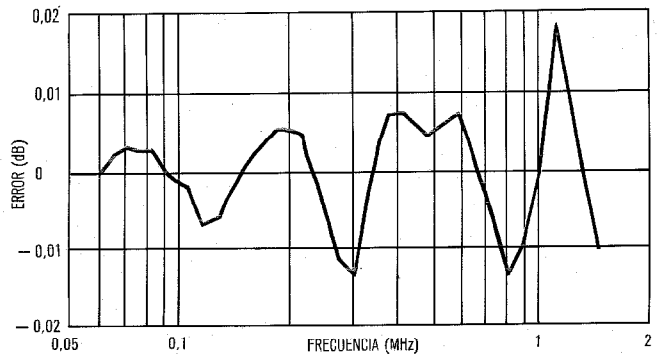


Fig. 8 Error del igualador optimizado con una red auxiliar en cascada.

y k que pueden denominarse B' y k'. El resultado de esto es el cambio del valor efectivo de y a y'.

En las expresiones que siguen, el parámetro A, constante real mayor que la unidad, es el factor de la función de transferencia de la red auxiliar considerada como igualador de atenuación de cuatro terminales

$$y' = y \cdot A^2$$

$$k' = (A(1+k) - 1)$$

$$r = \frac{(A-1)k'}{k' - (A-1)}$$

$$B' = \frac{k \cdot B}{r + k'}$$

Debe tenerse en cuenta que se necesita ahora un margen mayor del valor de y para conseguir el mismo ajuste de amplitud. El valor de y utilizado durante el procedimiento de optimización debe dividirse por A<sup>2</sup> de forma que el valor final efectivo de y se obtiene por el termistor seleccionado.

**Agradecimiento**

El autor quiere agradecer a su colega Mr. W. A. Brading por su colaboración y ayuda en la parte de los igualadores variables tipo Bode.

**Referencias**

- [1] H. W. Bode: Variable Equalisers; Bell Systems Technical Journal, abril 1938, volumen 17, N° 2, págs. 229—244.
- [2] W. A. Brading: Método exacto de diseño de igualadores ajustables; Comunicaciones Eléctricas, 1972, volumen 47, N° 3, págs. 196—200.
- [3] W. Haas: Theory and Design of an Adjustable Equaliser; Electrical Communication, 1965, volumen 40, N° 2, págs. 225—232.

Sydney George Corbett nació en Johannesburgo en junio de 1941. Se incorporó a la División de Transmisión de Standard Telephones and Cables (S.A.) Limited, Boksburg, Sudáfrica en marzo de 1964 después de obtener el grado de B.Sc. en ingeniería eléctrica en la Universidad de Witwatersrand de Johannesburgo. En el mismo año pasó a la División de Transmisión de Standard Telephones and Cables Limited, Londres, y un año más tarde a la División de Repetidores Sumergidos situada en North Woolwich. Regresó a Sudáfrica en mayo de 1967 donde actualmente es Ingeniero Jefe de Diseño de Redes y Filtros en Boksburg. Mr. Corbett es miembro graduado del IEE de Sudáfrica.

# Cables de control y central retardadores de llama

Los cables para comunicaciones, especialmente cuando se encuentran en conductos verticales, pueden hacer correr un serio riesgo de fuego a otros equipos. Se están desarrollando y probando materiales que utilizan nuevas técnicas, evitando la propagación del fuego a lo largo del cable y protegiendo así al equipo.

P. JOHNSTONE

E. D. TAYLOR

Standard Telephones and Cables Limited, Newport, Gales, Reino Unido

## Introducción

Durante la primera parte de esta década, el British Central Electricity Generating Board (Consejo Británico de Centrales Generadoras de Electricidad) ha tomado mayor conciencia de la necesidad de equipar con cables retardadores de llama los sistemas de comunicaciones de sus estaciones generadoras. Esto se hizo particularmente evidente donde los cables están dispuestos en posición vertical dentro de conductos. También fueron objeto de estudios similares en el Post Office británico los problemas de prevención de la propagación del fuego a lo largo de los cables y en el equipo.

Estudiando las causas de un desastroso incendio que se produjo en una estación de energía en Italia, donde el fuego se propagó por el cable al equipo de control, dando lugar a su destrucción completa, el Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (Centro Electrotécnico Experimental Italiano) de Milán realizó una prueba de simulación de un fuego en un conducto y así se reprodujeron las condiciones a fin de evaluar los parámetros más importantes.

## Especificación de la prueba

La instalación de prueba (Fig. 1) realizada por CESI está alojada en un edificio cuadrado de hormigón con una unidad de extracción alimentada por un proceso de lavado con agua que reduce el humo. En una chimenea se monta verticalmente un soporte de cables que lleva atados los cables para la prueba. En la base del soporte de cables se han construido sólidamente unas placas de calentamiento, que se mantienen a una temperatura de 873 K y se desplazan a una posición próxima al cable al principio de la prueba. Aproximadamente a 1 m por encima de la base están situados unos quemadores de gas que se encienden durante la prueba quemando los gases desprendidos por los cables ardiendo. La temperatura se controla continuamente mediante termopares en 12 puntos seleccionados, y se observa el aire que fluye. Al final de la prueba se mide la longitud de cable quemado por encima de la altura de las placas de calentamiento.

Al mismo tiempo el CEGB (Central Electricity Generating Board) ha estado trabajando en colaboración con la industria a través de la Electric Cable Makers Corporation (Confederación de fabricantes de cables eléctricos) para desarrollar una especificación de un cable con propiedades reductoras de la llama. Tal especificación se editó en agosto de 1973 e incluye una prueba del cable construido que se fundamenta en el banco de pruebas del CESI, pero es más detallada.

## Tabla de abreviaturas

ASTM	- Sociedad Americana de Prueba de Materiales
CEGB	- Consejo de Centrales Generadoras de Electricidad, Reino Unido
CESI	- Centro Electrotécnico Experimental Italiano
ECMC	- Confederación de Fabricantes de Cables Eléctricos, Reino Unido
ILO	- Prueba de índice de límite de oxígeno designada en la especificación ASTM, D 2863-70

El procedimiento de la prueba especifica que un cable es satisfactorio si las marcas de la combustión, después de que se ha limpiado la superficie, no se extienden más de 1,5 metros desde la parte superior de las placas de calentamiento.



Fig. 1 La instalación de prueba en CESI de Milán. Es probablemente la única instalación de su tipo en el mundo.

## Cables retardadores de llama

También se ha incluido en la especificación una prueba comparativa para los materiales no metálicos utilizados en el cable. Se puede emplear para dar una indicación de la capacidad de los materiales para superar la prueba de retardo de llama, pero supeditándolos a la prueba de índice de límite de oxígeno de acuerdo con la especificación ASTM (American Society for Testing Materials).

### Desarrollo del compuesto

Con la edición de la especificación de CEGB, STC, compañía británica de ITT, consideró el diseño de un cable capaz de reunir los requisitos exigidos. No se conocían los parámetros necesarios del diseño del cable y de los componentes del material para conseguir resultados satisfactorios. Por otra parte no era seguro que el producto normal fuese a satisfacer aproximadamente la especificación. Sin embargo se pensó que, en general, solamente cables con altas propiedades de retardo de llama superarían la rigurosa prueba. Por tanto se decidió que varios cables se someterían a la prueba para establecer una escala de comparación desde cables normales hasta un cable supuestamente retardador de la llama.

Después de determinar que el PCV normal tenía un ILO (Índice de Límite de Oxígeno) de 26, se decidió

tratar de conseguir una cubierta con un ILO de 35. Para ello se prestó una atención especial a los plastificadores y a los rellenos, puesto que éstos afectaban al ILO y a las características a baja temperatura, así como a otras propiedades físicas. Finalmente se produjo un compuesto con un ILO de 35, que además era capaz de satisfacer los requisitos físicos de una cubierta de PCV normal. Sin embargo, los nuevos componentes del compuesto dieron lugar a un incremento del 50 % del coste, lo que provocó un segundo examen, dando lugar al desarrollo de un compuesto retardador de llama de bajo coste con un ILO de 32 y reducción del incremento de coste al 23 %. También se desarrolló un compuesto aislante con un ILO de 28.

### Diseño de cable

Mientras, se decidió proceder a la fabricación de varios cables con diversas combinaciones de compuestos retardadores de la llama para compararlos. Se pensó también que se podría incrementar el efecto de retardo de la llama en el cable mediante el empleo de un armado del mismo, y por consiguiente se fabricaron el 50 % de los cables revestidos con un armado de cinta de aluminio, una cubierta interior de varios compuestos de PCV, un armado de cinta de acero y una cubierta exterior de PCV. Se fabricaron once cables diferentes,

Tabla 1 - Características de 11 cables probados sobre retardo de llama

Tipo de cable	Materiales del interior al exterior				
1	Aislamiento normal	—		Cubierta normal	
1A	Aislamiento normal	Cinta de aluminio recubierta de copolímero	Cubierta normal	Armado de cinta de acero	Cubierta normal
2	Aislamiento normal	—	Cubierta retardadora de llama, ILO = 32		
2A	Aislamiento normal	Cinta de aluminio recubierta de copolímero	Cubierta retardadora de llama, ILO = 32	Armado de cinta de acero	Cubierta retardadora de llama, ILO = 32
3	Aislamiento de PCV retardador de llama	—		Cubierta normal	
3A	Aislamiento de PCV retardador de llama	Cinta de aluminio recubierta de copolímero	Cubierta normal	Armado de cinta de acero	Cubierta normal
4	Aislamiento de PCV retardador de llama	—	Cubierta retardadora de llama, ILO = 32		
4A	Aislamiento de PCV retardador de llama	Cinta de aluminio recubierta de copolímero	Cubierta retardadora de llama, ILO = 32	Armado de cinta de acero	Cubierta retardadora de llama, ILO = 32
5	Aislamiento de PCV retardador de llama	—	Cubierta retardadora de llama, ILO = 35		
5A	Aislamiento de PCV retardador de llama	Cinta de aluminio recubierta de copolímero	Cubierta retardadora de llama, ILO = 35	Armado de cinta de acero	Cubierta retardadora de llama, ILO = 35
5B	Aislamiento de PCV retardador de llama	Cinta de aluminio recubierta de copolímero	Cubierta retardadora de llama, ILO = 35	Armado de hilos de acero	Cubierta retardadora de llama, ILO = 35

que se distribuyen desde los modelos empleados para control que utilizan aislamiento y compuestos para recubrimiento de PCV normal, hasta nuestro último cable antillama con un ILO de 35. En la tabla 1 se muestran las características de los cables fabricados.

En el último momento se incluyó el cable 5 B para comparar los resultados de un armado de hilos de acero con un armado de cinta de acero, dado que ambos tipos de construcción son de uso normal.

### Prueba del cable

No fue posible la construcción de un banco de pruebas como el descrito en la especificación de CEGB, y por ello se solicitó de CESI la realización de la prueba.

La exigencia más importante de la prueba es que el cable deberá tener una masa de  $10 \text{ kg m}^{-1}$ , y que esta masa es solamente la del material combustible, es decir descontando la masa del armado de acero y de los conductores superiores. Por tanto cada cable tenía que ser cortado en longitudes de 5 m, que es la altura de la chimenea del banco de pruebas, hasta completar los  $10 \text{ kg m}^{-1}$  requeridos. Durante la prueba de cada tipo de cable, todas las longitudes en que se ha dividido el cable fueron atadas al soporte de cable del interior de la chimenea, para simular un conducto vertical con una serie de cables en el interior.

### Resultados de la prueba

Las 4 muestras de cable (1, 1A, 3 y 3A de la tabla 1) con una cubierta exterior de PCV normal fallaron en la prueba. Los cables se prendieron fuego a los pocos segundos del comienzo y quedaron completamente destruidos al final de la misma, permaneciendo solamente los conductores de cobre y el armado de cinta de acero. Esto confirmó nuestras sospechas de que nuestros cables normales serían incapaces de soportar los requisitos de la especificación, e incluso el empleo de aislamiento retardador de llamas era insuficiente para detener la propagación de las mismas a lo largo de la cubierta PCV normal.

Sin embargo, el empleo de compuestos de recubrimiento retardadores de llama ha tenido éxito, y todas las restantes muestras de cable superaron la prueba. Los cables de nuevo se prendieron fuego muy pronto en cuanto comenzó la prueba, pero la intensidad de las llamas se redujo después de que los quemadores de gas se apagaron, y el fuego se extinguió en 30 minutos. Después de limpiados, la sección quemada de las longitudes de cable se comprobó que era inferior a 1 metro de altura por encima de las placas de calentamiento, lo que supera fácilmente los requisitos de la especificación del CEGB. En la figura 2 se muestra un paquete de cables que satisfizo este requisito.

Contrariamente a lo esperado, los cables sin armado de protección dan marginalmente mejores resultados; de la misma forma, los cables con aislamiento PCV normal y cubierta retardadora de llama dan resultados similares a los cables con aislamiento de retardo de llama. Esto indica que la cubierta es la parte más im-



Fig. 2 Un paquete de cables después de la prueba. En este caso han demostrado un efecto de retardo de llama suficiente para satisfacer la especificación de CEGB.

portante del cable en lo que concierne al efecto de retardo de llama.

### Trabajo futuro

En estos momentos el problema es encontrar pruebas prácticas que puedan ser utilizadas en una producción básica de cables que tengan que cumplir los requisitos exigidos en la especificación de CEGB. Las pruebas descritas en este artículo demostraron ser eficaces para descubrir las capacidades de los cables fabricados por STC, pero resulta demasiado caro construir un banco de prueba como el empleado por CESI, y dado que en cada ensayo se comprueba hasta su destrucción una cantidad considerable de cables, resulta inadecuado para pruebas regulares de calificación. Sin embargo la prueba de ILO se puede realizar regularmente y es de instalación barata. Desgraciadamente, esta prueba solamente puede dar una indicación de las propiedades del compuesto, pero no puede simular las condiciones de un fuego.

SEL, una compañía alemana de ITT, está utilizando la llamada prueba de haces y la prueba del ILO para comprobar el efecto de diferentes aditivos de la cubierta del cable, así como para crear el efecto de retardo de llama. Ellos han informado que los cables con un  $\text{ILO} > 30$  no arden en la prueba de haces y proporcionan un retardo de la llama sin ninguna degradación de las características eléctricas y mecánicas [1].

### Conclusiones

Los resultados de las pruebas realizadas en este proyecto demuestran que puede existir un grave problema de propagación del fuego con cables construidos utilizando compuestos de bajo ILO y situados en conductos de cable que puedan originar tiro del aire. No obstante, si se emplean en la fabricación de los cables para comunicaciones, compuestos para cubiertas que tengan un ILO mínimo de 32, el fuego se habrá retardado.

## Cables retardadores de llama

### Referencia

- [1] H. Geisler, K. Grill y H. Harbort: Policloruro de vinilo retardador de llama para aislamiento y recubrimiento de hilos en cables; Comunicaciones Eléctricas, 1975, volumen 50, n° 3, págs. 228—229.

**Philip Johnstone** nació en High Wycombe en 1941. Obtuvo un HNC en Ingeniería Eléctrica en 1964, mientras realizaba su aprendizaje con Elliott Automation. Emigró a Canadá en 1965

donde ingresó en Phillips Cables Limited de Vancouver como ingeniero de diseño. Regresó a Gran Bretaña en 1973 e ingresó en STC Newport como ingeniero de desarrollo.

**Endaf Davies Taylor** nació en Penygroes, Gales del Sur, en 1929. Se graduó en Físicas en el Colegio Universitario de Gales en Cardiff en 1959 e ingresó en STC Newport, donde ha trabajado en el Laboratorio de Física especializándose en pruebas de alta frecuencia. En 1969 fue nombrado jefe de la sección del Laboratorio de Desarrollo que se especializa en el desarrollo y pruebas de nuevos compuestos.



# Las nuevas tecnologías revolucionan los equipos de comunicaciones

Mientras los circuitos integrados comerciales seguirán manteniendo su importancia en algunas áreas, los circuitos LSI de encargo y los microprocesadores facilitarán la introducción, a gran escala, de nuevas facetas en los equipos. La comparación de los factores técnicos y económicos muestran los campos de aplicación para cada clase de circuitos.

G. ZEIDLER  
F. ULRICH

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

## Introducción

Desde la aparición del transistor de aleación, hemos presenciado una rápida sucesión de drásticos cambios tecnológicos que han tenido un considerable impacto en el desarrollo de los equipos electrónicos.

El estímulo mutuo entre las nuevas tecnologías y los nuevos requisitos de los clientes ha proporcionado un impulso adicional a esta evolución.

En el campo de las telecomunicaciones, el principal efecto del progreso tecnológico ha sido la introducción de un amplio grupo de nuevos equipos (pero que operan aún según principios ya muy conocidos) y en el perfeccionamiento de la capacidad de actuación de los equipos existentes. Lo que es una mejora bien recibida por el usuario de los servicios de telecomunicación, puede, sin embargo, crear problemas a la compañía explotadora. Por ejemplo, el equipo puede convertirse en anticuado mucho antes de finalizar su vida útil; los continuos cambios de tecnología pueden requerir una formación permanente del personal de mantenimiento, y el abastecimiento de piezas de repuesto puede encontrar dificultades considerables.

Es, por lo tanto, imperativo para el fabricante de equipos de telecomunicación así como para la compañía explotadora, asegurar la continuidad económica mediante la reducción de la variedad de componentes y mediante una cuidadosa planificación de los principios básicos y tecnológicos del sistema.

Este artículo pretende contribuir al logro de este objetivo. Describe el impacto de las nuevas tecnologías de semiconductores LSI sobre los medios de telecomunicación digital; sin embargo, evita discutir otras tecnologías de integración (por ejemplo, circuitos de película gruesa y película delgada) que han jugado un papel importante durante la evolución de los elementos semiconductores y que todavía tienen importancia en áreas de aplicación específicas.

## Evolución de la tecnología del semiconductor

La eclosión decisiva en el campo de la electrónica digital se produjo con la introducción de los transistores de aleación a mitad de los años cincuenta. Ofrecían ventajas esenciales comparadas con los tubos electrónicos.

Sin embargo, a principios de los años sesenta tuvieron que dejar paso a los transistores planar, más baratos, más fiables y sustancialmente más rápidos.

Las técnicas planar sirvieron de plataforma de lanzamiento para el desarrollo de los circuitos semiconductores integrados. Muy pronto se dispuso de familias de circuitos integrados normalizados reconocidos como "C. I. comerciales". Incluían circuitos de pequeña escala de integración (SSI) con unas cuatro puertas o con uno a dos biestables por dispositivo, así como circuitos de integración a media escala (MSI) que alojaban unidades funcionales mayores, como contadores y multiplexores, en una sola pastilla.

A principio de los años setenta, la tecnología MOS alcanzó la nueva época de la integración a gran escala. Los circuitos MOS permiten una densidad de encapsulado aún mayor, tienen un consumo relativamente bajo y sus procesos de fabricación son fáciles de controlar. Con el grado de integración actual, se pueden juntar en una sola pastilla la función de varios dispositivos SSI y MSI.

Se puede hacer una división básica de los circuitos LSI en dos grupos. En los "circuitos LSI de encargo", las funciones solicitadas por el usuario se realizan mediante la interconexión fija de circuitos lógicos; los "Circuitos LSI comerciales", por ejemplo microordenadores, pueden emplearse para construir unidades programables, generándose las funciones requeridas mediante programa.

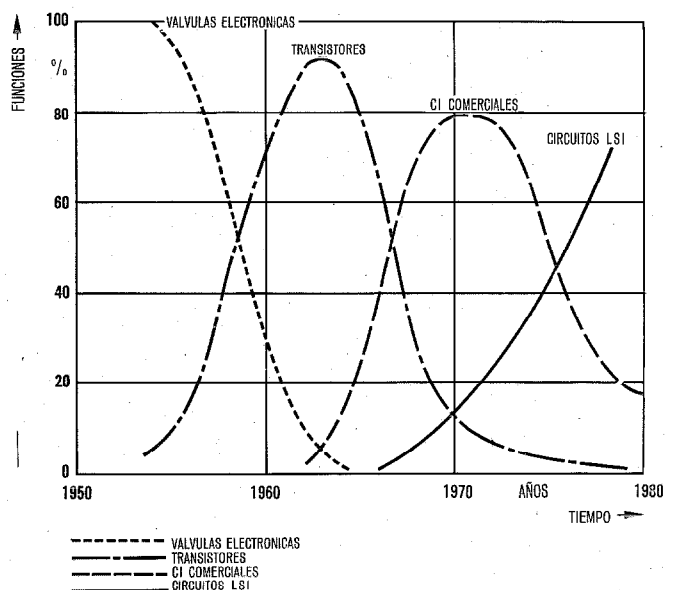


Fig. 1 Tecnologías de los componentes digitales.

La figura 1 muestra la evolución de las tecnologías de los componentes [1]. En la figura 2 se refleja la tendencia hacia LSI por medio de la evolución de las ventas [2, 3].

**Características técnicas y aspectos económicos para cada clase de circuito en particular**

A continuación se comparan las ventajas logradas con el empleo de cada uno de los tres tipos de circuitos semiconductores (CI comerciales, circuitos LSI de encargo y comerciales) anteriormente citados. La comparación se basa en factores técnicos y económicos.

Los principales factores técnicos son:

- Velocidad funcional  
La velocidad de funcionamiento depende del retardo de propagación de la puerta así como del modo de operación y de la organización de la lógica del sistema.
- Consumo de potencia  
La potencia consumida tiene un impacto esencial sobre la fuente de alimentación, y puede requerir medidas de refrigeración. Por regla general, las tecnologías de mayor consumo disponen de mayor nivel de potencia de salida.
- Requisitos de espacio  
Los requisitos de espacio dependen de la densidad funcional de los componentes, esto es, del grado de integración. Adicionalmente, la disipación de potencia puede tener considerable influencia.
- Fiabilidad  
La fiabilidad aumenta con el grado de integración. Se debe principalmente al hecho de que con una mayor integración se reducen drásticamente el número de puntos de contacto y de interconexiones entre el interior y el exterior.

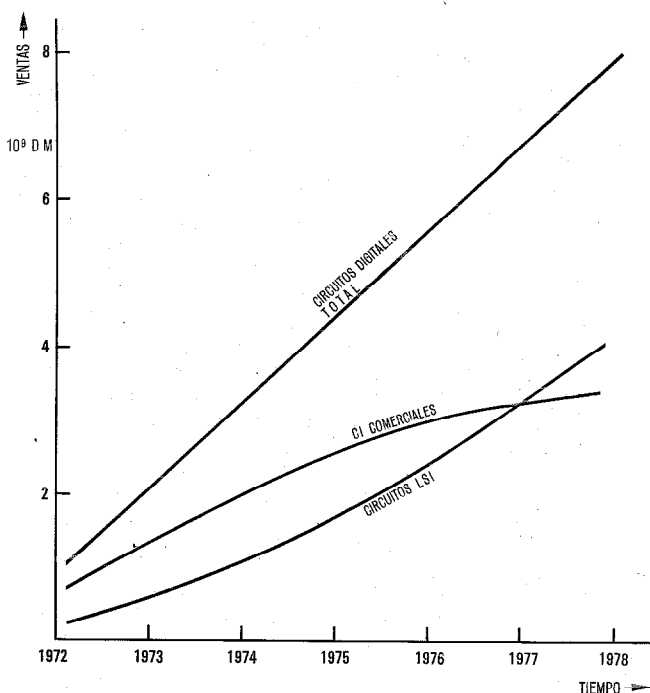


Fig. 2 Ventas mundiales de circuitos digitales.

- Convertibilidad  
La convertibilidad es especialmente importante cuando pueden cambiar las condiciones operacionales (expansión de los sistemas, cambio de área de aplicación, etc.). Una buena convertibilidad puede facilitar el desarrollo de grandes sistemas, ya que simplifica esencialmente los inevitables procesos repetitivos.
- Ciclo de diseño  
Es el determina en gran medida el llamado tiempo de introducción en el mercado y por lo tanto, también el tiempo de respuesta a nuevas demandas. El ciclo de diseño es importante económicamente, tanto para el fabricante de equipos como para la compañía explotadora.
- Suministro de piezas de repuesto  
El abastecimiento de piezas de repuesto es un factor extremadamente importante para el mantenimiento del equipo. La fiabilidad del suministro de piezas de repuesto es máxima cuantos más fabricantes de circuitos haya y mayor sea el mercado.
- Inmunidad al ruido  
Los circuitos integrados son en parte muy susceptibles a la interferencia de ruidos que pueden causar un mal funcionamiento, aún con líneas muy cortas. En el caso de circuitos muy sensibles, deberán emplearse prácticas de equipo caras (interconexiones multicapa); en el caso de circuitos menos sensibles se pueden evitar niveles de ruido críticos mediante técnicas de alambrado apropiadas [4].
- Calentamiento propio  
Como la temperatura admisible para los componentes es limitada, el calentamiento propio no debe sobrepasar ciertos límites. Depende de la densidad funcional dentro del equipo (por ejemplo, el número de dispositivos por unidad de volumen y de su grado de integración) y del consumo de potencia de la tecnología en cuestión. El calentamiento propio se puede reducir disminuyendo la densidad de empaquetado (mayores requisitos de espacio) o mediante refrigeración por aire forzado (mayores gastos, problemas de fiabilidad y de mantenimiento). Los factores económicos son:
- Coste de componentes  
Despreciando los cargos incidentales por pruebas, etc., el coste de los componentes es el precio que el fabricante de equipos debe pagar al suministrador de semiconductores. En el caso de circuitos LSI de encargo, se considera que el coste de diseño de los componentes es parte del coste de desarrollo del equipo.
- Coste de realización  
Incluye el coste de todas las partes del equipo necesarias para la operación del circuito, por ejemplo las placas de circuito impreso y demás elementos mecánicos hasta su montaje, así como los conectores eléctricos y fuente de alimentación.
- Coste de desarrollo  
Consiste en el coste del diseño del circuito y la distribución de las unidades del equipo en placas impresas así como el alambrado de interconexión.

En el caso de dispositivos programables, el coste de programación se considera parte del coste de desarrollo.

Supondremos aquí que el coste total de desarrollo se amortiza en cuatro años teniendo en cuenta los volúmenes de producción.

### Circuitos integrados comerciales

Se dispone de CI comerciales con una variedad de familias de dispositivos que se diferencian principalmente en la velocidad de operación y en el consumo de potencia. Los dispositivos consisten en circuitos lógicos básicos (SSI) y en unidades funcionales como contadores, multiplexores, etc. (MSI).

Las realizaciones hechas con CI comerciales tienen las siguientes características técnicas:

- Velocidad funcional Muy alta (se dispone de familias de CI rápidas)
- Consumo de potencia Alto (familias de CI rápidas)  
Baja (familias de CI lentas)
- Requisitos de espacio Grandes (gran volumen de los dispositivos y de los elementos mecánicos)
- Fiabilidad Media (muchas interconexiones)
- Convertibilidad Buena (cambio de placas impresas)
- Ciclo de diseño Corto (interconexiones sencillas, gran flexibilidad)
- Suministro de piezas de repuesto Muy bueno (se dispone de segundo suministrador)
- Inmunidad al ruido Crítica (para familias de CI rápidas)
- Calentamiento propio Crítico/no crítico (densidad de empaquetado limitada).

En la figura 3 se ilustran los aspectos económicos. Se muestra el coste total típico por CI comercial en función del volumen de CI empleados. El parámetro representa el volumen de equipos por año. El coste to-

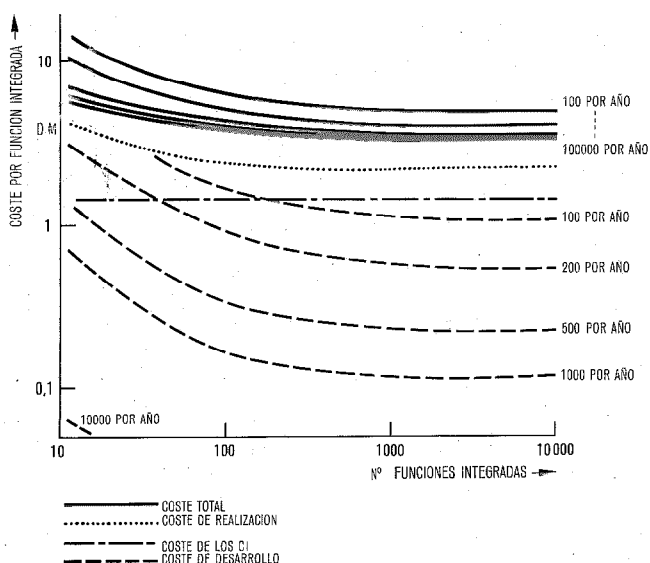


Fig. 3 Coste total por CI comercial.

tal se obtiene añadiendo el de los componentes, el de realización y el del desarrollo.

Como puede verse en esta figura, el coste por CI es casi constante a partir de un volumen de 100 CI. Tampoco depende esencialmente de la cantidad de equipos, a partir de 500 unidades anuales apenas hay diferencias.

### Circuitos LSI

#### Circuitos LSI de encargo

El campo de aplicación de un circuito se reduce al aumentar la integración. Por lo tanto, este dispositivo se debe realizar a medida para cumplir con los requisitos particulares del fabricante de equipos.

Para asegurar una buena cooperación entre el fabricante de los semiconductores y el de los equipos, es obligado disponer de una comunicación eficaz y de una clara división de tareas [5].

Las realizaciones hechas con circuitos LSI de encargo tienen las siguientes características técnicas:

- Velocidad funcional Media/alta (es posible una adaptación óptima)
- Consumo de potencia Muy bajo (tecnología de baja potencia)
- Requisitos de espacio Muy pequeños (alto grado de integración)
- Fiabilidad Muy alta (pequeña proporción de interconexiones)
- Convertibilidad Muy pobre (modificación de máscaras)
- Ciclo de diseño Muy largo (diversas fases de diseño del fabricante de equipos y del fabricante de semiconductores)
- Suministro de piezas de repuesto Difícil (debe asegurarse un segundo suministro por contrato)
- Ruido No crítico (pocas interconexiones externas)
- Calentamiento propio Crítico/no crítico (es posible una densidad de empaquetado muy alta).

La figura 4 ilustra los aspectos económicos. En contraste con los CI comerciales, el coste de los dispositivos LSI de encargo depende fuertemente del volumen. Al principio el coste cae considerablemente al aumentar el número de funciones integradas, pero a partir de 100 funciones la disminución es muy moderada. (Si se requiere integrar más funciones de las que puedan alojarse en una pastilla de tamaño óptimo, deberán distribuirse en dos o más LSI. La variación de coste resultante no se considera en la figura).

Para volúmenes anuales hasta 500 LSI\*, el precio es relativamente alto, pero a partir de 10.000 anuales cae a niveles muy bajos. Por esta razón, los circuitos LSI pueden presentar ventajas incluso en aplicaciones donde sus méritos técnicos no sean decisivos.

\* La mayoría de los fabricantes de semiconductores requieren pedidos por cantidades mayores en épocas de expansión económica. Así, los precios para 500 y 1000 circuitos son más bien hipotéticos.

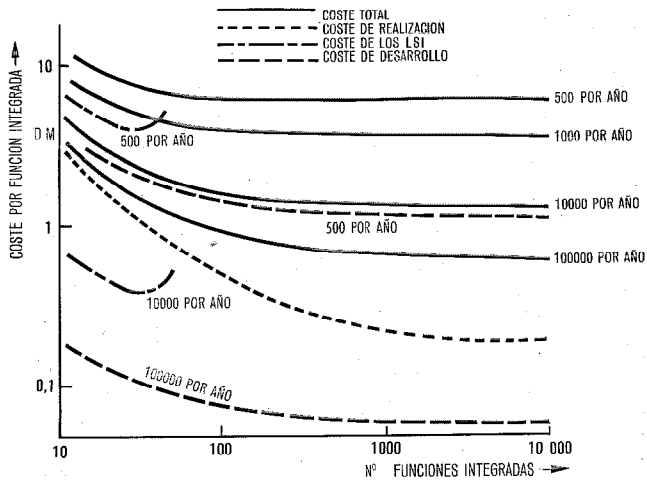


Fig. 4 Coste total por función integrada en un circuito LSI de encargo.

El microordenador como circuito LSI comercial

Los microordenadores controlados por programa pueden, en principio, llevar a cabo todas las funciones realizadas en un equipo digital. Siendo los microordenadores muy conocidos a través de diversas publicaciones ([6] y otros), aquí sólo se definirán unos pocos términos básicos.

El microordenador consiste en una unidad central, el microprocesador, que se conecta mediante vías de dirección y buses de datos con las memorias de programa y de datos, así como a los terminales de entrada y salida. (Diagrama de bloques, figura 5). El programa se almacena en memorias fijas (ROM) de lectura solamente o en memorias preprogramables de lectura (PROM). Los datos generados durante el proceso se almacenan en memorias de acceso directo (RAM). Al ser todas estas unidades excepto (ROM) dispositivos LSI comerciales, se puede, con justicia, denominar el microordenador entero circuito LSI comercial.

La figura 6 muestra unos dispositivos microordenadores típicos. Las realizaciones equipadas con microprocesador tienen las siguientes características técnicas:

- Velocidad funcional      Media (varios pasos por función)
- Consumo de potencia      Bajo (tecnología de baja potencia)
- Requisitos de espacio      Pequeños (alto grado de integración)
- Fiabilidad                      Alta (pequeño porcentaje de interconexiones)
- Convertibilidad              Muy buena (modificación de programa)
- Ciclo de diseño              Muy corto (desarrollo de programa)
- Suministro de piezas de repuesto      Bueno (fácil de hallar segundo suministrador)
- Ruido                              No crítico (pocas interconexiones externas)
- Calentamiento propio      Crítico/no crítico (es posible una gran densidad de encapsulado).

La figura 7 ilustra los aspectos económicos. Aun con menor número de funciones integradas, el coste total por función integrada es relativamente pequeño, y al aumentar el número de funciones integradas disminuye en un amplio margen alcanzando el mínimo en 1000 funciones aproximadamente. (Si se requiere el paso a dos o más microordenadores, por ejemplo por razones de velocidad, el coste mínimo aumentará ligeramente). El volumen no tiene mucha influencia sobre el coste, particularmente en el caso de baja complejidad.

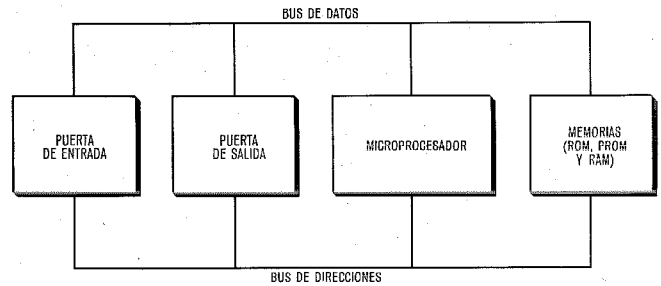


Fig. 5 Diagrama de bloques de un microordenador.

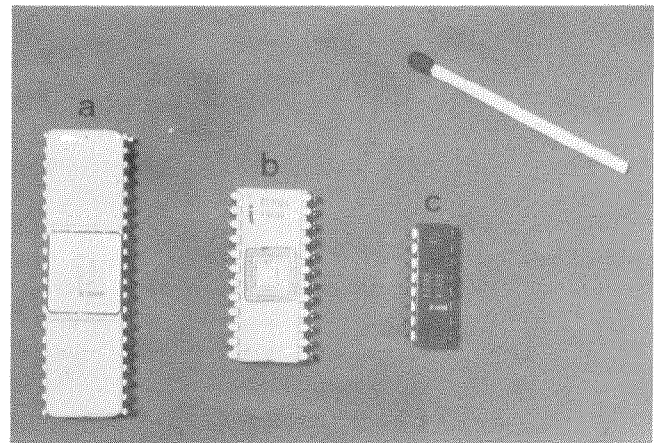


Fig. 6 Unidades de un microordenador.

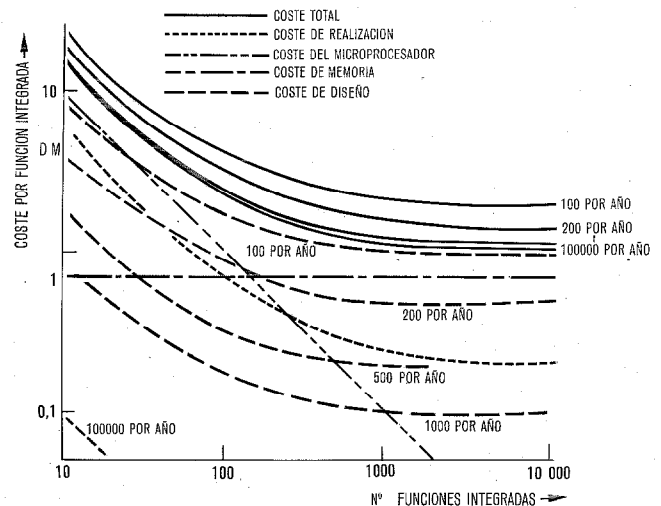


Fig. 7 Coste total por función integrada en un circuito LSI comercial (microprocesador).

**Comparación de los tipos de circuitos y sus aplicaciones**

En esta sección se deducirán las áreas de aplicación para cada clase de circuitos en particular.

En este punto, primero se compararán las características técnicas y económicas perfiladas en las consideraciones anteriores. La figura 8 muestra el resultado de la comparación en forma de una tabla de evaluación. Como puede verse, a menudo las propiedades ventajosas de los CI comerciales y, en particular, de los dispositivos LSI de encargo, se hallan compensadas por otras características que impiden ciertas aplicaciones. Las características en los microprocesadores se hallan más equilibradas. De aquí que, desde el punto de vista técnico, los CI comerciales y los dispositivos LSI de encargo se adapten mejor a aplicaciones específicas, mientras que los microprocesadores se muestran más apropiados a un campo más amplio.

Para permitir una comparación económica, la figura 8 muestra los costes totales resultantes de las figuras 3, 4 y 7.

Como puede verse, el coste de un circuito LSI de encargo depende más del volumen. A partir de 1000 unidades anuales, sin embargo, cae por debajo del coste de los CI comerciales. Con volúmenes muy elevados, del orden de decenas de millares, el coste disminuye a una pequeña parte del de los CI comerciales.

El coste total de los microordenadores es inferior al de los CI comerciales en todo el margen de volúmenes a partir de una complejidad de 40 funciones. Comparado con los circuitos LSI de encargo, hay más diferencias. En pequeñas cantidades, los microordenadores son siempre más económicos. Al aumentar el volumen sólo pueden competir aumentando la complejidad.

En el caso de volúmenes muy grandes, los circuitos LSI de encargo son superiores.

De la comparación de las características técnicas de la tabla 1 y de los costes en la figura 8, se puede deducir las áreas de aplicación de cada tipo de circuito particular. Se muestra en la tabla 2. Las características mostradas en la parte superior no siempre habrán de presentarse juntas. Cuando los requisitos obligatorios del equipo sólo se pueden satisfacer mediante un tipo de circuito, las demás características tendrán una importancia secundaria.

Por ejemplo, si se requiere una alta velocidad funcional, se deben emplear CI comerciales aún en el caso de gran complejidad o elevados volúmenes. Análogamente es aplicable a los circuitos LSI de encargo si se dispone de un espacio extremadamente reducido, y a los microprocesadores si se requiere gran flexibilidad.

**Características de los nuevos equipos con circuitos LSI**

Equipos que usan circuitos LSI de encargo

Según la tabla 2 los circuitos LSI de encargo se adaptan con preferencia a los equipos terminales de comunicaciones.

Como regla, el espacio es lo primero en esta clase de equipos. Además la potencia suministrada, a menu-

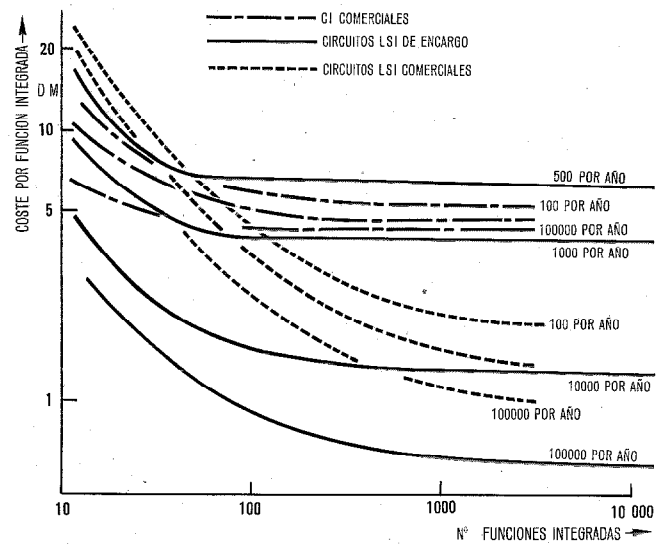


Fig. 8 Comparación de los costes totales.

Tabla 1 - Características ofrecidas por los diferentes tipos de circuitos

Características	Circuito con CI comerciales	Circuito LSI de encargo	Circuito LSI comercial (microordenador)
Velocidad funcional	+ +	+	- / +
Consumo de potencia	- / +	+ +	+
Requisitos de espacio	-	+ +	+
Fiabilidad	-	+ +	+
Convertibilidad	+	- -	+ +
Ciclo de diseño	+	- -	+ +
Suministro de piezas de repuesto	+ +	-	+
Inmunidad al ruido	-	+	+
Calentamiento propio	- / +	- / +	- / +

Tabla 2 - Aplicación de las tecnologías

	Circuitos con CI comerciales	Circuitos LSI de encargo	Circuitos LSI comerciales (microordenadores)
Equipos de	- pequeña complejidad	- mayor complejidad tamaño muy pequeño	- alta complejidad flexibilidad
	- alta velocidad	- velocidad media	- velocidad de funcionamiento media
	- pequeño volumen	- producción en muy grandes cantidades	- producción en grandes cantidades
Ejemplos	- Controles centrales con un proceso de datos de alta velocidad	- equipos terminales	- partes periféricas de controles centrales grandes
	- Adaptación y circuitos de interconexión		- Controles centrales pequeños

## Las nuevas tecnologías

do, se halla limitada o debe obtenerse incluso de los circuitos funcionales.

Los equipos de este tipo se producen en grandes cantidades, por lo que representa un área de aplicación clara para los circuitos LSI de encargo. Por ejemplo, un aparato telefónico de abonado para marcaje rápido QUICKSTEP\* y el teléfono monedero Fw 20 del Deutsche Bundespost, ambos desarrollados por SEL, que se describen brevemente a continuación.

Con el teléfono QUICKSTEP el número del abonado deseado se marca en un teclado y se convierte seguidamente en un tren de impulsos. El dispositivo de conversión se halla dentro del aparato telefónico y se alimenta de la línea. Siendo la caída de tensión admisible en el bucle, de unos pocos voltios y permitiéndose únicamente almacenar energía en condensadores durante la interrupción del bucle, el consumo de potencia debe ser extremadamente reducido.

\* Marca registrada del sistema ITT.



Fig. 9 Teléfono QUICKSTEP.

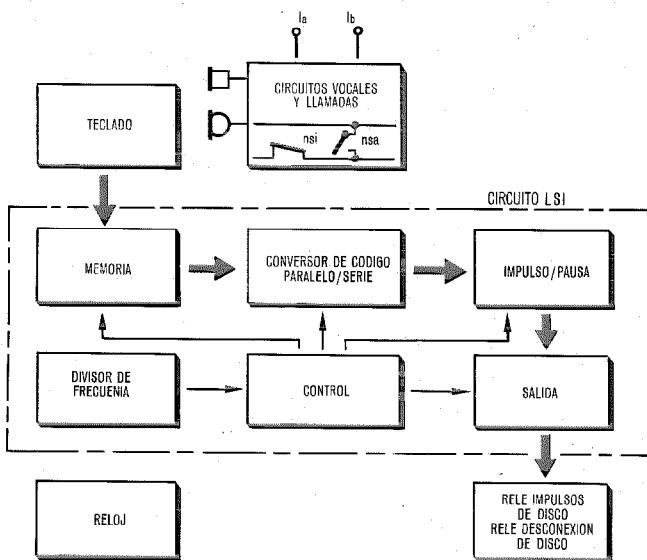


Fig. 10 Diagrama de bloques del teléfono QUICKSTEP.

La figura 9 presenta una vista del aparato telefónico, y la figura 10 muestra el diagrama en bloques e ilustra la interoperación de las unidades funcionales.

En el caso del teléfono monedero Fw20, el objetivo ha sido introducir un buen método de cómputo y de colección de monedas para que se recolecten solamente aquellas monedas que sean absolutamente necesarias para cubrir los cargos acumulados. Al mismo tiempo, parecía evidente emplear las ventajas ofrecidas por el marcaje con teclado. Esto requería un control de recogida de monedas relativamente "inteligente" y una amplia lógica adicional que, realizada con CI, no podría alojarse en el aparato telefónico debido a su gran tamaño y requisitos de potencia.

La figura 11 muestra el diseño exterior del teléfono monedero, mientras la figura 12 presenta el diagrama de bloques [7]. La figura 13 muestra la placa de circuito impreso que aloja la sección de control entera dispuesta en ocho dispositivos LSI.



Fig. 11 Teléfono monedero Fw20 de la administración alemana.



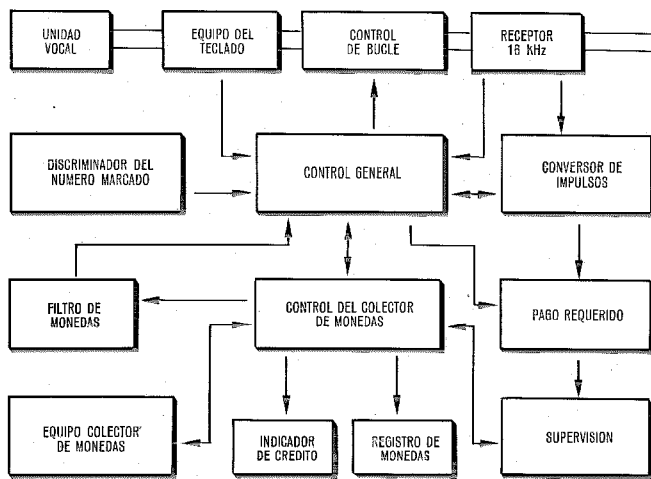


Fig. 12 Diagrama en bloques del teléfono monedero Fw20.

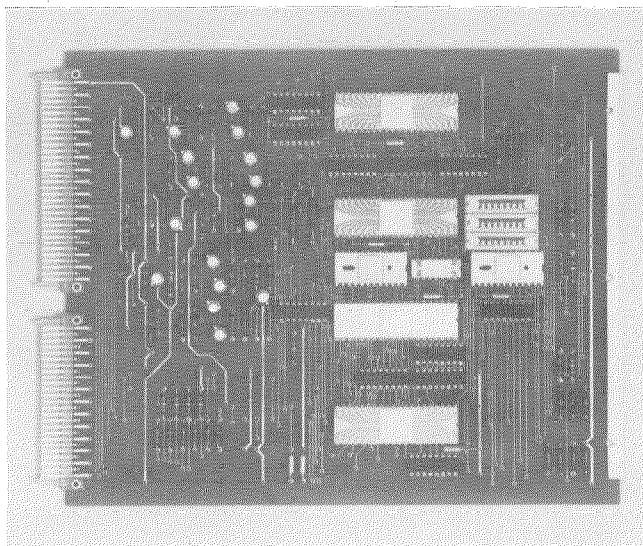


Fig. 13 Unidad de control del teléfono monedero Fw20.

Equipos que emplean microordenadores

Ségún la tabla 2, se elegirán preferentemente microordenadores para los equipos de comunicación con más funciones centralizadas. Allí pueden emplearse para preprocesar los datos en grandes sistemas o para el control de sistemas pequeños. Se adaptan también a los equipos autocontenidos de aquellos sistemas así como a los equipos de prueba. En muchos casos su convertibilidad muestra una gran ventaja, por ejemplo cuando deba ampliarse una instalación.

Un ejemplo típico es un temporizador para impulsos de tasación, concebido por SEL. La función consiste en producir un número de cadencias de impulsos seleccionables libremente por el aparato de abonado y teléfonos monederos. Además debe permitir conmutar automáticamente diversas tasas de tarificación dependiendo de la hora del día, del día de la semana y de los días festivos.

En la figura 14 se muestra el diagrama de bloques del temporizador y la figura 15 es la fotografía de la unidad de control.

Conclusión

Las consideraciones anteriores muestran como los circuitos LSI conducirán en muchos campos de las comunicaciones a una considerable expansión de las funciones de los equipos así como a una reducción de coste.

Los CI comerciales dejarán paso parcial, con preferencia, a los microprocesadores, pero conservarán su importancia en aplicaciones especiales, en el área periférica de los circuitos LSI y en equipos de alta velocidad.

Los circuitos LSI de encargo seguirán manteniendo una posición excepcional. Se emplearán principalmente en equipos terminales donde introducirán posibles nuevas facetas. Continuando con el incremento de las densidades de integración [8], será posible alojar dentro de los circuitos LSI aún más funciones complejas de equipo, lo que dará lugar, en el futuro, a una tendencia hacia LSI aún más fuerte.

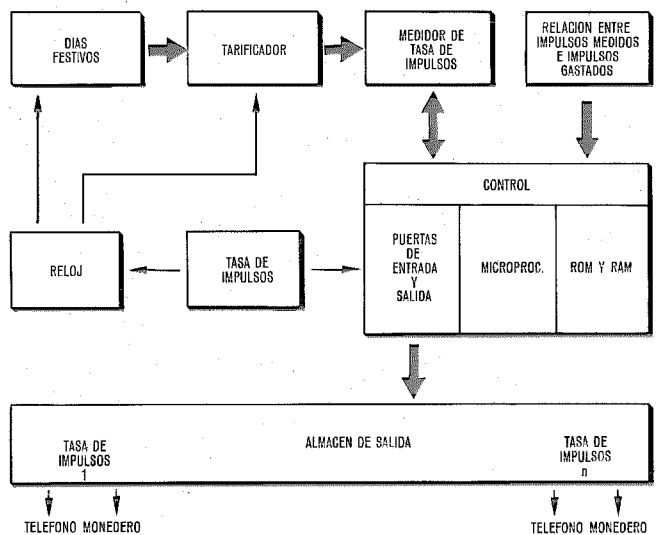


Fig. 14 Diagrama en bloques del contador de impulsos de tarificación (con microordenador).

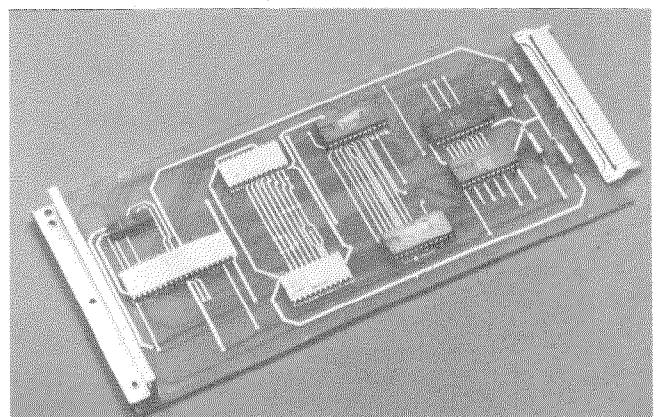


Fig. 15 Contador de impulsos de tarificación con microordenador.

### Referencias

- [1] D. Becker, H. Mäder: Hochintegrierte MOS-Schaltungen, 1ª ed., Berliner Union, Stuttgart 1972.
- [2] D. Christiansen: Forecasting Electronics 1985. IEEE Spectrum 9 (1972) 7, págs. 50—54.
- [3] US Markets 1975. Electronics 48 (1975) 1, págs. 81—100.
- [4] F. Ulrich: Eigenstösicherheit in Digitalgeräten mit integrierten Schaltungen. NTZ-Report 18, VDE-Verlag GmbH, Berlin, 1974.
- [5] G. Zeidler y D. Becker: Los circuitos MOS LSI de cliente ofrecen nuevas perspectivas para los equipos de comunicaciones; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 49 (1974), N° 1, págs. 75—80.
- [6] K. Wütherich: Mikrocomputer; Der Elektroniker, 13 (1974) 4, págs. 1—7.
- [7] G. Zeidler: El teléfono monedero NT 2000 para llamadas a abonados de todo el mundo; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 49 (1974), N° 2, págs. 128—133.
- [8] L. Altman: Logic's leap ahead creates new design tools for old and new applications; Electronics 47 (1974) 4, págs. 81—96.

**Gerhard Zeidler** nació en Breslau, Alemania. Estudió ingeniería de comunicaciones en el Instituto Tecnológico de Darmstadt, graduándose en 1961 como ingeniero diplomado. En 1964 fue recompensado con el grado de Doctor Ingeniero en reconocimiento a sus méritos.

El Dr. Zeidler entró en Standard Elektrik Lorenz, compañía alemana de ITT en 1965, donde actualmente es jefe de investigación, desarrollo e ingeniería del departamento responsable de líneas de productos como sistemas de conmutación y comunicaciones de audio.

**Friedrich Ulrich** nació en Neustadt cerca de Waiblingen, Alemania, en 1926. Se graduó, en 1955, como Físico Diplomado en la Technische Hochschule de Stuttgart. En 1957 entró en Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, como ingeniero de desarrollo y participó en el proyecto de los primeros desarrollos en el campo de la conmutación electrónica. Actualmente es jefe de departamento de un laboratorio de investigación avanzada para conmutación.

## Nuevas realizaciones

### Contrato para el enlace telefónico submarino de mayor capacidad del mundo.

La Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE) ha encargado un enlace submarino de telecomunicaciones de elevada capacidad para unir la España continental con las Islas Canarias. Este enlace, que recibirá el nombre de Pencan-3, tendrá una longitud de unos 1390 km (750 millas náuticas) y enlazará Chionia, en la España continental, con San Cristóbal en las Islas Canarias.

El sistema a utilizar tiene una anchura de banda de 45 MHz, proporcionando una capacidad de 5520 circuitos, lo que le convierte en el sistema de mayor capacidad de todo el mundo. Cuando entre en servicio a finales de 1977 será el cuarto instalado de su tipo y el de mayor longitud. STC (Standard Telephones and Cables) fabricará e instalará el sistema completo, incluyendo el cable, 270 repetidores y el equipo terminal.

Las Islas Canarias son en la actualidad uno de los nudos más importantes de la red mundial de telecomunicaciones. Terminan en las Islas Canarias sistemas submarinos de transmisión desde Brasil a Sudáfrica, y STC está construyendo en la actualidad el sistema Columbus-1 que parte de Venezuela. Las Islas Canarias están ya conectadas con la España continental por los sistemas Pencan-1 y Pencan-2, construidos por STC, que tienen una capacidad total de 2000 circuitos. España puede distribuir las llamadas de esta ruta al resto del mundo a través de enlaces de cables submarinos, enlaces de microondas y sistemas de cable coaxial.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

### DM 32/512. Un equipo de múltiplex para 14 canales con modulación delta.

SEL (Standard Elektrik Lorenz) ha desarrollado un sistema de transmisión con modulación delta que funciona con 14 canales de conversación (0,3 a 3,4 kHz).

Un modulador delta controlado digitalmente, con una velocidad de muestreo de 32 kbit/s digitaliza las señales de conversación. Además, es posible transmitir señales de modems de datos con una velocidad de 2400 bit/s.

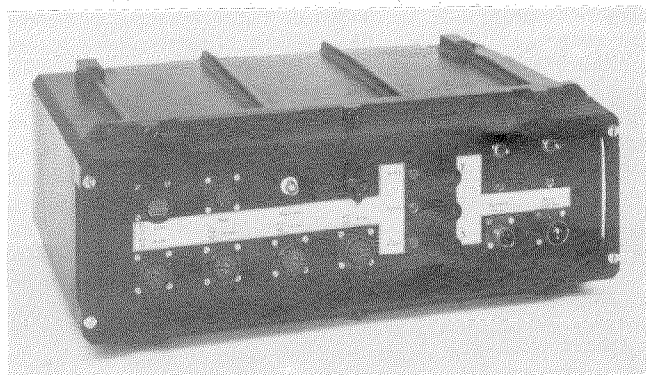
Utilizando la técnica de múltiplex por división en el tiempo, el multiplexor síncrono transmite las señales de los 14 canales de 32 kbit/s, y en el intervalo 15 la información de señalización necesaria de 2,133 kbit/s para la señalización E + M. La velocidad de transmisión total es por consiguiente de 512 kbit/s.

El procedimiento de sincronización corresponde a la Recomendación de Eurocom D/1, sección B 4 (en el intervalo 16); el tiempo de sincronización es menor de 4 ms.

Las facilidades de supervisión incorporadas indican los fallos de:

- funciones centrales,
- sincronización,
- estación lejana.

Estas alarmas se indican por medio de tres LED que se alimentan por un contacto de relé.



Equipo múltiplex DM 32/512.

El equipo puede utilizarse o bien con alimentación de 220 V procedente de la red, o bien con 24 V de batería, y tiene un consumo de 10 W.

La construcción mecánica cumple las especificaciones militares. El equipo múltiplex se monta en una caja de fundición de 445 × 310 × 170 mm y pesa alrededor de 15 kg.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

### Pedidos importantes en conmutación privada.

Durante los últimos meses, la División de Comunicaciones Privadas de CGCT recibió varios pedidos importantes para el mercado de exportación:

— tres centrales PABX (Private Automatic Branch Exchange = Centralita Privada Automática) del sistema MINIMAT\* 2000, para:

- El Hotel Méridien en Damasco, Siria,
- El Ministerio de Correos y Telecomunicación de Túnez,
- La Compañía Aérea Africana en Abidjan — Costa de Marfil

— y dos centrales PABX del sistema PENTACONTA\* para:

- El Canal de Suez, Egipto.

En 1975, la cantidad de pedidos de exportación recibidos por la División de Comunicaciones Privadas de CGCT fue doble que los recibidos en 1974.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

\* Marca registrada del sistema ITT.

### La central local del tipo EWS de Stuttgart, en funcionamiento.

La central local del tipo EWS, de Stuttgart-Feuerbach, fue autorizada para su funcionamiento en prueba el 5 de septiembre de 1974. Desde principios de 1976, da servicio a 1000 abonados que tienen a su disposición 65 enlaces de entrada y 58 enlaces de salida hacia las centrales locales convencionales y de larga distancia.

La central del tipo EWS de Stuttgart es la primera central SPC instalada por SEL para el Deutsche Bundespost (PTT alemán).

El sistema EWS ofrece a los abonados una gran variedad de nuevas e interesantes facilidades, tales como selección por teclado, marcaje abreviado, despertador automático, servicio de reposo telefónico, etc. La compañía de explotación, por otra parte, se beneficia de las muchas posibilidades para racionalizar las operaciones y el servicio de mantenimiento, en particular a través del uso de ordenadores de servicio.

La experiencia obtenida tras año y medio de funcionamiento en prueba, muestra que el sistema EWS, que fue desarrollado por las cuatro compañías suministradoras de equipos telefónicos del PTT alemán en estrecha colaboración con el Centro de Ingeniería de Telecomunicación del mismo, cumple completamente con lo esperado.

El control por programa almacenado hace posible la introducción de modificaciones, que durante el curso del funcionamiento en prueba se vea que son ventajosas, sin más que mejorar el conjunto de programas, es decir, simplemente modificando la programación.

Con los programas así preparados para el ordenador de servicio, la central funcionó muy satisfactoriamente y el personal de mantenimiento fue capaz de localizar los fallos rápidamente.

El personal del PTT alemán se familiarizó muy pronto con el sistema, de forma que los especialistas de las compañías que realizaron el desarrollo del sistema tuvieron que ser llamados solamente en casos excepcionales. Como se esperaba, la tasa de fallos, es decir el número de fallos (fallos de equipo y errores de programa) disminuyó drásticamente tras cuatro meses de funcionamiento. Las tasas de fallos de la mayor parte de los tipos de componentes fueron inferiores a los valores utilizados como base para los cálculos de fiabilidad.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

**Globos oculares solares generan electricidad a partir de la luz solar.**

Están siendo desarrollados en STL (Standard Telecommunication Laboratories) unas esferas llamadas "globos oculares solares" ("solar eyeballs") que se mueven para mantener su orientación con respecto al sol y convierten directamente la luz solar en electricidad. Estos globos oculares siguen automáticamente el movimiento del sol utilizando un nuevo tipo de mecanismo magnético autocontenido sin ninguna conexión mecánica externa. Cada célula puede proporcionar hasta 1 V, pero la tensión de salida puede aumentarse uniendo varias células en serie dentro de un globo ocular.

Para permitir que se muevan libremente, las esferas flotan sobre agua en un depósito. La luz del sol pasa a través de una lente y cae sobre la célula solar. Cuando el sol se mueve en el espacio, su luz deja de incidir sobre la célula solar e incide sobre uno de los cuatro depósitos de gas que la rodean. Cuando la luz toca uno de estos depósitos, el gas del interior se expande y mueve un pequeño imán colocado dentro de la esfera. Este reacciona con un campo magnético externo que hace que la unidad quede de nuevo orientada hacia el sol.

Se utiliza una célula solar de arseniuro de galio porque puede resistir temperaturas elevadas y no se satura con intensidades de radiación elevadas, lo que le hace adecuado para su utilización en el foco del sistema de lentes.

Este sistema está todavía en desarrollo, pero los ingenieros del laboratorio estiman que proporcionará una salida de 1 kW a un coste razonable. Con un flujo de potencia solar típico de 70 mW/cm<sup>2</sup>, una lente de 25 cm de diámetro recogerá 35 W, proporcionando una potencia de salida de 7 W, con un rendimiento de conversión del 20 %. Las ventajas de este dispositivo son que todas las partes móviles están libres de desgaste y selladas dentro de la esfera. Además, como flota sobre agua, la orientación se realiza virtualmente sin fricción y no está afectada por el polvo o la neblina salina.

Standard Telecommunication Laboratories, Reino Unido

**Modem 2014 para transmisión de datos.**

SEL (Standard Elektrik Lorenz AG) ha comenzado la producción del modem 2014. Este equipo cumple las Recomendaciones del CCITT V 24, V 25, V 26, V 26 bis y V 28. Puede transmitir datos en serie en modo síncrono a velocidades de 1200 bit/s, 1800 bit/s y 2400 bit/s, funcionando con modulación por desplazamiento a 4 fases. Las alternativas de codificación A o B, de acuerdo con la Recomendación del CCITT V 26, pueden conseguirse mediante puentes. Se consigue una excelente calidad de transmisión mediante la utilización de demodulación coherente. Muchas de las funciones del modem están digitalizadas y se utilizan circuitos C-MOS para reducir el consumo de energía. El modem está formado por unidades enchufables, de forma que puede ser equipado parcialmente.

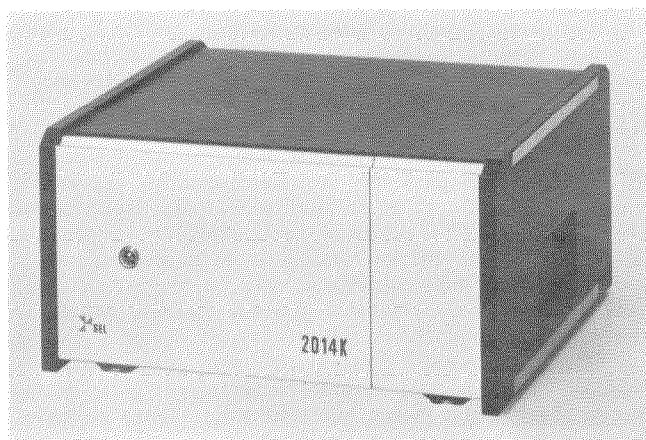


Fig. 1 Modem 2014 K para transmisión de datos.

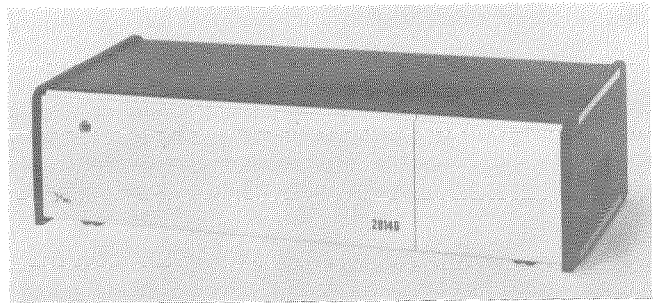


Fig. 2 Modem 2014 G para transmisión de datos.

Existen dos versiones del modem 2014: el modem 2014 K (con una anchura de 245 mm) y el modem 2014 G (con una anchura de 445 mm). El modem 2014 K (Fig. 1) es adecuado para conexión con líneas a 2 ó 4 hilos en alquiler. Puede también funcionar en una red multipunto. El consumo de potencia del modem completamente equipado es de 15 VA.

El modem 2014 G (Fig. 2) es adecuado para conexión simultánea a una línea de la red telefónica pública y a una línea de 2 ó 4 hilos en alquiler. La conmutación se realiza mediante un conmutador situado en el panel frontal del modem. Existen disponibles dos facilidades adicionales: un canal de retorno para la transmisión de datos en serie a velocidades de hasta 75 bit/s y un equipo de respuesta automática para realizar los procedimientos correspondientes a la Recomendación del CCITT V 25. El consumo de potencia de este modem, totalmente equipado, es de unos 28 VA.

Cambiando las unidades enchufables del canal de datos, los modems 2014 K y 2014 G pueden fácilmente transformarse en modems 2012 K y 2012 G que cumplen la Recomendación V 23 del CCITT. Estos modems transmiten datos en serie a velocidades de hasta 1200 bit/s y funcionan con modulación por desplazamiento de frecuencia.

La descripción detallada del modem 2012 puede verse en Comunicaciones Eléctricas, volumen 50 (1975), número 3, págs. 215—220.

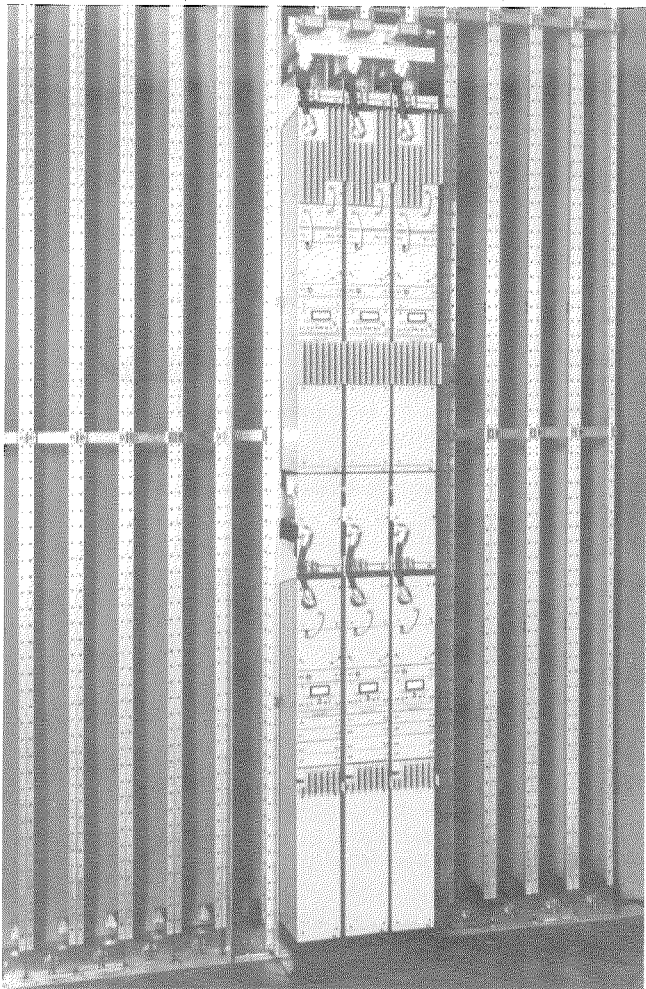
Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

**FM 300/2600, un nuevo equipo de radioenlaces de SEL.**

A finales de 1975 se completó el desarrollo del nuevo equipo de radioenlaces FM 300/2600. Permite la transmisión de 6 pares de canales de radiofrecuencia en la banda de 2488 a 2687 MHz, de acuerdo con la recomendación 283-1. Cada canal de radiofrecuencia transmite 300 canales telefónicos.

El equipo se diseñó siguiendo la práctica de equipos VSEP (Vertical Standard Equipment Practice) de ITT. Tanto el receptor como el transmisor están montados en un cuadro de 914 mm de altura, 109 mm de anchura y 199 mm de profundidad. Encima de los transmisores y entre éstos y los receptores, se montan las redes de separación de los canales de radiofrecuencia, pudiendo conectarse cada canal de radiofrecuencia respectivamente a tres transmisores o receptores. La red de separación completa es una unidad mecánica fácilmente intercambiable. Todas las subunidades del equipo son enchufables en los cuadros. El equipo es completamente de estado sólido.

En las estaciones repetidoras se utiliza para los transmisores y receptores conexión directa de frecuencia intermedia (70 MHz). El oscilador local consiste en un oscilador a transistores de 2,6 GHz de bajo ruido, sincronizado en fase con el armónico 24 de un cristal. La etapa final del transmisor, con una ganancia de 29 dB y una potencia de salida mayor de 1,5 W es un oscilador de potencia a transistores en un circuito de banda ancha con fase sincronizada. Este principio conduce a una eficacia global elevada y bajas temperaturas en las uniones del semiconductor, lo que da como resultado una elevada fiabilidad.



Nuevo equipo de radioenlaces de SEL: FM 300/2600.

Los osciladores locales del receptor y del transmisor son idénticos. La selectividad de frecuencia intermedia del receptor se concentra en el preamplificador de frecuencia intermedia; los siguientes amplificadores de frecuencia intermedia son de banda ancha. Con el igualador de retardo activo de tres secciones, el retardo de grupo del equipo puede igualarse en menos de 0,5 ns. Las distorsiones de intermodulación son tan pequeñas, que se cumplen con margen suficiente las especificaciones de ruido del CCITT.

El equipo puede sintonizarse fácilmente, sin la ayuda de aparatos de medida sofisticados, a cada canal de radiofrecuencia en la banda de 2,6 MHz, lo que es una gran ventaja para las unidades de repuesto que se conservan en almacén.

La figura muestra la instalación en tres transmisores y tres receptores con las redes de bifurcación asociadas.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

**Equipo de respuesta de llamadas de urgencia NORUMAT\* para el sistema de llamadas de urgencia 73 del PTT alemán.**

Con la introducción del sistema de llamadas de urgencia 73, que fue desarrollado por el PTT alemán en colaboración con los servicios de urgencia y las industrias de telecomunicaciones alemanas, se ha dado un paso decisivo hacia el perfeccionamiento de los servicios de socorro de la República Federal de Alemania.

Este sistema se caracteriza por números de llamadas de urgencia uniformes (110 para la policía, 112 para el servicio contra incendios), llamadas sin cargo desde las cabinas de teléfonos

\* Marca registrada del sistema ITT.

públicas con identificación de la posición, así como conexión directa automática de todas las llamadas de urgencia de un distrito a los centros de llamadas de urgencia a través de la red telefónica pública.

Business Systems Group de SEL (Standard Elektrik Lorenz AG), desarrolló el equipo de respuesta de llamadas de urgencia NORUMAT para su utilización en los centros de llamadas de urgencia. Las primeras unidades fueron entregadas en diciembre de 1975 a los servicios de urgencia de Lands Baden-Württemberg, Baviera, y Rheinland-Pfalz. Desde entonces, han sido encargados unos 60 centros de llamadas de urgencia.

Dependiendo de las necesidades de organización y de las condiciones de funcionamiento, el equipo de respuesta de llamadas de urgencia NORUMAT puede suministrarse como:

- aparato de respuesta de llamadas de urgencia para varias líneas,
- sistema de respuesta de llamadas de urgencia con o sin facilidades de conmutación manual.

A diferencia del aparato de respuesta para varias líneas, el sistema de respuesta permite la conexión de extensiones que pueden también utilizarse por otros servicios de urgencia. Los sistemas de respuesta con facilidades de conmutación permiten la conexión directa de las llamadas de urgencia a otros servicios de urgencia a través de líneas de extensión o enlaces directos.

Métodos de manejo sencillos y una buena distribución de los elementos de control en las posiciones de respuesta, que están disponibles en las modalidades de consolas de operador, paneles incorporados o pupitres de operador, aseguran una fácil iniciación de las acciones de socorro. El procedimiento de funcionamiento puede simplificarse aún más por características adicionales tales como:

- indicación de posición codificada transmitida automáticamente desde las cabinas de teléfonos públicas,
- facilidades para la conexión de equipos de registro de conversaciones de diferentes tipos a través de un adaptador normalizado,
- emisor automático de impulsos de disco para el tráfico saliente,
- canal de conversación común entre posiciones de respuesta.

El equipo en el centro de llamadas de urgencia es de diseño modular; cuadros contruidos según la práctica de equipos ISEP\* (International Standard Equipment Practice) combinan las placas de circuito impreso en unidades funcionales. Esta práctica de equipos permite la adaptación óptima a las necesidades del cliente, así como una ampliación del sistema en pasos según se vayan necesitando, por ejemplo añadiendo líneas de llamadas de urgencia, líneas de extensión o posiciones de operador.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania



Consola de operador del equipo NORUMAT.



## Nuevas realizaciones

### División de ITT consigue un importante contrato de las Fuerzas Armadas.

Fort Wayne, Indiana, 13 de febrero de 1976. La recepción de la adjudicación de un importante contrato por parte del Gobierno de los Estados Unidos, fue anunciada por el Presidente de Aerospace/Optical Division, una compañía de International Telephone and Telegraph Corporation (ITT).

El contrato es para la producción adicional del último diseño de equipo de radio VHF/UHF de estado sólido para uso en comunicaciones de voz tierra-aire para controladores de tráfico aéreo de todo el mundo, siendo una parte importante para la Administración Federal de Aviación. El programa consiste en el perfeccionamiento de la capacidad de comunicación tanto en los aeropuertos civiles de Estados Unidos como en los campos de aviación militares, y a nivel mundial, en la sustitución de los equipos de radio de modelos antiguos.

La División de Fort Wayne de ITT, ha recibido con anterioridad contratos para el suministro de receptores y transmisores de elevada fiabilidad y diseño modular (fáciles de mantener y reparar), conocidos con el nombre de AN/GRR-23, 24 y AN/GRT-21, 22.

Este nuevo contrato de producción de varios millones de dólares es el mayor contrato individual para equipos de radio conseguido por la División de Fort Wayne desde 1968.

ITT Aerospace/Optical Division, Estados Unidos de América

### Multímetro digital MX 707 A.

El nuevo multímetro digital MX 707 A ha sido recientemente presentado por la División de Instrumentación de Metrix.

Este multímetro con indicador digital hasta 2000 tiene una excelente relación características/precio. Puede utilizarse entre los instrumentos de trabajo de los servicios de radio y televisión, bancos de trabajo de laboratorio y trabajos prácticos en escuelas técnicas.

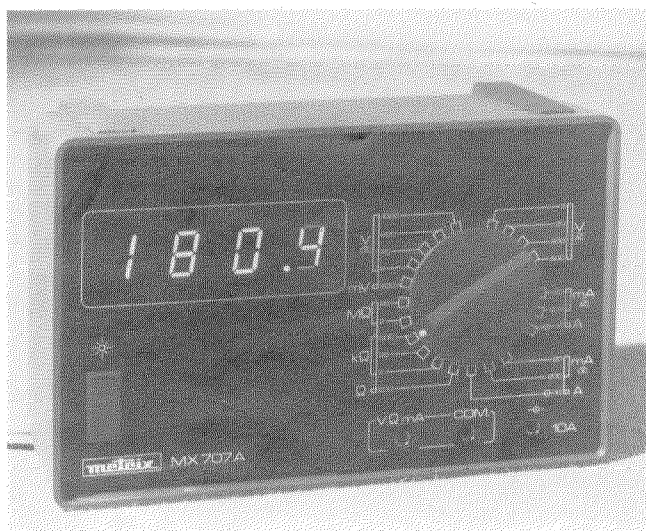
Este instrumento, compacto y robusto, tiene un solo conmutador seleccionador de funciones, por lo que es de fácil manejo.

La pantalla de diodos luminiscentes LED de 4 dígitos de 7 segmentos muestra las medidas de una forma fácilmente legible.

La polaridad y la posición del punto decimal son ambas automáticas. Las sobrecargas se indican por parpadeo de la pantalla.

Todas las escalas de tensión pueden aguantar hasta 1000 V de pico. El óhmetro puede soportar una tensión accidental de 220 V eficaces sin daño.

Todas las escalas de corriente están protegidas por fusibles y la escala de 10 A (en un enchufe separado) puede aceptar hasta 15 A en medidas de 1 minuto de duración.



Multímetro digital MX 707 A.

- Las características más importantes de este instrumento son:
- resolución de 100  $\mu$ V en tensión continua,
  - una impedancia de entrada constante de 10 M $\Omega$  en continua y de 1 M $\Omega$ /100 pF en alterna,
  - una corriente de entrada menor que 50 pA y un cero estable,
  - una anchura de banda de 40 Hz a 25 kHz que permite medidas en audiofrecuencia.

Société des Produits Industriels ITT, Francia

### Un nuevo cable submarino de potencia de alta tensión relleno de aceite, para Noruega.

En 1970, STK (Standard Telefon og Kabelfabrik A/S) obtuvo un importante contrato para cables submarinos de corriente alterna de 420 kV para ser tendidos a través del fiordo de Oslo en 1974. El tendido forma parte de una línea de transmisión desde las estaciones hidroeléctricas situadas en las montañas noruegas hasta las zonas industriales de Noruega y Suecia.

Además de la entrega de seis cables de 420 kV unipolares, el pedido incluye el tendido, instalación y el equipo necesario, tal como terminales exteriores del cable y tanques de presión del aceite.

Cada cable fue fabricado y entregado en longitudes continuas de 2,6 km con el fin de disminuir el número de empalmes sumergidos bajo el agua.

Los cables se enrollaron en cestos metálicos, colocados sobre una plataforma giratoria con el fin de evitar torsiones. El diámetro exterior de los cestos metálicos era de 7,2 m y la masa total del cesto metálico más cable, de 130 t.

El tendido del cable se realizó para un amperaje de servicio con carga en verano de 1300 A, es decir 1710 MVA a una tensión de funcionamiento de 380 kV.

Detalles de diseño:

Conductor	: 1300 mm <sup>2</sup> de sección con conductor central para el aceite. La parte de cable a tender en el mar tiene conductor de aluminio. Los dos extremos de tierra tienen conductores de cobre.
Aislamiento	: 23 mm de espesor
Cubierta metálica	: Aleación de plomo F3 4,3 mm de espesor
Refuerzo transversal	: Dos capas de cinta de acero inoxidable no magnético
Armadura	: Alambre de acero galvanizado Diámetro de los alambres: 6,1 mm Número de alambres: 58
Diámetro total del cable	: 136 mm
Masa del cable	: 44,2 kg/m con conductor de aluminio 51,3 kg/m con conductor de cobre.

La técnica especial de fabricación utilizada para la preimpregnación y el envainado en plomo bajo presión del aceite (el llamado proceso de impregnación de masa), fue desarrollado por STK ya en 1950.

No obstante, las grandes dimensiones del cable, su elevado peso, y los elevados esfuerzos mecánicos esperados durante el tendido del cable a una profundidad de 230 m, requirieron un trabajo de desarrollo especial.

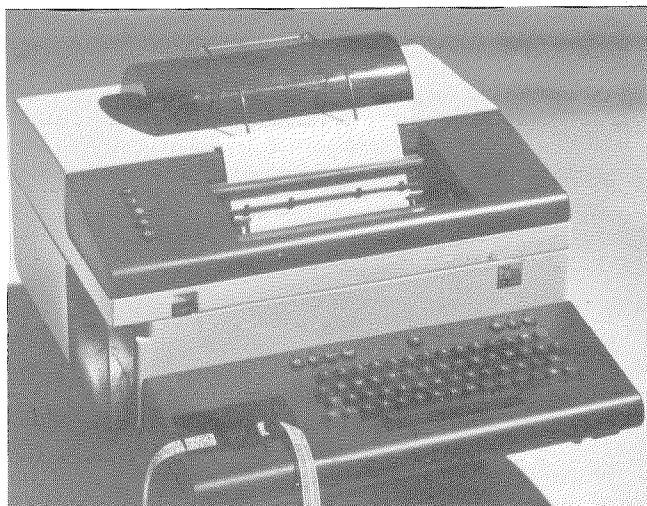
Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

### Nuevo teleimpresor electrónico LO 2000.

En enero de 1976, SEL (Standard Elektrik Lorenz AG) presentó el nuevo teleimpresor electrónico LO 2000, un poco después de que el producto recibiera la primera aprobación como teleimpresor electrónico para conectar a la red de telex. El nuevo producto representa una nueva generación de la tecnología de teleimpresores.

Los mecanismos de precisión, que dominaban hasta ahora en la tecnología de teleimpresores, fueron reemplazados en lo po-





Nuevo teleimpresor electrónico LO 2000.

sible por unidades de función electrónica. Se utilizan circuitos LSI (circuitos de integración en gran escala).

Las partes mecánicas que permanecen se han diseñado de nuevo en su totalidad con el fin de optimizar la interrelación entre los dispositivos mecánicos y electrónicos y para ofrecer al usuario la mayor comodidad de funcionamiento.

Se optimizaron las cualidades ergonómicas del teclado mediante la utilización de un nuevo principio de teclado óptico-electrónico.

El nuevo principio de impresión, junto con la supresión de muchas de las funciones mecánicas, permitió una considerable reducción del ruido acústico. Por esta razón, el equipo puede funcionar en cualquier oficina moderna.

El nuevo teleimpresor está equipado con lectura y perforadora de cinta de papel, estando ambas integradas bajo una cubierta de moderno estilo. Se aplicó especial atención a la flexibilidad del nuevo teleimpresor en cuanto a su interconexión con las futuras redes de télex nacional e internacional y con la red de datos.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

#### Modem de datos para 4800 bit/s.

SRT (Standard Radio & Telefon AB) ha desarrollado un nuevo modem de datos, el GH-2058, que funciona a 4800 bit/s con modulación a 8 fases, de acuerdo con la recomendación V. 27 del CCITT.

El modem transmite datos digitales sobre líneas telefónicas alquiladas a 4 hilos. Los datos se reciben del usuario y se entregan a éste en forma de corrientes síncronas de bits en serie.

Las funciones principales del modem están localizadas en tres circuitos LSI (integración en gran escala), que comprenden el transmisor, el receptor y los circuitos de temporización. Ade-



Modem de datos GH-2058 para transmisión de datos a 4800 bit/s.

más de los circuitos LSI, se utilizan también en gran escala circuitos integrados ordinarios C-MOS.

El modem de datos puede incluir un canal de retorno funcionando con modulación de frecuencia a una velocidad de señalización de datos máxima de 75 bit/s.

El modem está equipado con uno o dos ecualizadores ajustables manualmente. La información para poner a punto los ecualizadores se suministra por medio de una pantalla indicadora del ecualizador.

Con fines de prueba, el modem se suministra con un dispositivo de conexión en bucle en el lado de la línea para pruebas locales, o en el adaptador digital para pruebas desde una estación distante o desde un centro de pruebas. Se incluye un sencillo dispositivo de comprobación de error.

Una característica del diseño electrónico es la elevada fiabilidad. Los circuitos electrónicos se montan en placas de circuito impreso enchufables construidas de fibra de vidrio reforzado con resina epoxy.

El mueble de aluminio está diseñado para su colocación independiente o para montaje en un bastidor de 482 mm.

Para control externo de ciertas funciones del modem, puede conectarse una unidad de control.

Todas las conexiones externas se realizan en la parte posterior del modem. Se utilizan conectores enchufables para la unidad de control y para el adaptador según las recomendaciones del CCITT V. 24 y V. 28. Las líneas de transmisión se conectan a un bloque de terminales con tornillo.

El modem se instala fácilmente. No se necesitan ni herramientas ni instrumentos de prueba especiales.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia

#### Se aceleran las actividades espaciales en Fort Wayne.

Los ingenieros espaciales de Aerospace/Optical Division (A/OD) de ITT, situada en Fort Wayne, están muy ocupados en la terminación del desarrollo de un radiómetro avanzado de muy alta resolución que será lanzado en 1978 en el primer vuelo TIROS-N de la NASA, la próxima generación de la serie de satélites meteorológicos operacionales con órbita polar terrestre baja, que será una importante contribución de Estados Unidos a los objetivos del Programa de Investigación Global de la atmósfera en el que están implicadas muchas naciones.

A/OD producirá, bajo contrato, no sólo los instrumentos fotográficos de vuelo del TIROS-N, sino también 4 unidades del modelo de vuelo que serán puestas en órbita por los sucesivos satélites de la serie TIROS.

El instrumento de ITT proporcionará datos cuantitativos para los modelos numéricos de predicción del tiempo, mejorando la facilidad de predicción meteorológica mundial para predicción del tiempo a medio plazo (1-14 días). La obtención de imágenes día y noche con cualquier clase de tiempo, suministrará datos detallados sobre nubes y medidas de la temperatura de la superficie a escala local/global con un mayor grado de resolución que hasta ahora.

Otro instrumento de A/OD está demostrando, en un experimento montado en el satélite NIMBUS-6, la posibilidad de medir perfiles verticales de temperatura-humedad similares a los proporcionados por los globos radiosonda, pero a escala mundial. El experimento se ha comparado con el lanzamiento diario de ¡100.000 globos sonda! Esta es también un área extremadamente vital de información necesaria para las predicciones mundiales de tiempo.

Una tercera categoría de desarrollos espaciales de A/OD culminará a mediados de 1977 a bordo del satélite AEM (Misión de Exploración Avanzada) de la NASA, cuando el radiómetro para la obtención de mapas de capacidad calorífica de A/OD sea puesto en órbita por la NASA. Este lanzamiento es único en el hecho de que llevará un solo instrumento para proporcionar un mapa térmico de la Tierra y sus componentes (rocas, masas de agua, etc.) midiendo las temperaturas diurnas y nocturnas de la tierra, lo que permitirá la detección y comparación de los efectos de la radiación solar.

ITT Aerospace/Optical Division, Estados Unidos de América

## Nuevas realizaciones

### Cables para las plataformas de producción de petróleo Condeep.

En el curso de este invierno, STK (Standard Telefon og Kabelfabrik A/S) habrá completado la entrega de unos 90.000 m de cables eléctricos para cableado de buques para las instalaciones en alta mar del campo petrolífero de Staffjord en el Mar del Norte. Debido al extraordinariamente alto riesgo de fuego en tales instalaciones petrolíferas, tuvieron que desarrollarse materiales especiales de baja inflamabilidad para cumplir con las especificaciones. El desarrollo fue realizado por el laboratorio de materiales de STK dentro del tiempo programado y los cables han sido probados con resultados satisfactorios bajo la supervisión del cliente. La entrega comprende varios tipos de cables tales como cables de fuerza de 750 V, 6 kV y 13,8 kV y varios cables de control de núcleos múltiples.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

### Aparato para la inspección de contactos "reed".

El propósito de este aparato es permitir la inspección automática de contactos "reed" (contactos en ampollas selladas) de acuerdo con los programas visualizados en el panel frontal del aparato, de conformidad con las actuales normas de ITT.

Las facilidades que ofrece al operador hace su trabajo más sencillo y permite las siguientes pruebas: saturación, resistencia de contacto, corrientes de funcionamiento/no funcionamiento del contacto, corrientes de retención/liberación del contacto y tiempos de apertura/cierre del contacto.

El aparato incluye principalmente:

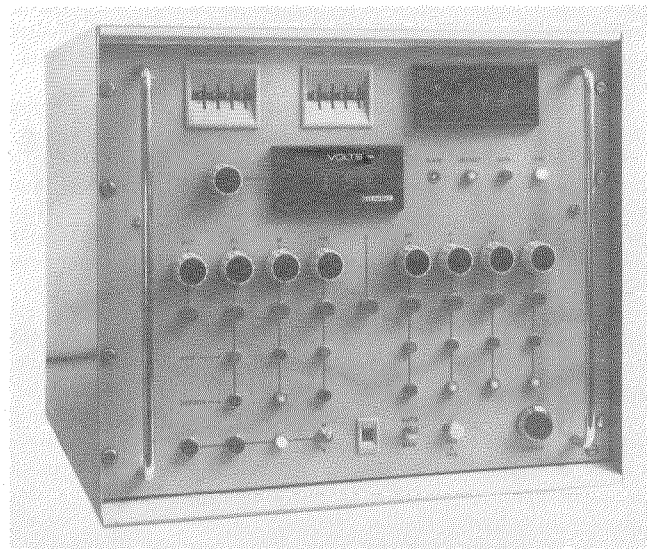
- ocho potenciómetros, nueve pulsadores y un instrumento digital de medida para ajuste y medida del número de amperios-vueltas;
- un potenciómetro y un instrumento digital para realizar el programa de medida de la resistencia inicial del contacto;
- dos conmutadores para programar los tiempos de cierre y apertura del contacto;
- señales luminosas para visualizar los resultados de las pruebas;
- varias teclas para funcionamiento automático o paso a paso, control manual, etc.

El aparato completo está contenido dentro de una caja metálica con las siguientes dimensiones:

- altura : 454 mm
  - anchura : 491 mm
  - profundidad : 519 mm
- el peso es de 30 kg.

La alimentación es en corriente alterna de una sola fase, 50 Hz, 220 V  $\pm$  10 %. El consumo de potencia es de unos 100 VA.

El cable de alimentación debe conectarse a tierra por medio de su hilo de tierra.



Dispositivo automático para la inspección de contactos "reed".

El aparato puede suministrarse para pruebas manuales o automáticas de contactos "reed" sellados, a gusto del usuario.

Acopladores fotoeléctricos aseguran el intercambio de señales eléctricas entre los circuitos de suministro de contactos "reed" y los circuitos de la unidad de prueba. Evitan cualquier perturbación que pueda ser causada por señales espurias y permiten el uso de un sistema de suministro automático de contactos "reed".

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

### Centrales telefónicas PENTOMAT\* para Gestetner.

La compañía Gestetner ha encargado dos centralitas privadas automáticas PENTOMAT\* 1000 CT. Una de ellas será instalada en sus oficinas administrativas y de ventas de Euston Road y la otra en el edificio de dirección del grupo de empresas en Tottenham. Ambas entrarán en servicio a comienzos de 1976.

El sistema a instalar en Euston Road tendrá 43 líneas sin salida interurbana para todas las extensiones y 200 extensiones, mientras que la central de Tottenham tendrá 420 extensiones y 35 líneas, 15 de ellas sin salida interurbana.

Además de las numerosas facilidades que el sistema PENTOMAT ofrece al operador y al usuario, cada central tendrá acceso a 3 líneas privadas para conexión directa con otros edificios de la Compañía.

Cada central utiliza 3 operadoras que trabajan desde modernas consolas de teclado, con diseño orgánico para proporcionar un servicio rápido y exacto. Estas consolas llevan un panel de identificación de las extensiones que se ilumina para indicar el número de una extensión que llama. Este panel también se ilumina cuando la operadora pasa una llamada entrante a una extensión, con lo que se evitan falsas conexiones de llamada.

ITT Business Systems Group, Reino Unido

\* Marca registrada del sistema ITT.

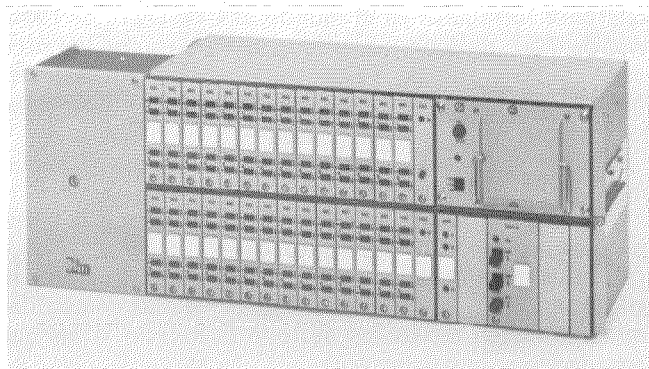
### El equipo ZD 1000-C, multiplex por división en el tiempo, ya en servicio.

Ha comenzado la producción del equipo ZD 1000-C. Dicho equipo fue desarrollado por SEL (Standard Elektrik Lorenz AG) junto con Siemens AG y PTT alemán, utilizando este equipo multiplex, 56 señales telex con una velocidad de señalización de 50 baudios y una longitud de carácter de 7,5 elementos (alfabeto internacional n° 2 del CCITT), se convierten en una señal global isócrona con una velocidad de 3 kbit/s. Como parte integrante, el equipo contiene una unidad de transmisión: un modem PSK (modulación por desplazamiento de fase) a 4 fases con modulación coherente, que permite la transmisión de la señal global por canales telefónicos; alternativamente, para enlaces sin secciones de portadoras, puede utilizarse una unidad de transmisión en banda base (codec), más barata, para conexión a un equipo de transmisión digital tal como un multiplexor de datos de orden superior, enchufando un adaptador.

La aplicación de las técnicas de multiplex por división en el tiempo (TDM) hace ventajosa la utilización de métodos digitales en el procesado de las señales télex dentro del sistema. Para reducir el consumo de potencia se utilizan circuitos C-MOS.

El equipo consiste en una fuente de alimentación, la unidad de transmisión, 3 unidades centrales enchufables y 28 unidades conteniendo cada una 2 circuitos de terminación de canales.

Es posible un equipamiento parcial del equipo. El sistema completo está montado en un cuadro (600  $\times$  219  $\times$  193 mm) que se suministra para su utilización dentro de un bastidor (200 mm de altura  $\times$  600 mm de anchura) junto con el equipo telegráfico de frecuencia vocal de abonado ED 1000 para transmisión dúplex de un canal, que se adapta con el equipo ZD 1000-C (Ver A. Aulhorn, W. Baumann, A. Norz: "ZD 1000-C — Un equipo para la transmisión múltiple por división en tiempo de caracteres telegráficos"; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 50 (1975), N° 3, págs. 209—214).



Equipo múltiplex por división en el tiempo ZD 1000-C.

La Administración alemana está utilizando este equipo múltiplex por división en el tiempo en el área de abonados de un centro de conmutación en su nueva red télex y de datos que está construyendo en la actualidad.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

#### Pruebas de campo del sistema de aterrizaje DLS.

Se requerirán más de 200 vuelos de prueba de un aparato Do 28 "Skyservant" del Instituto Alemán de Experimentación e Investigación para la Aviación y Vuelos Espaciales (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, DFVLR) para obtener todos los datos de prueba sobre los límites de error del sistema DLS (DME Landing System = Sistema de Aterrizaje con equipo DME) de acuerdo con las normas de la ICAO (International Civil Aviation Organization = Organización Internacional de Aviación Civil). El sistema DLS, basado en el equipo DME (Distance Measuring Equipment = Equipo de medida de distancias), se basa en un desarrollo de SEL (Standard Elektrik Lorenz) que ha sido sometido por el Ministerio Federal como propuesta alemana dentro de un concurso internacional sobre MLS (Microwave Landing System = Sistema de aterrizaje por microondas). Sufragado por el Ministerio Federal Alemán para la Investigación y Tecnología, SEL desarrolló, en cooperación con Siemens, los equipos de tierra y de a bordo del sistema DLS. Los modelos de demostración fueron entregados al Instituto Alemán de Experimentación e Investigación para la Aviación y Vuelos Espaciales para pruebas intensivas en el aeropuerto de Braunschweig.

Mientras que el sistema ILS (Sistema de Aterrizaje por Instrumentos), actualmente normalizado, guía a las aeronaves hasta el punto de contacto con la pista mediante un haz radioeléctrico inclinado ( $2,5^\circ$  a  $3^\circ$ ) con ángulos de elevación y de azimut fijos, el sistema DLS determina continuamente la posición de la aeronave interrogadora dentro de una amplia cobertura. Para este fin, utiliza el equipo DME, internacionalmente introducido, que está instalado en la mayoría de las aeronaves. En el aeropuerto

se instala una estación de tierra al final de la pista de aterrizaje (DLS-A) y otra al lado de la pista (DLS-E). Tan pronto como una aeronave envía señales DME, las estaciones DLS-A y DLS-E obtienen, a partir del ángulo de incidencia de la señal, los ángulos de elevación y azimut de cada interrogación. Estos ángulos se retransmiten hacia las respectivas aeronaves como intervalos de tiempo entre un impulso de respuesta DME e impulsos de ángulos adicionales. Estos intervalos de tiempo pueden ser fácilmente decodificados por un sencillo aparato DLS unido al equipo DME de a bordo. Se obtienen las coordenadas de posición y, si es necesario, se suministran al piloto automático. Puede seleccionarse una gran cantidad de vías de aproximación, por ejemplo, para seguir un procedimiento de reducción de ruido o para evitar zonas de mal tiempo.

Con el fin de tener una referencia precisa para las pruebas de vuelo, el Instituto Alemán de Experimentación e Investigación para la Aviación y Vuelos Espaciales utiliza un sistema híbrido de medidas. En tierra, existe una estación de radar móvil y varios cineteodolitos, mientras que la aeronave está equipada con un sistema de navegación inercial y un altímetro barométrico. Todos los datos de este sistema son correlacionados por un ordenador y comparados con los valores medidos por el equipo DLS. Las exigencias de precisión que debe cumplir este sistema de prueba se ilustran por el hecho de que el máximo error permitido en la medida de distancias es de unos 20 m y en la medida de ángulos de  $0,1^\circ$ .

Una de las cinco propuestas presentadas será recomendada por la AWOP (All Weather Operation Panel = Comité de operaciones en todo tiempo) en noviembre de 1976 sobre la base de los resultados de las pruebas, y la ICAO tomará entonces su decisión en la conferencia de 1977 de Montreal. A favor del sistema DLS no existen solamente argumentos técnicos, sino también aspectos económicos, ya que los costes de modificación del equipo existente son relativamente bajos, hecho que es de gran importancia para la introducción mundial de un nuevo sistema de aterrizaje.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

#### Importante pedido de cables de potencia de 66 kV XLPE para Tromsø, Noruega.

STK (Standard Telefon og Kabelfabrik A/S) entregó el año pasado alrededor de 30.000 m de cables de fuerza aislados con polietileno degradado (XLPE = cross-linked polyethylene) para el cuadro de electricidad de Tromsø, una de las ciudades más septentrionales del mundo, situada a varios cientos de millas al norte del Círculo Polar Ártico. El propósito del cable es alimentar las zonas centrales de la ciudad. Esta es la mayor entrega de un pedido individual de cables XLPE realizada hasta el momento por STK, y representa sin duda una etapa importante en el desarrollo y producción por parte de STK de cables de fuerza de alta tensión XLPE. STK está realizando también la instalación, y la planta será autorizada para entrar en funcionamiento en un futuro próximo.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

# Los teléfonos en el mundo el 1 de Enero 1975\*

Por vigésimo año consecutivo, el crecimiento global de la red telefónica mundial continuó a un ritmo superior al 6%. Al iniciarse 1975, el número de teléfonos instalados en el mundo, ascendía a 358,6 millones, con un incremento durante 1974 de 22,3 millones, equivalente a un 6,6%.

El número actual de teléfonos representa un incremento del 96,5% para los diez últimos años, y un 407,2% para los últimos 25 años. El número total de

teléfonos instalados en el mundo al 1 de enero de 1950, era de 70,7 millones. El incremento durante los últimos 25 años fue de 112,5 millones en América del Norte y de 175,4 millones en el resto de las áreas continentales.

Egipto es el país número 42 que sobrepasa el medio millón de teléfonos.

Debe notarse que Japón aparece de nuevo con explotación tanto estatal como privada.

Este estudio estadístico ha sido posible gracias a la cooperación de las administraciones y de las compañías de explotación telefónica de todo el mundo, a las que agradecemos su colaboración.

\* Según "The World Telephones as of January 1, 1975", publicado por el servicio de estadísticas de American Telephone & Telegraph Company, Nueva York.

País	Países con más de 500.000 teléfonos en 1 enero 1975					Automático		
	Teléfonos en 1 enero 1975			% de aumento		Por 100 hab.	Cantidad en 1974	% del total
	Cantidad							
1975	1974	1965	1974	1965				
Alemania, Rep. Democrática	2.451.011	2.326.143	1.586.838	5,4	54,5	15,04	2.451.011	100,0
Alemania, Rep. Federal	18.767.033	17.802.646	8.168.188	5,4	129,8	30,25	18.767.033	100,0
Argentina	2.373.665	2.065.273	1.472.130	14,9	61,2	9,41	2.298.001	96,8
Australia	4.999.982	4.659.182	2.670.212	7,3	87,3	37,49	4.760.070	95,2
Austria	1.986.733	1.841.234	936.207	7,9	112,2	26,37	1.986.733	100,0
Belgica	2.666.701	2.503.036	1.468.144	6,4	81,6	27,32	2.666.701	100,0
Brasil	2.651.728	2.415.000	1.277.503	9,8	107,6	2,50	2.508.728	94,6
Bulgaria	718.325	640.842	248.900	12,1	188,6	8,18	661.062	92,0
Canadá	12.454.331	11.668.292	7.019.374	6,7	77,4	54,96	12.420.338	99,7
Colombia, Rep. de	1.186.205	1.079.645	409.589	9,9	189,6	4,74	1.160.438	97,8
Corea, Rep. de	n. d.	1.014.016	232.901	—	—	—	n. d.	—
Checoslovaquia	2.480.801	2.354.313	1.398.509	5,4	77,4	16,83	2.379.019	95,9
China (Taipeh)	900.605	742.304	147.825	21,3	509,2	5,68	833.306	92,5
Dinamarca (Incl. Islas Feroe y Groenlandia)	2.183.847	2.047.497	1.160.635	6,7	88,2	42,48	2.182.247	99,9
Egipto, Rep. Arabe de	503.200	471.791	301.405	6,7	67,0	1,37	486.372	96,7
España	7.042.968	6.331.474	2.526.843	11,2	178,7	19,96	6.311.785	89,6
Estados Unidos	143.972.000	138.286.000	88.793.000	4,1	62,1	67,65	143.945.000	99,9
Finlandia	1.678.873	1.535.406	778.101	9,3	115,8	35,78	1.572.024	93,6
Francia	12.405.000	11.337.000	5.703.878	9,4	117,5	23,52	11.661.000	94,0
Grecia	1.862.050	1.670.132	431.292	11,5	331,7	20,71	1.842.742	99,0
Hong-Kong	988.545	913.411	219.693	8,2	350,0	22,75	988.545	100,0
Hungría	1.013.731	968.459	538.608	4,7	88,2	9,65	823.503	81,2
India	1.689.528	1.590.000	760.000	6,3	122,3	0,29	1.390.313	82,3
Irán	805.560	552.500	181.130	45,8	344,7	2,40	758.300	94,1
Israel	735.156	685.382	215.020	7,3	241,9	21,57	735.156	100,0
Italia	13.695.006	12.611.653	5.528.751	8,6	147,7	24,62	13.695.006	100,0
Japón	41.904.960	38.019.366	12.250.841	10,2	242,1	37,88	40.804.314	97,4
México	2.546.186	2.222.654	725.072	14,6	251,2	4,37	2.413.586	94,8
Noruega	1.355.142	1.308.420	868.592	3,6	56,0	33,90	1.197.657	88,4
Nueva Zelanda	1.494.587	1.410.582	962.596	6,0	55,3	48,12	1.385.372	92,7
Países Bajos	4.678.945	4.317.006	2.180.273	8,4	114,6	34,41	4.678.945	100,0
Polonia	2.399.249	2.237.603	1.193.362	7,2	101,0	7,09	2.092.703	87,2
Portugal	1.011.177	948.003	521.921	6,7	93,7	11,67	935.088	92,5
Reino Unido	20.342.457	19.095.317	9.960.000	6,5	104,2	36,26	20.313.533	99,9
Rumania	1.076.566	886.166	426.502	21,5	152,4	5,10	927.809	86,2
Sudáfrica, Rep. de	1.935.831	1.816.291	1.133.331	6,6	70,8	7,77	1.598.219	82,6
Suecia	5.178.082	4.984.370	2.386.925	3,9	116,9	63,32	5.178.082	100,0
Suiza	3.790.351	3.604.034	2.131.521	5,2	77,8	59,46	3.790.351	100,0
Turquía	899.923	807.294	308.100	11,5	192,1	2,30	709.682	78,9
U.R.S.S.	15.782.000	14.260.700	7.100.000	10,7	122,3	6,23	14.962.000	94,8
Venezuela	554.197	504.000	260.228	10,0	113,0	4,65	549.541	99,2
Yugoslavia	1.142.883	1.003.550	369.844	13,9	209,0	5,38	1.111.354	97,2

<sup>1</sup> Datos al 30 junio 1974

<sup>2</sup> Datos al 31 marzo 1975

n. d. abreviaturas de "datos no disponibles"

Distribución de teléfonos por continentes en 1 enero 1975								
Continente	Número de teléfonos en servicio				Explotados por compañías privadas		Automáticos	
	1974	1975			Cantidad en 1975	% del total	Cantidad en 1975	% del total
		Cantidad	% del total mundial	Por 100 hab.				
América del Norte	149.432.000	155.883.000	43,5	65,8	153.543.000	98,5	155.820.000	99,9
América Central	3.787.000	4.225.000	1,2	3,4	2.819.000	66,7	4.058.000	96,0
América del Sur	7.287.000	8.106.000	2,3	3,8	1.345.000	16,6	7.961.000	98,2
Europa	115.022.000	124.096.000	34,6	18,6	23.807.000	19,2	120.572.000	97,2
Africa	3.985.000	4.291.000	1,2	1,1	8.000	0,2	3.566.000	83,1
Asia	49.949.000	54.667.000	15,2	2,4	3.328.000	6,1	52.245.000	95,6
Oceanía	6.835.000	7.322.000	2,0	33,3	550.000	7,5	6.953.000	95,0
Total	336.297.000	358.590.000	100,0	9,1	185.400.000	51,7	351.175.000	97,9

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1974						
Area	Local		Interurbano		Salida internacional	
	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras
Abu Dhabi	3.950 <sup>1</sup>	55.000	—	4	—	183
Africa del Sudoeste	94.118 <sup>2</sup>	5.834	—	3.579	—	15
Africa del Sur	4.422.649 <sup>2</sup>	218.233	—	96.320	—	1.329
Alemania, Rep. Democ.	1.078.619	—	440.419	47.215	—	8.578
Alemania, Rep. Federal	n. d.	—	4.405.520 <sup>3</sup>	5.817	104.053 <sup>3</sup>	4.365
Angola	n. d.	—	n. d.	—	—	3
Antigua	4.420 <sup>4</sup>	—	—	—	—	82
Antillas holandesas	88.000	n. d.	—	72	—	262
Argelia	—	172.051	—	109.485	—	108.407
Argentina	—	4.556.400	—	92.419	—	1.678
Ascensión (Islas)	n. d.	—	—	—	—	6
Australia	3.357.000	—	210.872	101.344	—	1.793
Austria	n. d.	—	448.201	19	—	29.306
Bahamas	—	95.460	—	191	—	1.440
Bahrain	21.615 <sup>4</sup>	—	—	—	58	219
Barbados	—	142.000	—	—	—	202
Bélgica	1.075.024	—	898.265 <sup>5</sup>	—	—	451.051 <sup>5</sup>
Belize	7.397 <sup>5</sup>	5	—	n. d.	—	5
Bermudas	28.003	—	—	—	—	457
Botswana	554	—	—	25	—	21
Brasil	4.110.740	125.152	n. d.	94.212	—	989
Borneo	—	n. d.	—	n. d.	—	148
Bulgaria	—	n. d.	—	115.827	—	345
Caimán (Islas)	4.522 <sup>4</sup>	—	—	—	—	73
Canadá	—	19.936.758	—	764.248	—	47.376
Colombia	—	n. d.	—	55.282	—	464
Comores (Islas)	759	—	—	20	—	22
Costa Rica	125.465	—	37.120	416	—	732
Chad	—	4.607	—	43	—	21
Checoslovaquia	1.645.090	37.083	110.151	92.395	574	682
Chile	43.252	1.160.321	1.183	38.169	—	260
China (Taiwan)	—	3.386.036	1.277.869	48.775	—	2.542
Chipre	157.023 <sup>5,6</sup>	—	669 <sup>7</sup>	—	—	330
Christmas (Islas)	—	n. d.	—	n. d.	—	2
Dahomey	6.584 <sup>4</sup>	—	—	131.523	—	40.327
Dinamarca	1.618.124 <sup>7</sup>	—	687.424 <sup>7</sup>	—	—	12.958
Dominica	2.653 <sup>4</sup>	—	—	—	—	27
Dominicana, Rep.	—	n. d.	—	1.904	—	463
Ecuador	380.466 <sup>4</sup>	3.034 <sup>4</sup>	—	—	—	201
Egipto	560.241	—	—	15.934	—	197.000
El Salvador	188.584	2.092	—	n. d.	—	424
España	n. d.	n. d.	704.673	185.388	6.797	5.113
Estados Unidos	—	189.424.000	—	10.587.000 <sup>8</sup>	—	—
Etiopía	111.908 <sup>6</sup>	10.397	—	3.636	—	56
Fiji	72.335 <sup>6</sup>	—	—	1.609	—	93

Los teléfonos en el mundo

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1974						
Area	Local		Interurbano		Salida internacional	
	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras
Filipinas	—	6.757	—	16	—	n. d.
Finlandia	1.967.869	n. d.	3.205.722	194.991	3.941 <sup>1</sup>	2.351
Francia	25.865.800 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—
Fujairah	74	—	—	—	—	2
Gambia	268	2	—	38	—	46
Ghana	186.450	2.043	—	1.468	—	229
Gibraltar	—	11.355	—	—	—	67
Grecia	2.746.847	—	232.854	23.798	1.425.794	6.294
Grenada	—	n. d.	—	n. d.	—	55
Guadalupe	46.514 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—
Guernsey	20.451	132	1.469	224	—	22
Guayana	64.099	—	—	960	—	108
Guayana francesa	10.928 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—
Hong-Kong	n. d.	—	n. d.	—	—	1.680
Hungría	—	720.298	147.327	37.385	—	645
India	3.691.890 <sup>9</sup>	—	—	156.092	—	458
Indonesia	292.499	—	6.292	10.095	—	331
Irán	n. d.	1.335.964	—	1.232.723	—	39.908
Irlanda	—	421.000	—	68.500 <sup>8</sup>	—	—
Islandia	128.899	9.490	10.151	2.147	—	89
Israel	1.998.581 <sup>2</sup>	—	—	—	—	811
Italia	—	7.242.056	—	2.207.660	—	23.352
Jamaica	—	n. d.	—	n. d.	—	1.112
Japón	39.307.000 <sup>4</sup>	6.191.000 <sup>10</sup>	—	—	13	3.694
Jersey, C. I.	19.442	4.160	352	29	2.704	800
Kenia	183.500	—	—	4.100	—	300
Kuwait	—	250.000 <sup>10</sup>	—	—	—	455
Lesotho	9.410	—	—	51	2.850	2
Liechtenstein	4.279 <sup>1</sup>	—	13.268	—	2.472 <sup>1</sup>	—
Luxemburgo	82.513 <sup>4</sup>	—	—	—	—	7.047
Macao	—	14.310	—	—	—	363
Malasia Occidental	455.719	—	—	18.468	—	171
Malawi	—	n. d.	—	n. d.	—	108
Maldivas	—	536	—	—	—	—
Malta	23.857	—	—	—	—	n. d.
Marruecos	464.186 <sup>2</sup>	—	8.978	—	—	612
Martinica	45.717 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—
México	—	5.858.179	—	144.103	—	9.888
Midway (Islas)	—	266	—	—	—	72
Mónaco	6.085	—	30.362	16	14.565 <sup>11</sup>	39
Montserrat	1.459 <sup>4</sup>	—	—	—	—	21
Mozambique	—	67.100	—	1.955	—	496
Nauru	n. d.	—	—	—	—	—
Nigeria	—	363.726	—	2.727	—	135
Niue	—	n. d.	—	—	—	0 <sup>12</sup>
Norfolk (Islas)	n. d.	—	—	—	—	9
Noruega	875.000	—	108.000	43.161	5.161	1.812
Nueva Caledonia	7.547	—	440	—	—	19
Nuevas Hébridas	1.197	—	—	17	—	19
Nueva Zelanda	—	—	—	76.975	—	717
Oceánicas (Islas)	—	320	—	45	—	—
Omán	3.720 <sup>4</sup>	—	—	—	—	62
Países Bajos	1.828.781	—	1.425.812	51	40.724	2.110
Panamá	—	450.000	—	22.000	—	435.000
Papuasía — Nueva Guinea	92.400 <sup>4,5</sup>	—	—	640	76.950	562 <sup>5</sup>
Paraguay	—	94.466	—	1.829	—	116
Perú	494.370	82.720	—	10.728	—	344
Polinesia francesa	8.300	—	—	121	—	24
Polonia	n. d.	n. d.	435.341	180.097	384	919
Portugal	1.141.487	18.334	1.216.183	33.803	—	1.882
Puerto Rico	—	678.795	—	19.471	—	3.639
Qatar	21.096 <sup>4</sup>	—	—	—	141	154
Ras-al Khaimah	3.000	—	—	—	102	9
Reino Unido	12.924.879	—	239.522	—	—	34.886
Reunión	40.155 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—
Ruanda	4.027	—	—	35	—	37

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1974						
Area	Local		Interurbano		Salida internacional	
	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras	Medidas por impulsos	Otras
Rumania	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	21.029	—
Sabah	n. d.	—	—	1.346	—	78
Sahara Español	200	—	—	10	276	40
Salomón (Islas) británicas	n. d.	—	n. d.	n. d.	—	2.609
San Marino	—	2.225	—	730 <sup>8</sup>	—	—
San Pedro y Miguelón	—	1.209	—	—	—	28
San Vicente	4.088 <sup>4</sup>	—	—	—	—	61
Santa Lucía	5.158 <sup>4</sup>	—	—	—	—	82
São Tomé & Príncipe	—	1.793	—	2.429	—	16
Sarawak	23.905	—	—	989	—	112
Senegal	28.719	265	—	1.000	—	104
Seychelles	3.432 <sup>4</sup>	—	—	—	—	7
Sharjah	6.757	n. d.	226	94	92	33
Singapur	1.152.063	—	8.073	—	—	707
Sudán	—	76.800	—	2.310	—	19
Suecia	16.600.000 <sup>5</sup>	—	4.600 <sup>13</sup>	—	20.000 <sup>5</sup>	2.200
Suiza	1.071.677	3.988.552	—	—	263.171 <sup>11</sup>	—
Swazilandia	11.661	374	—	1.184	—	2.858
Tanzania	108.000	—	—	2.420	—	34
Thailandia	—	—	398.373	6.120	—	170
Territorio francés de Afars & Issas	2.440	—	—	4	—	35
Timor portugués	—	718	—	76	—	2
Tonga	—	n. d.	—	—	—	2
Trinidad & Tobago	—	96.017	45.808	383	—	268
Túnez	191.900	—	17.057	—	—	5.071
Turks & Caicos (Islas)	858 <sup>4</sup>	—	—	—	—	9
Turquía	691.512	—	—	47.911	—	488
Uganda	94.000	—	1.570	—	—	24
U.R.S.S.	—	n. d.	—	684.252	—	1.621
Uruguay	495.490	43.716	—	11.287	—	1.021
Venezuela	—	n. d.	—	n. d.	—	1.220
Virgenes (Islas) británicas	2.580 <sup>4</sup>	—	—	—	42	46
Virgenes (Islas) EE.UU.	—	105.400	—	—	—	929
Yugoslavia	5.497.965 <sup>4</sup>	—	—	—	—	1.893
Zaire	2.825	—	—	246	—	137
Zambia	16.779 <sup>4</sup>	2.750	—	—	—	1.067

1 Representa el número de minutos de cómputo.

2 Incluye los impulsos interurbanos e internacionales.

3 Representa el número de conversaciones.

4 Incluye los impulsos interurbanos.

5 Representa el número de impulsos de cómputo.

6 Incluye números de impulsos automáticos interurbanos.

7 Incluye otros.

8 Incluye el número de conversaciones internacionales.

9 Incluye conversaciones normales automáticas interurbanas.

10 Incluye el número de conversaciones interurbanas.

11 Incluye llamadas a Francia.

12 Incluye datos de Hawai que se incluyen en Oceanía.

13 Incluye llamadas móviles.



# International Telephone and Telegraph Corporation, Compañías principales y subsidiarias

## NORTE-AMERICA

### Fabricación — Ventas — Servicio

#### Bahamas

ITT Bahamas Limited, Nassau (1970)

#### Canadá

ITT Canada Limited, Toronto and Guelph, Ont. (1946) y divisiones

##### Subsidiarias:

Aimco Industries Limited Mississauga, Ont.

Flyght Canada Limited, Dorval, P. Q.

Rayonier Canada Limited, Vancouver, B. C.

Rayonier Quebec Inc., Montreal, P. Q.

#### Estados Unidos

ETC Division, Solon, Ohio (1955)

Federal Electric Corporation, Paramus, N. J. (1945)

Intelix Systems Incorporated, Paramus, N. J. (1947)

International Standard Electric Corporation, New York, N. Y. (1918)

International Telephone and Telegraph Corporation, Sud America, New York, N. Y. (1929)

ITT Abrasive Products Company, Tiffin, Ohio (1899)

ITT Aerospace Optical Division, Fort Wayne, Ind. (1957)

ITT Arctic Services, Inc., Paramus, N. J. (1969)

ITT Automotive Products — North America, New York, N. Y. (1972)

ITT Automotive Distributors Division, Piscataway, N. J. (1972)

ITT Automotive Electrical Products Division, Oak Park, Mich. (1915)

ITT Hancock Industries, Inc., Jackson, Mich. (1906)

ITT Higbie Manufacturing Company, Rochester, Mich. (1929)

ITT Thompson Metals Division, Southfield, Mich. (1915)

ITT United Plastics Division, Southfield, Mich. (1915)

ITT Avionics Division, Nutley, N. J. (1967; pred. co. 1909)

ITT Blackburn, St. Louis, Mo. (1932)

ITT Holub Industries (div.), Sycamore, Ill. (1946) y otras unidades

ITT Cable/Hydroospace Division, National City, Cal. (1970)

ITT Cannon Electric (division), Santa Ana, Cal. and Phoenix, Ariz. (1915)

ITT Commercial Services, Inc., Ramsey, N. J. (1969)

ITT Communications Equipment and Systems Division, Hartford, Conn. (1969)

ITT Controls and Instruments Division, Glendale, Cal. (1966)

Barton Instruments, Monterey Park, Cal. (1925)

ITT Snyder, Houston, Tex. (1948)

General Controls, Glendale, Cal. (1930)

Hammel Dahl/Conoflow, Warwick, R. I. (1940)

Henze Service, Moonachie, N. J. (1939)

ITT Data Equipment and Systems Division, East Rutherford, N. J. (1969)

ITT Defense Communications Division, Nutley, N. J. (1967; pred. co. 1909)

ITT Electro-Optical Products Division, Roanoke, Va. (1973)

ITT Electron Tube Division, Easton, Pa. (1962)

ITT Electro-Physics Laboratories Inc., Columbia, Md. (1966)

ITT Environmental Products Division, Huntingdon Valley, Pa. (1966)

Nesbitt, Philadelphia, Pa. and Jackson, Tenn. (1917)

Reznor, Mercer, Pa. (1888)

ITT Export Corporation, New York N. Y. (1962)

ITT Fluid Handling Division, Morton Grove, Ill. (1968)

Domestic Pump, Shippensburg, Pa. (1903)

ITT Bell & Gossett Hydronics, Morton Grove, Ill. (1916)

ITT Hoffman, Indianapolis, Ind. (1913)

ITT Lawler, Mount Vernon, N. Y. (1962)

ITT Stover, Freeport, Ill. (1907)

McDonnell & Miller, Chicago, Ill. (1924)

ITT Gilfillan (division), Van Nuys, Cal. (1912)

ITT Grinnell Corporation, Providence R. I. (1850)

ITT Harper, Inc., Morton Grove, Ill. (1870)

ITT Industrial and Automation Systems (div.), Plymouth, Mich. (1971)

ITT Industries, Inc., New York, N. Y. (1963)

ITT Jennings (division), San Jose and Monrovia, Cal. (1942)

ITT Latin America Inc., Coral Gables, Fla. (1967)

ITT Lighting Fixture Division, Vermilion and Elyria, Ohio; Long Island City, N. Y. (1906; pred. co. 1882)

American Electric Manufacturing, Southaven, Miss. (1954)

ITT Mackay Marine, Elizabeth, N. J. and Raleigh, N. C. (1927)

ITT Marine and Recreation Division, Costa Mesa, Cal. (1971)

ITT Jabsco Products, Costa Mesa, Cal. and Springfield, Ohio (1928)

ITT Photolamp Products, Clark, N. J. (1968)

ITT Pumps and Compressors Division, Midland Park, N. J. (1973)

ITT Ice Rinks, Midland Park, N. J. (1975)

ITT Marlow, Midland Park, N. J. and Longview, Tex. (1924)

ITT Pneumotive, Monroe, La. (1971)

ITT Rayonier Incorporated, New York, N. Y. (1937)

ITT Royal Electric Division, Pawtucket, R. I. (1921)

ITT Semiconductors (division), West Palm Beach, Fla. Lawrence and Woburn, Mass. (1962)

ITT Space Communications Inc., Ramsey, N. J. (1968)

ITT Surprenant Division, Clinton, Mass. (1946)

ITT Telecommunications (division), New York, N. Y.; Corinth, Miss.; Milan,

Tenn.; Raleigh, N. C.; Des Plaines, Ill. (1952)

ITT Terryphone Corporation, Harrisburg, Pa. (1946)

ITT Thermotech (division), Minneapolis, Minn. (1960)

ITT Vulcan Electric, Kezar Falls, Me. (1900)

Peninsula Plywood Corporation, Port Angeles, Wash. (1941)

Pennsylvania Glass Sand Corporation, Berkeley Springs, W. Va. (1869)

Southern Wood Piedmont Company, Atlanta, Ga. and Spartanburg S. C. (1908)

#### México

ITT de México, S. A. de C. V., México City (1966)

Sistemas de Bombeo ITT, México City (1949)

Standard Eléctrica de México, S. A., México City (1953)

#### Panamá

ITT Standard Electric of Panama, S. A., Panama City (1968)

#### Puerto Rico

ITT Caribbean Manufacturing, Inc., Rio Piedras (1962)

## AMERICA CENTRAL

### Fabricación — Ventas — Servicio

#### Costa Rica

ITT de Costa Rica, S. A., San José (1972)

#### El Salvador

ITT de Centro América, S. A., San Salvador (1968)

#### Guatemala

ITT de Guatemala, S. A., Guatemala City (1972)

## SUD-AMERICA

### Fabricación — Ventas — Servicio

#### Argentina

Compañía Standard Electric Argentina, S.A.I.C., Buenos Aires (1919)

#### Bolivia

International Standard Electric of New York Limited (Bolivia), La Paz (1968)

#### Brasil

Standard Eléctrica, S. A., Río de Janeiro (1937)

#### Chile

Compañía Standard Electric, S. A. C., Santiago (1942)

#### Colombia

ITT de Colombia, S. A., Bogotá (1963)

**Ecuador**

ISEL del Ecuador, S. A., Quito (1962)

**Perú**

Fábrica de Equipos de Telefonía S. A., Lima (1970)  
ITT del Perú, S. A., Lima (1968)

**Surinam**

ITT Standard Electric Surinam N. V., Paramaribo (1965)

**Uruguay**

ISEL del Uruguay, S. A., Montevideo (1948)

**Venezuela**

ITT de Venezuela C. A., Caracas (1957)

**EUROPA****Fabricación — Ventas — Servicio****Alemania**

Deutsche ITT Industries GmbH, Freiburg (1952)  
Dräger GC Regelungstechnik GmbH, Essen (1958)  
Intermetall GmbH, Freiburg (1952)  
Grohe Handels GmbH, Frankfurt (1911)  
Friedrich Grohe, Armaturenfabrik KG, Hemer (1948)  
Hans Heynau GmbH, Munich (1956)  
Standard Elektrik Lorenz Aktiengesellschaft, Stuttgart (1879)  
Graetz Kommanditgesellschaft, Altena (1947), y otras subsidiarias  
SWF — Spezialfabrik für Autozubehör Gustav Rau GmbH, Stuttgart (1923)  
Alfred Teves GmbH, Frankfurt (1906)  
Dr. Hermann E. Mueller, Metallwarenfabrik, Bergneustadt (1930)

**Austria**

ITT Austria — Internationale Telephon und Telegraphen Gesellschaft mbH, Viena (1884)  
Radiofabrik Ingelen, Figer & Co., Viena (1966)

**Bélgica**

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes (1882)  
IVAC, S. A., Bruselas (1949)  
Promedia, S. A., Hoboken (1968)  
ITT Europe, Inc. (Area Headquarters), Bruselas (1960)  
ITTE-Grupos:  
Productos de automatización, Sistemas de Comunicaciones para empresas (Business Systems), Componentes, Productos varios, Servicio Financiero, Productos alimenticios, Productos industriales, Semiconductores  
ITT Industries Belgium S. A., Bruselas (1964)

**Dinamarca**

Standard Electric Aktieselskab, Copenhagen (1931)

**España**

Compañía Internacional de Telecomunicación y Electrónica, S. A., Madrid (1961)  
Compañía Radio Aérea Marítima Española, S. A., Madrid (1931)  
Marconi Española, S. A., Madrid (1917)  
Standard Eléctrica, S. A., Madrid (1926)

**Finlandia**

Standard Electric Puhelinteollisuus Oy, Helsinki (1940)

**Francia**

Claude, Boulogne-Billancourt (1930)  
Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, París (1892)  
Laboratoire Central de Télécommunications, Vélizy (1945)  
Laboratoire Central de l'Eclairage, Vélizy (1968)  
Le Matériel Téléphonique, París (1889)  
Océanic, Romainville and Chartres (1946)  
Société des Produits Industriels ITT, Bagneux (1964)  
Divisions: Cannon, Colomiers (1962)  
Intermetall, Colmar (1952)  
Metrix, Annecy (1942)  
MTI, Meaux (1940)  
Sonolor, La Courneuve (1935)

**Grecia**

ITT Hellas A. E., Atenas (1965)

**Italia**

Altissimo Aimone & C., S. p. A., Turín (1960) y otras partes automotivas de las compañías  
Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche Standard (1909) S. p. A., Milan  
Società Impianti Elettrici Telefonici Telegrafici e Costruzioni Edili S. p. A., Florencia (1931)  
V. Gallino, S. p. A., Túrín (1914)

**Noruega**

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Oslo (1915)

**Países Bajos**

Nederlandsche Standard Electric Maatschappij N. V., La Haya (1911) y compañías afiliadas

**Portugal**

Standard Eléctrica, S. A. R. L., Lisboa (1932)  
Fabricação Conjuntos Electrónicos FACEL., Cascais (1967)  
Rabor Construções Eléctricas S.A.R.L., Ovar (1945)  
Oliva-Industrias Metalúrgicas, S.A.R.L., São João da Madeira (1925)

**Reino Unido**

Ashe Chemical Limited, Leatherhead (1928) y subsidiarias  
Cannon Electric (Great Britain) Ltd., Basingstoke (1952)

ITT Creed Limited, Brighton (1912)  
Electrical Components (Holdings) Limited, Birmingham (1918)  
ITT Industries Limited, London (1964)  
Maclaren Controls Limited, Glasgow (1844), y otras subsidiarias  
Standard Telephones and Cables Limited, Londres (1883)  
Standard Telecommunication Laboratories Limited, Londres (1945) y otras subsidiarias  
Submarine Cables, Ltd., Londres (1935)

**Suecia**

IKO Forsaljnings-Aktiebolag, Grimsas (1947)  
Joel Olsson Elektriska AB, Estocolmo (1927)  
AB Eljo Plastindustri, Bastad (1951)  
Standard Radio & Telefon AB, Vällingby (1938)  
Stenberg-Flygth AB, Lindas (1901)

**Suiza**

Intel S. A., Basle (1964)  
ITT Standard S. A., Basle (1964)  
Standard Téléphone et Radio S. A., Zurich (1935)  
Steiner S. A., Berna 1927

**AFRICA Y ORIENTE MEDIO****Fabricación — Ventas — Servicio****ITT Africa y Oriente Medio**

(división de ITT Europe, Inc.) Area Headquarters, Londres (1966)

**Argelia**

Standard Electric Algeria, S. A., Argel (1947)

**Irán**

Sherkat ITT Iran S. K., Teherán (1955)

**Marruecos**

ITT Maroc S. A., Casablanca (1967)

**Nigeria**

ITT Nigeria Limited, Lagos (1957)

**República de Sud-Africa**

Standard Telephones and Cables (South Africa) Limited, Boksburg East (1956)  
ITT Supersonic South Africa (Pty) Limited, Boksburg (1951)

**Rodesia**

Supersonic Radio Mfg. Co. (Pty) Limited, Bulawayo (1950)

**Turquia**

Standard Elektrik ve Telekomünikasyon Limited, Sirketi, Ankara (1956)

**Zaire**

Bell-Zaire S.Z.A.R.I., Kinshasa (1967)

## Compañías de ITT

### Zambia

ITT (Zambia) Limited, Lusaka (1967)  
ITT Supersonic Zambia Limited, Livingstone (1963)

### Oficinas regionales

Luanda, Angola; Nairobi, Kenya; Beirut, Líbano

## EXTREMO ORIENTE Y PACIFICO

### Fabricación — Ventas — Servicio

#### Australia

ITT Oceania Pty. Limited, Sidney (1956)  
Standard Telephones and Cables Pty. Limited, Sidney (1895)  
STC-Cannon Components Pty. Limited, Sidney y Melbourne (1970)

#### Corea

ITT Far East and Pacific, Inc. (branch) Seoul (1975)

#### Filipinas

ITT Philippines Incorporated, Makati, Rizal (1960)

#### Hong Kong

ITT Far East and Pacific Inc. (Area Headquarters), Hong Kong (1961)  
ITT Far East Ltd., Hong Kong (1961)  
ITT Rayonier (H. K.) Limited, Hong Kong (1970)  
Transelectronics, Limited, Hong Kong (1965)

#### India

ITT Far East and Pacific, Inc. (branch), Nueva Delhi (1965)

#### Indonesia

ITT Far East and Pacific, Inc. (branch), Djakarta (1967)  
ITT Rayonier Indonesia PT, Djakarta (1970)

#### Japón

ITT Far East and Pacific, Inc. (branch), Tokio (1961)

#### Malasia

ITT Transelectronics (Malaysia) Sdn. Berhad, Kuala Lumpur (1964)

#### Nueva Zelanda

Standard Telephones and Cables (New Zealand) Pty. Limited, Upper Hutt (1914)

#### Taiwan

ITT Unitron Industries Corporation, Ltd., Hsinchu (1969)  
Taiwan International Standard Electronics Ltd., Taipei (1974)

### Tailandia

ITT Far East and Pacific, Inc. (branch), Bangkok (1967)  
ITT Thailand Limited, Bangkok (1967)

## COMPAÑIAS FINANCIERAS Y DE NEGOCIOS VARIOS

Abbey International Corporation, New York, N. Y. (1964)

Abbey Overseas Insurance Company Limited Nassau, Bahamas (1965)

Abbey International Insurance Company Limited, Nassau, Bahamas (1965)

Abbey Life Assurance Company Ltd., Londres (1961)

Abbey Life Insurance Company of Canada, Burlington, Ont. (1963)

Excess Holdings Limited, Worthing, Inglaterra (1970)

Hartford, Conn. (1810) y subsidiarias

Intel Finance S. A., Lausanne (1965)

Intercontinental Lebensversicherung AG, Hamburgo (1969)

Intercontinental Assicurazioni S. p. A., Roma (1921)

ISE Finance Holdings S. A., Luxemburgo (1966)

ITT Community Development Corporation, Nueva York, N. Y. y Miami, Fla. (1968)

ITT Consumer Services Corporation, New York, N. Y. (1966)

ITT Financial Corporation, St. Louis, Mo. (1964)

ITT Actna Corporation, St. Louis, Mo. (1918)

ITT Industrial Credit Company, St. Paul, Minn. (1969)

ITT Life Insurance Corporation, Thorp, Wis. y Minneapolis, Minn. (1956)

ITT Thorp Corporation, Thorp, Wis. (1925)

ITT Continental Baking Company, Rye, N. Y. (1925)

ITT Educational Services Inc., Indianapolis, Ind. (1946)

Pigier, Paris (1848)

Taylor Carcer Programs Division, New York, N. Y. (1941); otras subsidiarias y licencias de operaciones

International Telephone and Telegraph Credit Corporation, Garden City, N. Y. (1961)

Kellogg Credit Corporation, Garden City, N. Y. (1953)

ITT Gwaltney Inc., Smithfield, Va. (1870)

ITT Service Industries Corporation, Cleveland, Ohio (1969)

ITT Sheraton Corporation of America, Boston, Mass. (1937) y subsidiarias

ITT World Directories Inc., Bruselas (1966)

London and Edinburgh General Insurance Company Limited, Londres (1919)

Nationwide Food Service Pty, Limited, Ashfield, N. S. W., Australia (1957)

Payot, Inc., New York, N. Y. (1954) y subsidiarias

Pearson Candy Company, St. Paul, Minn. (1900)

Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, Ind. (1946)

The Bobbs-Merrill Co., Inc., Indianapolis, Ind. (1838)

Rimmel Ltd., London (1834) y subsidiarias

The O. M. Scott & Sons Company, Marysville, Ohio (1870)

Transatlantische Versicherungs AG, Hamburgo (1860)

Zwolsche Algemeene Consolidated, Utrecht (1908)

## SERVICIOS INTERNACIONALES DE COMUNICACIONES

U. S. Telephone and Telegraph Corporation, New York, N. Y. (1965)

American Cable & Radio Corporation, New York (1939)

All America Cables and Radio, Inc. (1878)

Commercial Cable Company, The (1883)

Globe Mackay Cable and Radio Corporation (1935)

ITT Central America Cables and Radio, Inc. (1963)

ITT Communications, Inc., Virgin Islands (1963)

ITT Diversified Services, Inc. (1974)

ITT Domestic Transmission Systems, Inc. (1974)

ITT World Communications Inc. (1926)

PT Indonesian Satellite Corporation (1967)

United States Transmission Systems, Inc. (1972)

ITT Comunicaciones Mundiales, S. A., Buenos Aires (1928)

ITT Comunicaciones Mundiales, S. A., Santiago (1928)

Press Wireless Uruguay, Montevideo (1942)

Radio Corporation of Cuba, Habana (1922)

NOTA: Oficinas internacionales de telecomunicación están funcionando en los siguientes países: Antillas holandesas, Bolivia, Canadá, Chile, República Dominicana, Estados Unidos (incluyendo Guam, Islas Vírgenes y Puerto Rico), Filipinas, Haití, Indonesia, Nicaragua, Panamá, Reino Unido, Uruguay, Zona del Canal.

### Operaciones telefónicas

Virgin Islands Telephone Corporation, Charlotte Amalie, V. I. (1959)

## COMPAÑIAS CON PARTICIPACION

Austral Standard Cables Pty. Limited, Melbourne (1948)

Industria de Telecomunicación, S. A. de C. V., San Bartolo and Toluca, México (1957)

ITT Decca Marine, Inc., New York (1952)

Lignes Télégraphiques et Téléphoniques, París (1920)

Società Italiana Reti Telefoniche Interurbane, Milán (1921)

Las fechas entre paréntesis indican la de fundación de la compañía por ITT o por el predecesor.

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  
78140 - Vélizy-Villacoublay, France

Solamente pueden aceptarse pedidos por cantidades de al menos 100 separatas de cada artículo.