

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

Revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

VOLUMEN 55 (1980) NUMERO 2 RESUMEN

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

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

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

Director

Lester A. Gimpelson, Bruselas

Editor Comunicaciones Eléctricas
Juan Antonio Gómez García, Madrid

Editor Electrical Communication
Michael Deason, Harlow

Editor Elektrisches Nachrichtenwesen
Otto Grewe, Stuttgart

Editor Revue des Télécommunications
René Thévin, París

Las direcciones de los editores se dan en la página 152.

Presentación	82
Servicios del Grupo de Operaciones de Comunicaciones de ITT, por <i>G. F. Knapp</i>	83
Commutación internacional de datos, por <i>W. C. Crager</i>	88
Red de conmutación tándem digital de ITT USTS, por <i>R. J. Gibbs</i>	96
Procesador de entrada para comunicación de datos, por <i>R. H. Griffin</i>	104
Sistema de reservas MARSPLUS de acceso múltiple, por <i>A. R. Miller</i>	111
Diseño más económico de redes de acceso locales usando las ofertas de servicio masivo de las compañías explotadoras, por <i>D. Minoli</i>	118
Comunicaciones internacionales: El desarrollo de la red y aspectos económicos, por <i>B. M. Dawidziuk y H. F. Preston</i>	127
Modernos sintetizadores de frecuencia multicanales para equipos radiotelefónicos, por <i>H.-P. Ketterling</i>	139
La calidad del servicio telefónico, por <i>R. Mosch</i>	146
Nuevas realizaciones	153



El teclado es el interfaz del usuario para presentar servicios no vocales de comunicaciones, principalmente télex. A medida que se van completando redes de comunicaciones cada vez más elaboradas proporcionando nuevos servicios como el correo electrónico, el uso del teclado se ampliará dramáticamente con terminales multifuncionales inteligentes tanto en los ambientes de negocios como en los domicilios.

Presentación

En la economía de los Estados Unidos de América, y cada vez más en todo el mundo, la información es un producto dominante de los hombres de empresa. En el pasado, e incluso hoy día en los países en desarrollo, la subsistencia de la gente depende de procesos físicos tales como labrar el suelo, extraer mineral de la tierra y hacer funcionar máquinas. Actualmente el trabajo implica la creación, intercambio e interpretación de información.

Esta información permite las especiales y complejas interrelaciones de las que dependen los modernos procesos de producción. También señala la creciente interdependencia de las economías del mundo y facilita el flujo mundial de capitales y recursos. La información permite a los compradores encontrar los productos que necesitan a los menores precios, y a los vendedores encontrar los mercados con los precios más altos.

El flujo de información permite ampliar los recursos, y a los sistemas de distribución operar más rápidamente y con menos fallos. Las fábricas pueden recibir suministros de forma ininterrumpida al mismo tiempo que mantienen menores inventarios, lo que resulta en reacciones rápidas a necesidades locales o distantes.

La telecomunicación se está convirtiendo en la vía principal para este flujo de información a causa de su velocidad intrínseca, su coste decreciente en términos reales, y su compatibilidad básica con los ordenadores y otras tecnologías de información. El crecimiento experimentado hasta la fecha es sólo el comienzo. El futuro guarda la promesa de una demanda aún mayor, tanto de servicios de datos, conmutación y transmisión digital, como de facilidades de procesamiento más distribuido. La creciente interdependencia mundial ha conducido a un espectacular crecimiento de la demanda de servicios internacionales de telecomunicación.

El Grupo de Operaciones de Comunicaciones de ITT (ITT COG), ha sido parte de esta revolucionaria transformación de la economía del mundo desde su mismo comienzo. Remontándose su origen a una fecha tan lejana como 1878, ITT COG ha mantenido una tradición de innovación a través de una familia de compañías y una gama de servicios cada vez mayor.

La creciente dependencia de la economía mundial de la entrega de información es el mayor reto para las compañías explotadoras de servicios de telecomunicación. En una era de penuria de recursos, la información es vital para eliminar el despilfarro y permitir la utilización más eficiente de energía y materiales. A medida que se expanden los sectores de información de la economía, la productividad de estos sectores debe mejorar para que no se estanque la economía mundial. Los servicios avanzados de telecomunicación son un camino, y un camino vital, para mejorar la productividad del cada vez más crítico sector de información.

ITT COG está respondiendo al reto ampliando el alcance y mejorando la calidad de sus servicios tradicionales, y desarrollando nuevos servicios innovadores para satisfacer las evolucionantes necesidades de los clientes. Al mismo tiempo, ITT entiende que el único factor constante en el futuro será el cambio.

ITT COG está embarcada en una política de evolución y experimentación continua; desde 1979 se han introducido cuatro servicios totalmente nuevos.

Para los retos que en el futuro nos esperan, ITT COG está bien preparada por su diversidad. Esto se extiende no sólo a las compañías mismas, sino también a la gama de facilidades ofrecidas y a los clientes servidos.

F. W. Gibbs,
Vicepresidente Senior y Director Ejecutivo
de Telecomunicación y Electrónica,
Oficinas Centrales de ITT, Nueva York

Servicios del Grupo de Operaciones de Comunicaciones de ITT

Las compañías del Grupo de Operaciones de Comunicaciones, cuyas actividades se extienden a todo el mundo, ofrecen una gama compleja y económica de servicios en los campos de comunicaciones de datos y comunicaciones con registro, comunicaciones de voz en los Estados Unidos, servicios de procesador y explotación de instalaciones. Partiendo de los servicios existentes, el Grupo está bien situado para hacer frente al reto de proporcionar los servicios e instalaciones más avanzados que piden los usuarios en el marco comercial más competitivo de hoy día.

G. F. KNAPP

Internacional Telephone and Telegraph Corporation, Nueva York, EE. UU.

Introducción

La rápida expansión de la industria de las comunicaciones ha permitido que, en casi todos los países del mundo, la gente realice su trabajo con mayor eficacia y lleve una vida más cómoda. Espoleada por los rápidos avances tecnológicos y las crecientes demandas de los usuarios, la respuesta de la industria de comunicaciones debe ser acelerar el ritmo de crecimiento y de innovación.

Recientes estudios de ITT sobre las tendencias en la industria de comunicaciones determinaron que las redes del futuro deben tener tres características principales: posibilidad de cursar una mayor proporción de tráfico de datos; mayor uso de la transmisión y la conmutación digitales; y traslado de la capacidad de proceso de la central al aparato o al terminal de abonado en un grado hoy desconocido.

El grupo mundial de 23 compañías que constituyen el Grupo de Operaciones de Comunicaciones de ITT (COG, en inglés Communications Operations Group), ha previsto estas tendencias. Está trabajando en transmisión digital tanto de voz como de datos en los Estados Unidos y en el extranjero, y ofrece una serie de servicios basados en las más recientes técnicas de proceso distribuido.

Este artículo describe los servicios existentes que pro-

porcionan las compañías explotadoras de telecomunicación de ITT, pasa una breve revista al marco legal y normativo de los Estados Unidos en que se mueven algunas de esas compañías y termina con un panorama del futuro. Algunos de los servicios y equipos mencionados aquí se describen con mayor detalle técnico en este número de Comunicaciones Eléctricas.

El Grupo de Operaciones de Comunicaciones de ITT

Las compañías explotadoras de telecomunicación de ITT han estado entregando información desde 1878 en que una predecesora, la American Mexican Cable Company, empezó a trabajar en telegrafía por cable entre Texas y México. Un siglo más tarde, el COG de ITT tiene unos 3800 empleados e instalaciones en funcionamiento en todos los Estados Unidos y otros 16 países, y opera con más de 200 administraciones nacionales de telefonía y telegrafía. Las compañías del grupo operan en cuatro campos principales: servicio de comunicaciones con registro y de datos en todo el mundo, servicios de voz en Estados Unidos, servicios de procesador, y propiedad y explotación de instalaciones.

Centro de control télex de ITT.



Tabla 1 - Grupo de Operaciones de Comunicaciones de ITT

Compañía matriz		
US Telephone and Telegraph Corporation		Nueva York
Comunicaciones de datos y con registro		
Globe-McKay Cable and Radio Corporation		Manila
ITT Comunicaciones Mundiales, SA		Santiago
ITT Domestic Transmission Systems Inc		Nueva York
ITT World Communications Inc		Nueva York
ITT World Equipment Inc		Nueva York
Comunicaciones telefónicas en los Estados Unidos		
United States Transmission Systems Inc		Nueva York
Servicios de procesador		
The Commercial Cable Company		Londres
ITT Electronic Travel Services Inc		Nueva York
Explotación de instalaciones		
All America Cables and Radio Inc		San Juan
Cuban American Telephone and Telegraph Company		La Habana
ITT Central America Cables and Radio Inc		Balboa
ITT Communications Inc - Virgin Islands		Santo Tomás
ITT Diversified Services Inc		San Juan
P.T. Indonesian Satellite Corporation		Yakarta
Press Wireless Uruguay Ltd		Montevideo
Radio Corporation of Cuba		La Habana
Virgin Islands Telephone Corporation		Santo Tomás
Otras compañías		
All America Cables and Radio Inc		Nueva York
AC&R Telecommunications Services GmbH		Frankfurt
ITT Industrial Transmission Systems Inc		Nueva York
Suffolk Business Center Inc		Nueva York
Teleradio Brasileira Ltd		Nueva York

Comunicaciones de datos y comunicaciones con registro

ITT World Communications Inc, la más importante compañía del grupo, es líder mundial reconocida en el campo de servicios internacionales de datos y con registro. Controla una red global de comunicaciones que proporciona una gama de servicios utilizando alrededor de 3500 circuitos internacionales. Los circuitos se obtienen mediante satélites, cables submarinos, microondas, radio en alta frecuencia y radio más allá del horizonte.

Los adelantos en las técnicas de procesadores han convertido en rutina el que ITT Worldcom complete cada día más de 146.000 llamadas télex entre los Estados Unidos y otros 200 países utilizando la red mundial de más de un millón de abonados télex. Más del 95% de estas llamadas se cursan automáticamente por el centro de control télex de Nueva York, que está totalmente gobernado por procesadores.

Los servicios telegráficos internacionales de ITT Worldcom procesan automáticamente una media de 20.000 telegramas internacionales diarios. A medida que crece el alcance, la complejidad y el volumen del tráfico internacional de clientes, se va necesitando alguna forma de servicio por canal dedicado alquilado. Existen diversas posibilidades de alquiler capaces de satisfacer las necesidades

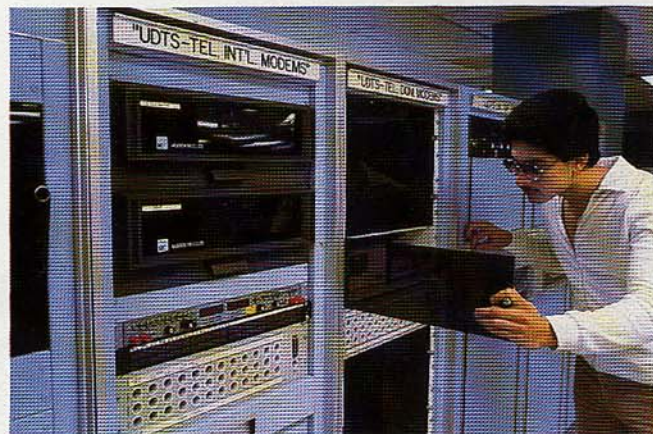
de cualquier cliente. Estos servicios incluyen canales de comunicaciones con registro punto a punto y multipunto, canales de comunicaciones con registro con y sin interrogación secuencial, canales de datos de alta y de baja velocidad, canales alternos de voz y de datos, y canales simultáneos de voz y de datos que funcionan a velocidades comprendidas entre 50 Bd y 1544 Mbit/s.

También hay diferentes servicios avanzados de conmutación internacional de mensajes. Timetran es un servicio de almacenamiento y envío de mensajes de Worldcom que acepta llamadas télex cuando los abonados desean establecerlas y no sólo cuando las condiciones lo permiten. Este servicio almacena automáticamente mensajes télex y luego los transmite al extranjero en un momento preestablecido o cuando el teleimpresor receptor está libre.

La Central Automática de Retransmisión (Automatic Retransmission Exchange) de ITT Worldcom satisface las necesidades de los clientes en cuanto a la conmutación económica y eficaz de canales alquilados. Permite a los clientes de Worldcom conmutar su tráfico de alquiler entre puntos del país y del extranjero con tarifas económicas.

La compañía también diseña, produce y mantiene sistemas de conmutación de mensajes ADX (Automatic Data Exchange) propiedad del cliente, que son capaces de enlazar económicamente todos los puntos de la red de un cliente a través de un único centro de control.

En 1977 se logró un gran éxito tecnológico con la inauguración de un servicio internacional de comunicación de datos con conmutación de paquetes, denominado UDTS



Vista del equipo utilizado por el UDTS (servicio universal de transmisión de datos), un servicio internacional de comunicación de datos con conmutación de paquetes.

(servicio universal de transmisión de datos, en inglés Universal Data Transmission System), que permite a clientes del extranjero tener acceso a enormes volúmenes de información almacenado en bases de datos en todos los Estados Unidos. Por ejemplo, un médico de Francia que desea averiguar algo sobre la enfermedad de un paciente puede, actuando solamente unas pocas teclas de su terminal, acceder a los servicios de obtención de información de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos en Washington DC. Toda la ciencia médica de la biblioteca queda a su

disposición virtualmente en el acto y la respuesta aparece en el terminal de pantalla del doctor.

Actualmente el UDTS existe en Australia, Austria, Argentina, Bahrain, Bélgica, España, Filipinas, Formosa, Francia, Hong-Kong, Irlanda, Italia, Puerto Rico, Reino Unido, Singapur y Suiza. Otros países se conectarán en un futuro próximo.

En 1979 Worldcom amplió el campo de acción del UDTS con un servicio más generalizada llamado Infotex que permite a los usuarios de télex de todo el mundo acceder a las mismas bases de datos empleando el familiar teletypewriter y a través de la red télex internacional establecida.

Otros servicios es el Worldfax, que proporciona transmisión internacional de facsímil entre centros situados en Estados Unidos y Bahrain, España, Hawai, Hong-Kong, Japón, Singapur y Suiza.

La compañía proporciona también servicios especiales tales como la línea directa télex Washington-Moscú, servicios radiomarítimos y servicios de prensa.

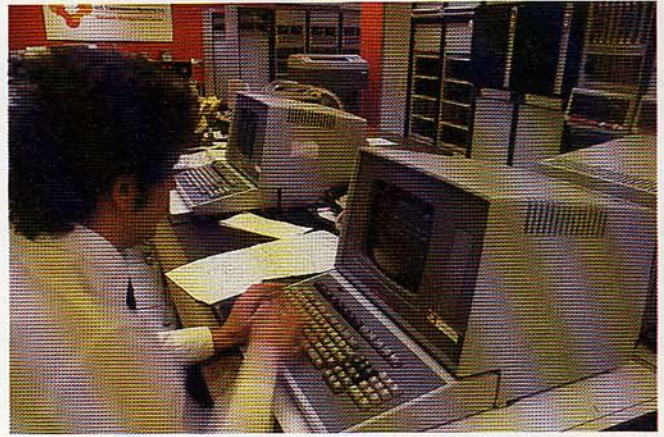
La más moderna compañía de comunicaciones de ITT es ITT Domestic Transmission Systems Inc, que inauguró el servicio FAXPAK* en diciembre de 1979 [1]. El FAXPAK utiliza una red de seis nodos con conmutación de paquetes, del tipo de almacenamiento y reenvío, para transmitir mensajes de facsímil con conversión automática de formato entre terminales facsímil que sin ella serían incompatibles.

Anunciado como el primer sistema que hace real el correo electrónico, el FAXPAK ofrece dos servicios: la transmisión de una página a cualquier punto de los Estados Unidos en un plazo de cuatro horas por tan sólo 12 centavos, y la entrega en menos de 15 minutos por un precio más elevado.

La red FAXPAK está siendo ahora mejorada para permitir la comunicación, empleando técnicas de conmutación de paquetes, entre terminales de datos y procesadores que son totalmente diferentes. Los datos que entran a la red se dividen en paquetes que se transmiten de nodo a nodo. Siguiendo una técnica de encaminamiento dinámico de cada paquete individualmente por una ruta entre varias alternativas, se minimiza el retardo de transmisión de extremo a extremo y se aumenta la fiabilidad del sistema.

En el nodo de destino se combinan los paquetes en su formato original y pasan a la estación receptora. Los usuarios no se dan cuenta ni de la compleja técnica de encaminamiento y corrección de errores empleada por la red, ni de la conversión de formatos de los datos que es necesaria entre terminales incompatibles. Los centros de conmutación y los concentradores están interconectados mediante instalaciones de transmisión de datos alquiladas a compañías públicas de comunicación. Los usuarios se conectan a la red a través de centrales telefónicas públicas o a través de líneas alquiladas.

El FAXPAK es sólo el principio. Otros muchos servicios están ahora en desarrollo, todos diseñados para satisfacer las necesidades de los usuarios de comunicaciones, que dictan ahora sus necesidades en condiciones menos restringidas por las normas del gobierno.



Centro de gestión de la red UDTS. El control de la red se realiza desde este centro, eliminando la necesidad de que exista en las centrales personal las 24 horas del día.

Un ejemplo reciente de estos nuevos servicios es INTERTEXT* que fue introducido por ITT Domestic Transmission Systems en mayo de 1980. Este servicio proporciona una nueva era en el acceso a los servicios internacionales de télex para los usuarios de comunicaciones de los Estados Unidos. El servicio INTERTEXT es la primera alternativa en los Estados Unidos a Western Union Telegraph Corporation desde la década de los cuarenta y ofrece mayor comodidad, fiabilidad y disponibilidad de servicio, con mayores opciones de equipos teletypewriters, y a un coste bastante menor.

Servicios de voz en los Estados Unidos

ITT entró en el competitivo mercado nacional de comunicaciones telefónicas en 1976. Hoy día, nuestra subsidiaria United States Transmission Systems (USTS) ofrece servicios de líneas privadas punto a punto, líneas privadas conmutadas y larga distancia en los Estados Unidos. USTS proporciona servicio telefónico para líneas privadas conmutadas, entre estados, en todo el país utilizando siete centros de conmutación de su propiedad que ella explota y que están situados en ciudades clave. Este servicio combina las ventajas económicas de las líneas privadas con una red conmutada de gran tamaño, ofreciendo una amplia gama de las facilidades telefónicas más populares y avanzadas.

La compañía pone a disposición de los abonados profesionales y empresas sus centros de conmutación de todo el país, bajo el control y la supervisión de un avanzado centro de gestión de la red en Nueva York, en un servicio sofisticado y a medida que permite a las grandes empresas usuarias diseñar e implantar sus propias redes privadas conmutadas.

También se proporciona servicio de líneas privadas punto a punto de alta calidad a los principales centros metropolitanos situados en una amplia banda de 320 km de anchura que se extiende desde Nueva York hasta Houston. Estos económicos servicios están establecidos con un

* Marca registrada del sistema ITT

* Marca de servicio del sistema ITT

sistema radio de 2400 km con 121 repetidores y terminales. Incluye servicios de conexión con central distante (FX, en inglés foreign exchange), extensiones fuera del edificio (OPX, en inglés off premises extension), líneas de enlace directo y datos con tarifas más bajas que las del servicio telefónico interurbano normal y las del servicio de líneas privadas del Bell System.

En 1979 USTS introdujo un nuevo servicio telefónico de larga distancia denominado CITY-CALL* que se presta en casi todas las principales áreas metropolitanas de los Estados Unidos. Este servicio reduce los costes de llamadas interurbanas del abonado entre un 15% y un 40%. Este ahorro es el resultado de varios factores, entre ellos incrementos de facturación de un segundo y llamadas con tarjeta de crédito sin intervención de operadora. ITT factura por incrementos de un segundo después del primer minuto completo, mientras que el Bell System factura por minutos completos.

El CITY-CALL elimina además los cargos por intervención de operadora, que son a menudo importantes. El servicio de ITT permite también que varios abonados llamen simultáneamente, a diferencia de lo que se hace en el WATS, que exige a los usuarios que esperen línea libre. A los abonados se les da un código de identificación de cliente de seis cifras y los números de acceso local de cada ciudad que tiene CITY-CALL. El proceso de llamada con teclado multifrecuencia incluye el código de acceso local de 7 cifras, el código de área y número de 10 cifras, y el código de identificación de 6 cifras.

Servicios de procesador

Los servicios de procesador constituyen un nuevo campo para las compañías explotadoras de telecomunicación de ITT. Nuestros primeros pasos en este importante mercado son el desarrollo y alquiler de equipos de conmutación de mensajes y diversos servicios a agentes de viajes.

En el Reino Unido The Commercial Cable Company fabrica y vende nuestro sistema de conmutación de mensajes ADX** y lo respalda junto con una gama de terminales. Esta compañía presta también servicios de retransmisión de cablegramas y télex en cooperación con el British Post Office.

ITT Electronic Travel Services Inc, fundada en 1979, comercializa el MARSPLUS*, que es el servicio de reservas con acceso múltiple para la industria de viajes de los Estados Unidos. El MARSPLUS conecta las agencias de viajes directamente a los procesadores de reservas de las líneas aéreas que participan y de otras compañías de viajes para proporcionar la información actualizada de disponibilidades, el despacho de billetes y la confirmación inmediata de la reserva.

En los cinco primeros meses de funcionamiento de la compañía se adhirieron 650 agencias de viajes y cinco líneas aéreas. La demanda insatisfecha de acceso múltiple era considerable e ITT ha respondido con un servicio competitivo que satisface las necesidades de la industria de viajes.



Conmutador serie digital.

Propiedad y explotación de instalaciones

Pueden incluirse nueve compañías en esta cuarta categoría de actividades, que consiste en poseer y explotar instalaciones y proporcionar una gama de servicios de telecomunicación a clientes del extranjero.

All America Cables and Radio Inc explota instalaciones telefónicas en el extranjero que incluyen cables submarinos, enlaces de microondas y estaciones terrenas para satélites que dan servicio a Puerto Rico y a la Bahía de Guantánamo (Cuba).

ITT Communications Inc de las Islas Vírgenes, explota una gran estación terminal internacional de cable y presta servicio de comunicaciones por cable y microondas con Venezuela, Antillas Holandesas, Tórtola, Indias Occidentales Británicas, República Dominicana, Puerto Rico y territorio continental de Estados Unidos.

La Virgin Islands Telephone Corporation proporciona servicio telefónico local e internacional por cable y microondas a los más de 35.000 teléfonos en servicio en Santo Tomás, St. Croix y St. John.

ITT Diversified Services Inc proporciona diversos servicios en Puerto Rico, que incluyen sistemas de comunicaciones de emergencia por radio móvil para hospitales, sistemas de seguridad para juzgados y bancos, servicios de mantenimiento de procesadores y sistemas buscapersonas unidireccionales y de radio móvil.

P. T. Indonesian Satellite Corporation, en propiedad compartida con el gobierno de Indonesia, explota una estación terrena para satélites e instalaciones de microondas y cables que proporcionan servicio internacional de telefonía, televisión, y de datos y voz alternativamente, entre la República de Indonesia y el resto del mundo.

ITT Central America Cables and Radio Inc presta servicio telefónico a Panamá. También alquila canales de voz para uso comercial y gubernamental por cable submarino.

Press Wireless Uruguay explota instalaciones de transmisión y recepción de radio en alta frecuencia con su estación de Uruguay, proporcionando servicios de mensajes de prensa entre Uruguay y el resto del mundo, y transmisiones de radio a otras partes de Sudamérica.

Radio Corporation de Cuba proporciona servicios de mensajes, cablegramas, teléfono y televisión entre Cuba y

* Marca de servicio del sistema ITT

** Marca registrada del sistema ITT

otros puntos del mundo mediante enlace radio más allá del horizonte entre La Habana y Key West, en Florida.

Finalmente, la Cuban American Telephone and Telegraph Company, explotada conjuntamente por ITT y ATT, proporciona servicio internacional telefónico y telegráfico mediante un cable submarino que enlaza Cuba con los Estados Unidos.

Marco legal

Las compañías del COG de ITT radicadas en los Estados Unidos operan en un marco legal y normativo cambiante. En su mayor parte, esta evolución va de un estado de concesionario o servicio público a una situación más competitiva en que las normas vienen dictadas y mantenidas por las fuerzas del mercado. El gobierno ha reaccionado a la realidad del mercado mediante una liberación gradual de las normas y el apoyo a la competencia. Los cambios del mercado se deben a nuevas tecnologías que permiten disponer de nuevos sistemas y servicios solicitados por el cliente.

Por ejemplo, a mediados de 1979 ITT Worldcom propuso una nueva tarifa para "desligar" o separar el importe que el abonado paga para acceder a su centro internacional de conmutación télex del que paga realmente por la llamada internacional. La Federal Communications Commission (FCC) aprobó esta tarifa separadora de ITT, que fue seguida por acciones semejantes de otras compañías competidoras en los Estados Unidos. El resultado ha sido que los usuarios de la telecomunicación pueden ahora aprovechar plenamente las nuevas tecnologías y las economías que éstas proporcionan.

Aunque en el momento de redactarse este artículo se desconoce el resultado de la enmienda propuesta a la Ley de Comunicaciones de los Estados Unidos de 1934, casi todos los observadores de la industria creen que las revisiones continuarán la tendencia hacia la liberación de normas y el aumento de la competencia.

La FCC tomó medidas a finales de 1979 que favorecen la competencia y permiten a ITT ofrecer una gama más completa de servicios de telecomunicación en los mercados nacional e internacional. Los futuros clientes tendrán que soportar menos restricciones artificiales y disfrutarán de tarifas más baratas para la mayor parte de los servicios.

Por ejemplo, hasta hace poco la FCC sólo permitía que el tráfico télex internacional se cursara a través de cinco ciudades de acceso. Esta cifra ha aumentado ahora a 26, extendiendo así la zona geográfica en la que los abonados pueden conseguir directamente servicio internacional. Al mismo tiempo, se suprimió la prohibición existente de interconexión entre compañías públicas nacionales e internacionales. Esta medida ha favorecido la mayor eficacia y economía de las compañías interconectadas y ha impulsado la competencia.

Algunas compañías extranjeras están también advirtiendo esta tendencia a una mayor competencia y a una especialización de los servicios ofrecidos. Discusiones con estos colegas nos han convencido de que ellos también

sienten la presión para ofrecer nuevos servicios de telecomunicación. Parece que la década de los 80 acelerará esta tendencia.

El futuro

Este ambiente de competencia ha llevado a ITT a ocupar un puesto importante que puede caracterizarse por dos factores. Primero, ITT presta ahora servicios a empresas grandes, medianas pequeñas, así como a gobiernos, a quienes ayuda a transportar y entregar información de una forma que es distinta de, y más económica que, los sistemas tradicionales.

En segundo lugar, ITT se ha movido para convertirse en un participante clave de los mercados futuros, cuando tome forma la largamente buscada "Oficina del Futuro". Este nuevo marco de acción incluirá sin duda procesadores, terminales interactivos de acceso para trabajos a distancia y subsistemas de proceso de palabras, con unidades de mensajes y facsímil y centralitas privadas para transmisión de la voz.

La empresa moderna está intentando elevar la productividad de los empleados de oficinas. En ITT Communications Operations Group creemos que ninguna mezcla determinada de productos de oficina satisfará a todas las empresas, y esperamos, por consiguiente, que haya cambios y experimentos constantemente. Lo único seguro es que habrá que transportar información electrónica producida en una oficina a otra oficina, otro piso, otra ciudad u otra parte del mundo.

Varios tipos diferentes de redes optimizarán la naturaleza y las características de los servicios prestados. Las redes de datos del tipo de almacenamiento y reenvío y de tipo interactivo, junto con la conmutación de circuitos para transmisión digital de la voz, indicarán el camino a seguir.

ITT está lista para responder a este reto con una gama de servicios nuevos y tradicionales tan diversa como las gentes y las compañías que la forman. Cinco directores de ITT COG describen varios de estos servicios y equipos en este número de Comunicaciones Eléctricas. Su lectura confirmará nuestro papel como pioneros de la innovación en el desarrollo y suministro de servicios de telecomunicación de alta calidad en diversos medios de todo el mundo.

Referencia

- [1] T. Murawski: Servicio FAXPAK de transmisión de facsímil con almacenamiento y reenvío; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 3, págs. 272-276.

George F. Knapp nació en Nueva York en 1931. Estudió ingeniería eléctrica en el Manhattan College, donde se graduó, obteniendo luego el título de "master" en administración empresarial por la Universidad de Nueva York. Antes de entrar en ITT en 1966, el Sr. Knapp ocupó diferentes puestos directivos en el Bell System. En 1969 fue nombrado vicepresidente ejecutivo de la Puerto Rico Telephone Company, y un año más tarde presidente.

El Sr. Knapp es ahora el jefe del Grupo de Operaciones de Comunicaciones de ITT como presidente y director ejecutivo de UST&T, y presidente de su mayor subsidiaria, ITT World Communications Inc. También es vicepresidente y director de grupo de la ITT Corporation.

Conmutación internacional de datos

ITT World Communications proporciona una completa gama de servicios para los abonados de los Estados Unidos y del extranjero. Todos los servicios están integrados entre sí, permitiendo a los usuarios elegir los que satisfacen mejor sus necesidades a un costo económico.

W. C. CRAGER

ITT World Communications Inc, Nueva York, EE.UU.

Introducción

La terminación, en 1961, del cable coaxial transatlántico entre los Estados Unidos y Europa señaló el principio de una revolución en la comunicación internacional de datos*. El crecimiento de la transmisión internacional de datos se ha visto favorecido en los últimos 20 años por una serie de importantes avances tecnológicos entre los que figuran el desarrollo del transistor y, más tarde, de los circuitos integrados, junto con el perfeccionamiento de la tecnología de los procesadores y el considerable aumento de la capacidad de almacenamiento basado en la microminiaturización. La exploración del espacio permitió aumentar la capacidad de los canales de comunicación en todo el mundo y se pudo disponer de mejores y más económicas instalaciones para la transmisión de datos. Es desarrollo tecnológico dio lugar a terminales más sofisticados y procesadores primarios (host) con una potencia de comunicación que aumentó el caudal de información.

ITT World Communications está a la cabeza en el desarrollo de sistemas de conmutación diseñados para satisfacer a la creciente solicitud de servicios de comunicación. Durante los últimos 15 años, ITT Worldcom ha introducido una gama de nuevos servicios y sistemas para poder responder a esta creciente demanda. Estos sistemas comprenden la Central Automática de Datos, la Central Automática de Retransmisión, el TIMETRAN** (télex con almacenamiento y reenvío), el DATABRIDGE**, el Sistema Universal de Transferencia de Datos, y el FAX-PAK** internacional, que incorporan los adelantos más importantes en la conmutación télex controlada por procesador. Este artículo expone y describe el desarrollo de las facilidades de conmutación de ITT Worldcom.

Central Automática de Datos

El primer sistema internacional de conmutación de datos que introdujo ITT Worldcom fue la Central Automática de Datos, sistema ADX** (en inglés Automatic Data Exchange), en 1965. En esencia, el ADX automatizó el servicio internacional de telegramas con la admisión de mensajes sin formatear de abonados*** de la red ITT Worldcom y de los clientes de los servicios télex de TWX y de Western Union. El sistema ADX convertía los mensajes sin formatear al formato estándar internacional y los enviaba a su destino. Este servicio podía cursar tanto los mensajes originados en los Estados Unidos como los procedentes de otros países.

* Información de la que usualmente también se deja copia, incluso en papel a veces.

** Marca registrada del sistema ITT.

*** Abonado de la red ITT Worldcom es el que dispone de un terminal en el área geográfica de una ciudad con central internacional, de acuerdo con la U.S. Communications Commission. Hasta 1980 ITT Worldcom tenía centrales de éstas en Nueva York, San Francisco, Washington, Miami y Etam. En 1980 el FCC ha autorizado otras 21 poblaciones.

Inicialmente el sistema ADX se basó en el control por una pareja de procesadores PDP-1, de los que había una primera versión por aquel entonces. Lo importante del servicio del ADX era que por primera vez se podía dirigir tráfico telegráfico automáticamente a todo el mundo. Antes, esto se hacía manualmente utilizando técnicas de cinta perforada cortada. Desde su introducción, el sistema original ha sido reemplazado por otro más potente con mayor capacidad de tráfico y de terminales de conexión, y más alta velocidad.

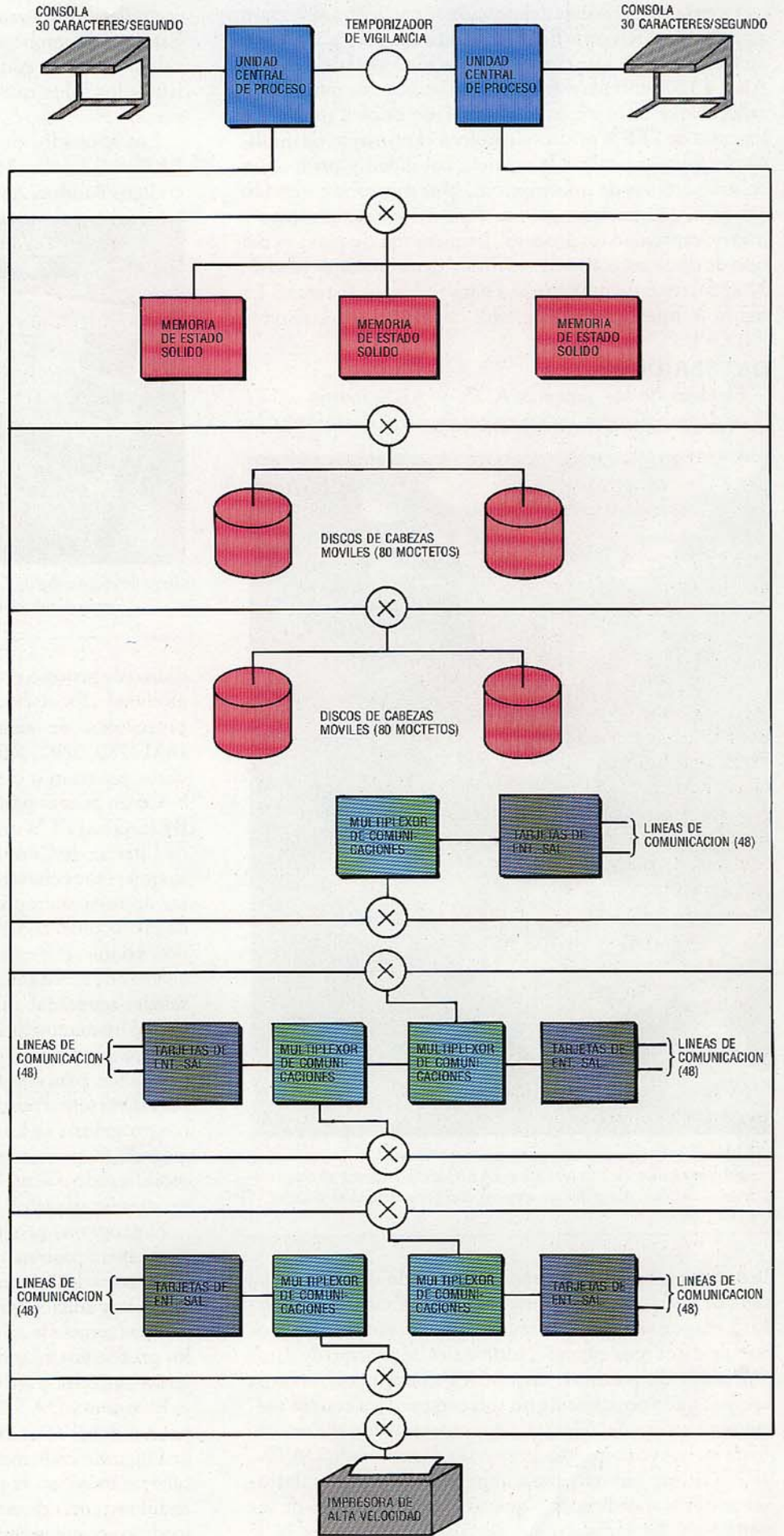
Central Automática de Retransmisión

En 1967 ITT Worldcom introdujo la Central Automática de Retransmisión ARX (en inglés Automatic Retransmission Exchange), que permitió a los abonados disponer de los servicios que puede prestar un sistema de conmutación con control por procesador a domicilio sin necesidad de invertir en el equipo. Por aquel entonces los procesadores estaban relegados generalmente a funciones administrativas y el coste de usarlos en conmutación era exorbitante. El sistema ARX introdujo así un nuevo concepto que mejoró la flexibilidad del servicio de alquiler de líneas a los abonados: recibía, almacenaba, conmutaba y transmitía mensajes originados en los locales de los usuarios por circuitos telegráficos nacionales o internacionales alquilados. En efecto, el ARX fue el primer sistema de conmutación de mensajes compartido por los usuarios y por primera vez puso las ventajas de la conmutación de datos al alcance de muchos usuarios pequeños de redes télex o similares.

Desde su concepción, el sistema ARX se ha estado perfeccionando hasta el punto de abarcar ahora una serie de centrales de conmutación de mensajes de líneas privadas que pueden trabajar con una gran variedad de líneas de baja velocidad y protocolos simples, así como cursar tráfico télex. El ARX admite mensajes de hasta 300 bit/s. Utilizando un interfaz de entrada puede dar servicio a líneas dedicadas o conexiones de red pública a velocidades de hasta 2400 bit/s.

Una vez especificado un formato de mensaje e introducido en el sistema ARX, éste rechaza todo mensaje que no se adapte a aquél. Al recibirse un mensaje, la central verifica el formato y acepta o rechaza el tráfico, notificándolo al abonado que lo originó. Los mensajes se encaminan utilizando un código alfanumérico de destino que tiene de dos a diez caracteres. Si no se puede entregar un mensaje inmediatamente, se repite el intento y se envía al abonado de origen una indicación de que no se ha entregado. Actualmente ITT Worldcom tiene en servicio cuatro sistemas ARX, los ARX III, IV, V y VI, en su centro de conmutación de Nueva York, con una capacidad de 960 entradas; estos cuatro sistemas son totalmente compatibles en cuanto a servicios y características.

Fig. 1 Diagrama de bloques de una central automática de retransmisión.



Ya en la etapa final de delineación se encuentra la versión actualizada ARX VII (Fig. 1), planificada para ponerse en servicio en 1980, que elevará la capacidad total del servicio ARX a 1200 entradas. Este sistema utiliza dos miniprocesadores que trabajan en configuración duplex (todos los sistemas de ITT Worldcom emplean el principio de duplicación para garantizar la máxima fiabilidad y protección contra pérdidas de información). Una memoria de estado sólido de 352 koctetos proporciona mayor rendimiento y mayor capacidad de proceso. La memoria de masa es del tipo de disco con cabezas móviles y tiene una capacidad de 320 Moctetos de información para todos los sistemas. La figura 1 muestra un diagrama de bloques del sistema ARX VII.

DATABRIDGE

El éxito de los sistemas ADX y ARX indujo a ITT Worldcom a planear unos mejores servicios de transmisión



El personal de operación vigila periódicamente el estado del sistema de la central automática de retransmisión (ARX) para asegurar el mantenimiento del elevado grado de servicio que proporciona el sistema.

de datos. Hubo que desarrollar un método que permitiera mezclar tráfico télex a 50 baudios con servicios de procesador a mayor velocidad diseñados para un entorno de proceso de datos (por ejemplo, terminales de proceso de datos y proceso de palabras, terminales inteligentes, y otros equipos que normalmente no son compatibles con los métodos de acceso del télex). La consecuencia fue el desarrollo de un nuevo concepto de interfaz denominado DATABRIDGE, un servicio que admite mensajes de instalaciones públicas o dedicadas y que adapta el contenido de los mensajes a las instalaciones de conmutación télex o de

mensajes, proporcionando la necesaria compatibilidad. Esto puede implicar la conversión de los protocolos, las velocidades, los códigos y el formato de los terminales sofisticados a los que admite el télex internacional, y viceversa.

Los abonados pueden acceder a los servicios DATABRIDGE a velocidades de hasta 4800 bit/s utilizando los códigos Baudot, ASCII, decimal en código binario exten-



Carga de una unidad de disco en el disco de cabezas móviles que actúa de memoria de masa en el sistema télex TIMETRAN.

dido o de proceso de palabras. Para permitir la máxima flexibilidad al usuario, este servicio es compatible con los protocolos de teleimpresor, IBM 2741 (asíncrono), IBM 2780, 3780, 3270, 6670 y 3370 (control de enlace de datos síncrono o binario síncrono).

Como primer paso en el desarrollo del servicio DATABRIDGE, ITT Worldcom produjo el sistema Procesador de Interfaz de Comunicaciones (CIPS) que está basado en los microprocesadores Micronova. Las funciones de interfaz de estos microprocesadores comprenden la conversión de protocolos, códigos y formatos y permiten a los abonados recibir información estadística. El sistema admite clientes de la red pública y proporciona también salida con señales adaptadas a la red pública. Dentro de esta línea se asignó un microprocesador a cada interfaz para usuarios de alto tráfico. Se diseñó una arquitectura modular de la programación para simplificar la conversión en los interfaces para diversos terminales. Desde el desarrollo de los primeros programas se ha simplificado mucho la posterior adición de nuevos terminales y procesadores (por ejemplo, modificando o actualizando las tablas o los módulos de los programas desarrollados).

El programa progresivo del DATABRIDGE ha hecho avanzar un paso más las condiciones de interfaz al añadir un procesador centralizado, con lo que se pueden hacer cambios y adiciones mediante actualización de tablas. Este programa tiene la misión de conseguir el interfaz de todos los protocolos estándar, mientras que la función del CIPS será el interfaz para condiciones especiales.

El sistema DATABRIDGE cuenta con una pareja de procesadores con 128 koctetos de memoria principal. Hay una memoria adicional de 67 Moctetos a base de discos de cabezas móviles. El papel del DATABRIDGE ha crecido en importancia durante el año pasado. ITT Worldcom introdujo un nuevo concepto en las comunicaciones interna-

cionales de los Estados Unidos cuando separó sus servicios télex*, reduciendo efectivamente el coste para los usuarios que podían acceder a las centrales de la compañía a través de sus propias instalaciones. Esto permitió el acceso a través de redes telefónicas conmutadas públicas o a través de la red nacional existente de Western Union (siempre que los usuarios pagaran el coste del acceso). Con estos métodos alternativos de acceso se obtienen velocidades más altas que con el método normal de acceso que utiliza la red de Western Union. Los equipos CIPS y DATABRIDGE permiten ahora a estos usuarios interconectarse con la red télex mundial existente.

* Esta separación está relacionada con el programa por el que un abonado al télex internacional tiene la opción de la tarifa reducida para transmisión télex si el abonado pone su propio terminal y paga el coste de la conexión nacional hasta el IRC (centro internacional de retransmisión). Esto será obligatorio a partir de mediados de 1980.

TIMETRAN

En 1978 se introdujo un nuevo servicio télex llamado TIMETRAN. Ha sido bien recibido y ya atiende alrededor del 10% de todo el tráfico télex que cursa el sistema ITT.

El TIMETRAN es un servicio télex con almacenamiento y reenvío pensado para ahorrar tiempo de operador y proporcionar a los usuarios la posibilidad de cursar su tráfico de mensajes con mayor eficacia. El acceso a este servicio puede hacerse a través del DATABRIDGE; los abonados télex y TWX pueden acceder directamente utilizando un código especial. El TIMETRAN, como los demás servicios de ITT Worldcom, utiliza una pareja de procesadores. En la figura 2 se muestra la arquitectura de este sistema. Los mensajes al centro de conmutación TIMETRAN controlado por procesador pueden enviarse uno a uno o en grupos. El centro TIMETRAN acusa recibo del

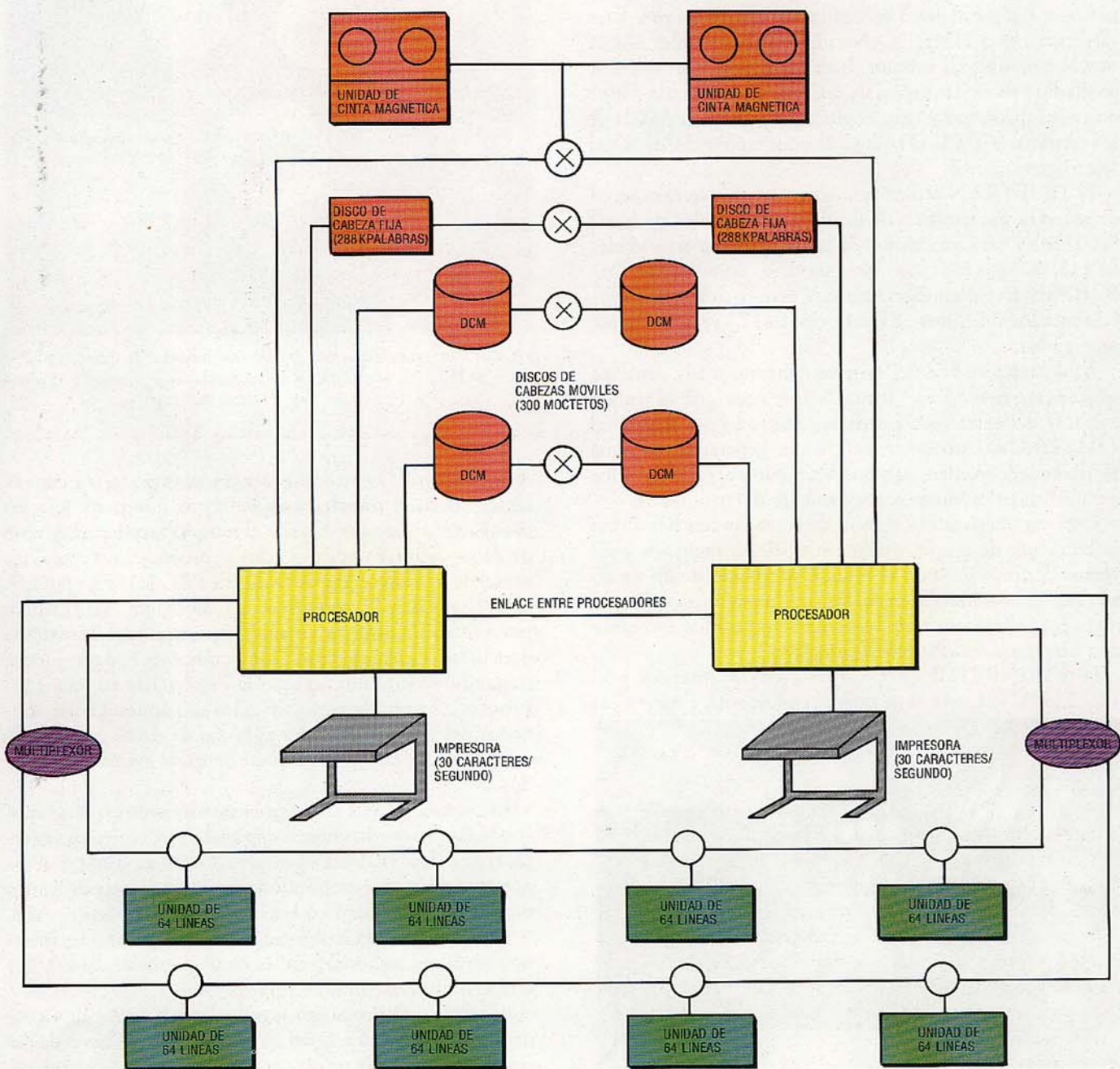


Fig. 2 Diagrama de bloques del sistema télex TIMETRAN con almacenamiento y reenvío.

mensaje a enviar y, después de que el abonado se ha desconectado, inicia el establecimiento de la conexión con el extranjero y transmite el mensaje. El TIMETRAN hace luego una rellamada al operador, indica que se ha enviado el mensaje y da la hora de la transmisión.

A cada mensaje se le asigna un número secuencial de referencia. Si no puede completarse la transmisión en el primer intento, el centro continúa intentando a intervalos regulares establecer una conexión y transmitir el mensaje. Si no se ha producido la entrega a la mañana siguiente, se envía automáticamente al remitente un aviso de que no se ha entregado el mensaje. Opcionalmente el TIMETRAN puede encaminar los mensajes por cable internacional en un momento especificado, si no ha sido posible completar la transmisión télex.

Inicialmente el tráfico al TIMETRAN llegaba a través de la central télex de ITT Worldcom a 50 baudios usando el código Baudot. Después, se habilitaron accesos especiales para que los abonados TWX pudieran enviar los mensajes directamente al TIMETRAN utilizando terminales ASCII de 100 palabras por minuto. Para permitir el tráfico TWX se añadió una tarjeta especial (una tarjeta de entrada-salida con microprocesador) que traduce los caracteres ASCII de los terminales TWX al código Baudot empleado en la red télex internacional.

El TIMETRAN utiliza actualmente esta tarjeta especial de interfaz para tráfico dedicado a velocidades de hasta 9600 bit/s y para conexiones de la red pública a velocidades de 110, 300 y 1200 bit/s. Este servicio, como el DATA-BRIDGE, ha sido importante para proporcionar un interfaz entre los abonados a los servicios de ITT recientemente segregados.

Una característica del sistema permite a los usuarios seleccionar el servicio "Insure", que hace que el tráfico entrante del extranjero pueda ser admitido por la central TIMETRAN. Estos mensajes pueden retenerse hasta que el cliente pide su entrega, o pueden pasarse al terminal télex del cliente en momentos previamente determinados.

Otra característica es el multidireccionamiento o direccionamiento de grupo, que permite dirigir mensajes a diversos destinos de todo el mundo partiendo de un único mensaje de entrada. Además, el usuario puede modificar el texto para adaptarlo a un destinatario específico mediante una característica de texto alternativo.

Hoy día el TIMETRAN I está en explotación y el TIMETRAN II, que tiene mejor rendimiento y mayor ca-



Centro de control ITT Worldcom de conmutación télex.

pacidad de almacenamiento, está programado para su introducción en agosto 1980. Este último sistema emplea memoria de estado sólido en lugar de los discos de cabezas fijas, junto con discos de cabezas móviles de 300 Mccetos. Entretanto, han empezado a planificarse más avanzados sistemas TIMETRAN con varios procesadores y con nuevo equipo de conmutación y proceso de mayor velocidad.

Los sistemas actuales TIMETRAN I y II dan a ITT Worldcom una capacidad de 1024 conexiones de abonados.

Sistema Universal de Transferencia de Datos

En 1977 ITT Worldcom reconoció las ventajas que se obtendrían de la conmutación de paquetes, que es la tendencia futura en transmisión de datos en los Estados Uni-

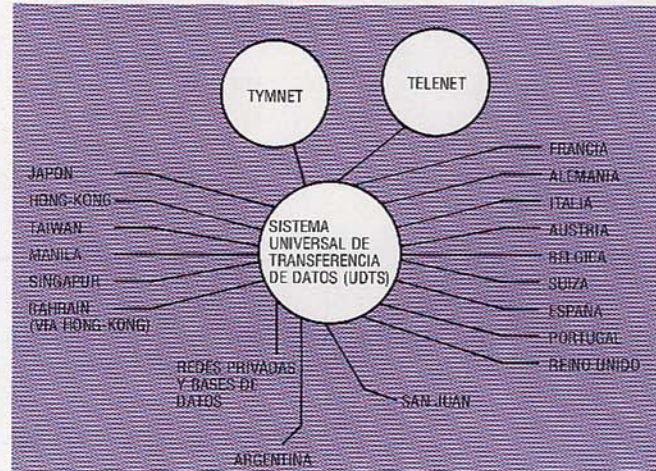


Fig. 3 Configuración actual del sistema universal de transferencia de datos de ITT, que permite a los abonados de todo el mundo acceder a cualquier base de datos asociada.

dos y Europa. Como consecuencia, se introdujo un nuevo concepto en la transferencia de datos que permite a los usuarios autorizados de todo el mundo acceder a las bases de datos de los Estados Unidos a través del Sistema Universal de Transferencia de Datos de ITT (UDTS, en inglés Universal Data Transfer System). El sistema UDTS proporcionará finalmente un nodo internacional de entrada para datos y mensajes con y sin conmutación de paquetes, haciendo en este último caso la conversión en paquetes. Proporciona interfaces sofisticados de paquetes entre abonados del extranjero, redes públicas de datos y el mundo de comunicaciones y proceso de datos de los Estados Unidos.

El sistema UDTS está siendo introducido en dos fases, con la fase I actualmente en explotación y el sistema avanzado de la fase II ahora en desarrollo. En su configuración presente el sistema proporciona servicios de base de datos a puntos del extranjero en Europa y Oriente Medio, Asia, América del Sur, el Caribe y el Pacífico, realizando el interfaz con la red nacional pública de paquetes de los Estados Unidos, como se indica en la figura 3.

El servicio de acceso a bases de datos permite a un abonado del extranjero acceder a cualquiera de las bases de datos disponibles a fin de obtener información en campos específicos; por ejemplo, hay bases de datos médicos relati-

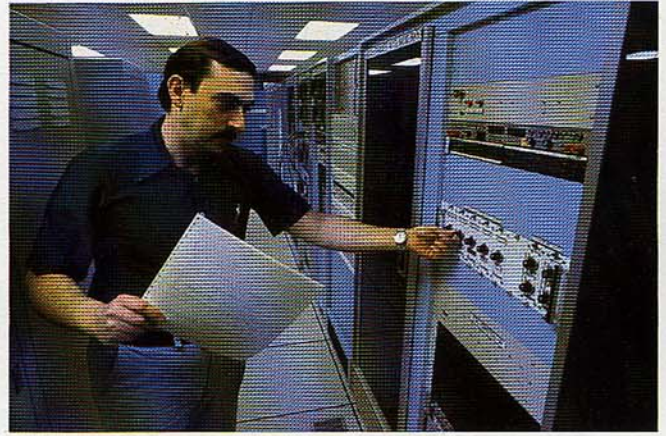
vos a una serie de temas de la medicina, incluyendo el cáncer, la epilepsia y la planificación de la salud.

Existen también bases de datos de ingeniería (química, eléctrica, petrolera) y en el campo financiero. Parece haber en todo el mundo una creciente necesidad del tipo de información que contienen estas bases de datos, y el UDTS permite el acceso a la misma. Aunque la mayor parte de estas bases de datos se encuentran ahora en los Estados Unidos, se están formando bases de datos privadas y públicas en otros países de todo el mundo. Algunos usuarios se conectan a sus propias bases de datos privadas por el sistema de grupos cerrados de usuarios (es decir, sólo los abonados a la base de datos tienen acceso a ella). Esto es también así para las bases de datos de compañías comerciales de proceso de datos o de tiempo compartido que están conectadas a la red.

Muy recientemente ITT Worldcom ha conectado usuarios de télex de todo el mundo al UDTS para darles la posibilidad de acceder a estas bases de datos aun cuando no haya en el país de origen ningún nodo de conmutación local capaz de permitir el acceso a alta velocidad al UDTS. Este servicio, denominado Infotex, ha crecido ampliamente, hasta el punto de que ahora da muchos miles de minutos de utilización por semana.

Con la introducción del UDTS avanzado los clientes de ITT Worldcom podrán transmitir datos desde un procesador primario a otro, así como de terminal a terminal y del terminal al procesador primario. Los terminales pueden conectarse directamente al UDTS o a otras redes conmutadas, con valor añadido*, de tiempo compartido o privadas. El acceso se obtiene a través de líneas dedicadas privadas o de instalaciones públicas de conmutación.

El encaminamiento de los datos que se transmiten se hará en modo virtual** por conmutación de paquetes, in-



Un ingeniero de mantenimiento verifica el indicador de estado del sistema en el equipo del sistema universal de transferencia de datos.

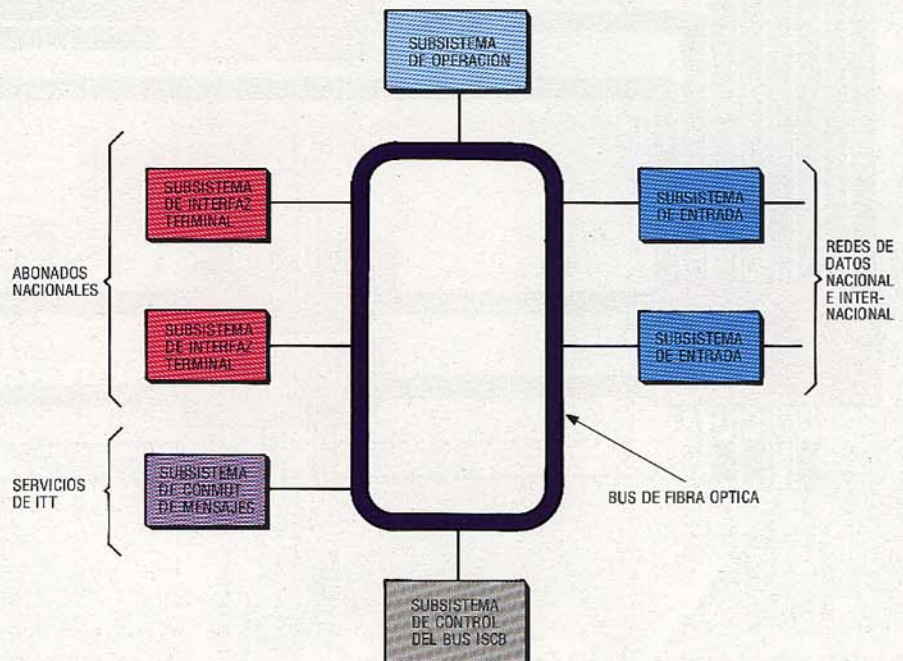
cluyendo cada envío un proceso de establecimiento de llamada, transmisión de paquetes de datos, detección y corrección de errores, acuse de recibo y conexión de la comunicación. La red podrá establecer conexiones por canales virtuales tanto para los datos de entrada como para los de salida.

Esta red cumplirá la Recomendación X.25 del CCITT para redes públicas de datos de estructura en bandas, así como la Recomendación X.75 del CCITT para la interconexión de estas redes. Las llamadas de conexión con otras redes se realizarán con control síncrono del enlace de datos (SDLC, en inglés, synchronous data link control) y síncrono binario (Bisync, en inglés binary synchronous) de IBM. Los terminales de los clientes dispondrán, además, de características de ensamble y desensamble de paquetes (PAD, en inglés packet assembly/disassembly), según las necesidades.

Los usuarios del UDTS podrán disponer de características de almacenamiento y reenvío además de los diversos métodos de entrega de los servicios de mensajes a baja velocidad de ITT, como el TIMETRAN y el ARX. La red estará también preparada para efectuar conexiones con

* Red con valor añadido es una red de una compañía de comunicaciones que utiliza normalmente instalaciones de transmisión en alquiler, a la que se añade un valor dotándola de características tales como comprobación de errores, encaminamiento, conversión de compatibilidad u otras.
 ** La facilidad de transmisión aparecerá al usuario como alquilada, aunque en realidad se comparte (división de tiempo) con otros usuarios dando así una conexión de tiempo total aparente.

Fig. 4 Esquema del sistema universal de transferencia de datos avanzado, basado en técnicas de multiproceso.



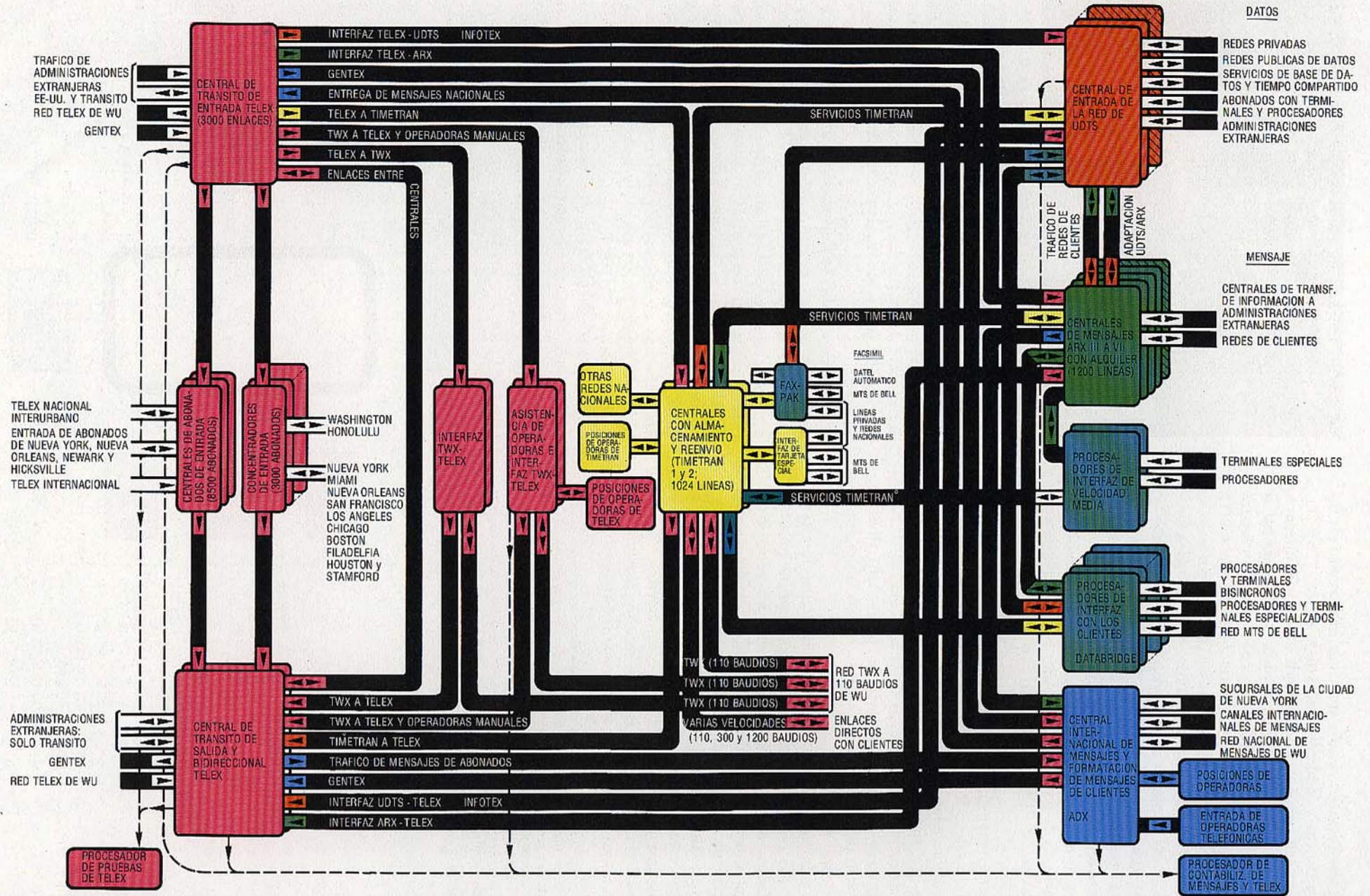


Fig. 5 Vista de conjunto de los servicios de ITT World Communications que muestra cómo están todos integrados entre sí para proporcionar a los usuarios el servicio más flexible y más económico posible.

grupos cerrados de usuarios, permitir conferencias de terminales y ofrecer diversos esquemas de direccionamiento.

Cuando se introduzca, el sistema avanzado será uno de los sistemas más potentes de conmutación de paquetes jamás diseñados. Tendrá una configuración de procesadores múltiple y cada uno de éstos realizará tareas específicas. Estos procesadores estarán interconectados por un bus de fibra óptica controlado por otro procesador.

La figura 4 presenta la organización del sistema multiprocesador. Cada bloque representa un sistema de dos procesadores que trabajan en reserva activa. Los sistemas de entrada interconectan con las redes nacional e internacional y proporcionan la interconexión primaria con todo el mundo. El sistema de interfaz terminal permite la interconexión con los terminales de abonados, procesadores primarios o redes de ITT Worldcom. El subsistema de operación proporciona información de control de la operación, incluyendo información de facturación, estadísticas de estado del sistema y de tráfico. El subsistema de control del bus controla las relaciones mutuas entre los subsistemas a través del bus principal de fibra óptica. El subsistema de mensajes es un sistema de seguimiento que permitirá la transmisión con almacenamiento y reenvío.

FAXPAK

Ya en 1975 ITT advirtió la existencia de un mercado potencial para otro campo de las comunicaciones, el facsímil. Se constituyó el Sistema Nacional de Transmisión de ITT (DTS, en inglés Domestic Transmission System), que ha desarrollado un sistema de almacenamiento y reenvío con control por procesador, basado en la conmutación de paquetes, a fin de ofrecer el servicio FAXPAK.

Uno de los principales problemas planteados a los usuarios de máquinas de facsímil es que la falta de normalización había hecho hasta ahora imposible la transmisión de información entre una amplia gama de terminales que usan diferentes protocolos, diferentes velocidades de transmisión, diferentes formatos, etc. FAXPAK fue la primera red que logró con éxito la interconexión entre estos terminales de facsímil incompatibles, mediante conversión automática [1].

Este servicio se prestará a otros países a través del Nodo Internacional FAXPAK de ITT World Communications. El sistema FAXPAK consiste en dos miniordenadores de 16 bits Mod-Comp IV/35 equipados con una memoria principal de 1 Mocteto. El subsistema clave en su funcionamiento es el preprocesador que conecta con diferentes terminales de abonados realizando funciones tales como conversión, compresión y ensamble y desensamble de paquetes. Para establecer la comunicación acepta información de un teclado telefónico multifrecuencia. Responde con una indicación impresa o acústica de disponible.

La conversión de compatibilidad no solamente permite a las máquinas intercambiar los procedimientos adecuados de transferencia, sino que también compensa las diferencias en las velocidades de los tambores, resolución y hasta tipo de modulación. Los terminales de datos pueden también comunicarse con máquinas de facsímil mediante este concepto único de compatibilidad.

El sistema procesador principal efectúa toda la gama de operaciones de conmutación del sistema incluso encami-

namiento, transmisión, conmutación de paquetes, facturación, ayudas a operadora, búsqueda de información y estadística. Además de los procesadores principales, los subsistemas periféricos incluyen:

- Disco de cabeza móvil (200 Moctetos) que pueden almacenar unos 8000 mensajes facsímil. La capacidad total permite hasta cuatro discos para almacenamiento intermedio de datos,
- Unidades de cinta magnética (1600 bits por pulgada) de las que cada sistema equipa tres, para almacenamiento masivo a largo plazo a fin de conservar mensajes de abonado, mantener información de facturación y conservar datos estadísticos.
- Consola de operadora, que permite a los abonados la obtención de información de operación y recibir consejos si ocurren problemas no previstos.

Conclusiones

Todos los servicios descritos en este artículo, así como la función de conmutación télex, están totalmente integrados. Como puede verse en la figura 5, todos los sistemas se interconectan o se interconectarán para proporcionar los servicios más flexibles posibles.

Es base a estos servicios, ITT puede proporcionar a los usuarios los más avanzados servicios y facilidades de conmutación de datos. Los servicios existentes se han adaptado y los nuevos se han integrado en esta amplia gama de posibilidades. El resultado es que los abonados de ITT pueden interconectar y entremezclar diversos equipos y características, desde dispositivos básicos de aplicación en télex a terminales de datos, utilizando las más modernas tecnologías de redes.

Esta compatibilidad se extenderá a los niveles nacional e internacional para dar a los abonados de ITT el mayor número de servicios con una eficacia óptima de coste. ITT Worldcom continuará promoviendo nuevos servicios tales como el Teletex y otros que aparecen en el horizonte, utilizando técnicas de equipos y programación a nivel actualizado de la tecnología. La integración de estos servicios seguirá siendo clave para ofrecer estas facilidades, de forma que los usuarios de ITT de todo el mundo tendrán a su disposición un servicio flexible y de elevada calidad.

Referencia

- [1] T. Murawski: Servicio FAXPAK de transmisión de facsímil con almacenamiento y reenvío: Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 3, págs. 272-276.

William C. Crager Jr. nació en 1933 en Brooklyn, Nueva York. Estudió ingeniería eléctrica en el Pratt Institute donde se graduó, obteniendo más tarde el título de "master" en ingeniería de Administración por el C. W. Post College de Nueva York. El Sr. Crager entró en ITT en 1960 y ha pasado por varios puestos en el sistema ITT, entre los que están los de ingeniero jefe y director de desarrollo de productos para la División de Equipos y Sistemas de Datos de ITT. Ha tenido un papel clave en el desarrollo de una red de procesadores para servicio de datos y facsímil, que permite el intercambio de información entre terminales normalmente incompatibles.

Durante algún tiempo el Sr. Crager ha sido vicepresidente de ITT Domestic Transmission System Inc antes de ocupar su actual puesto de Vicepresidente Delegado y Director Delegado de ingeniería de ITT World Communications Inc.

Red de conmutación tándem digital de ITT USTS

Inaugurada en 1978, esta sofisticada red de conmutación da acceso a los abonados a un sistema de conmutación interestatal a un coste entre el 15 y el 40% por debajo del que cargan las compañías públicas clásicas. Elementos principales del sistema son el centro de gestión de la red, que ejerce el control centralizado de toda la red, y la central tándem digital, que permite la conmutación digital sin bloqueo.

R. J. GIBBS

ITT United States Transmission Systems Inc, Nueva York, EE.UU.

Introducción

La red de conmutación tándem digital de ITT United States Transmission Systems, que conecta todos los puntos del territorio continental de los Estados Unidos, entró en servicio en el tercer trimestre de 1978. Esta red permite el acceso de sus abonados a una red de conmutación interestatal con unas tarifas considerablemente inferiores a las que aplican las compañías públicas clásicas. En junio de 1980 se ha establecido el servicio para el interior de cada estado. Un elemento clave de la red es la central tándem digital (DTS, en inglés Digital Tandem Switch), que permite la conmutación digital sin bloqueo, la obtención de estadísticas en tiempo real de la utilización del sistema, y la tarificación detallada por llamada. El funcionamiento de la red está controlado por un centro de gestión de la red, diseñado y construido por ITT, que ofrece un grado sin precedentes de supervisión de la red, control en tiempo real y eficacia global con calidad de funcionamiento.

Red de DTS's de ITT USTS

La red de conmutación de ITT USTS da servicio al territorio continental de los Estados Unidos con centrales de conmutación situadas en Nueva York, Atlanta, Chicago, Cleveland, Dallas, Los Angeles y Memphis. Estas centrales están conectadas al centro de gestión de la red (NMC, en inglés Network Management Center) de Nueva York, que realiza la necesaria supervisión administrativa y de diagnóstico del funcionamiento de la red. Cada central puede conectarse a todas las demás mediante enlaces calculados para obtener un grado de servicio P. 1 (una llamada bloqueada en 1000 intentos). Los abonados están conectados a su central por líneas de acceso local, calculadas normalmente para un grado de servicio P. 2-5 (dos a cinco llamadas bloqueadas en 1000 intentos) a petición del cliente.

Actualmente se ofrecen tres tipos de servicios conmutados a los usuarios. El primero es el CITY CALL* una alternativa de larga distancia de acceso y salida compartidas. El segundo es el servicio de red privada conmutada (SPNS, en inglés Switched Private Network Services), que es un servicio de acceso especializado basado en el grado de utilización; se factura al cliente cada llamada según la duración y la distancia, lo que permite que una compañía con dependencias en distintas poblaciones pueda disponer de una red de comunicaciones a menor coste que si instalara líneas privadas para interconectar esas dependencias. ITT USTS proporciona los enlaces entre centrales y el equipo de conmutación, mientras que las facilidades especializadas del cliente se limitan a las líneas locales de acceso. El

tercer servicio SPNS - Plus combina los dos anteriores cursando las llamadas desde y hacia los usuarios exteriores a esta red.

Uno de los principales objetivos de ITT USTS es ofrecer redes de servicios privadas y baratas de acuerdo con la autorización concedida por la Federal Communications Commission de los Estados Unidos al final de la década de los 60. La intención de la Comisión era poner al alcance del público servicios que no ofrecían las compañías públicas de comunicaciones usuales, tales como la tarificación deta-



Central tándem digital.

llada por llamada, redes de datos y voz según especificación del cliente, encaminamiento según la hora, y llamadas a 7 cifras dentro de la red y a 10 cifras fuera de la red.

Al principio ITT realizó un estudio para determinar los ahorros que podrían conseguirse si creara su propia red corporativa privada. El estudio reveló que ITT podía sacar provecho de los cambios habidos en las normas de la FCC, no sólo creando su propia red, sino también actuando como una compañía pública de comunicaciones especializada. Sobre esta base se fundó United States Transmission Systems Inc. Entonces empezó el desarrollo de la red de

* Marca de servicio del sistema ITT

USTS con la intención de ofrecer a sus usuarios una red alternativa a menor coste para la comunicación telefónica entre estados.

Desde el punto de vista del usuario, la red de USTS funciona de la misma forma que la red conmutada pública que explota el Bell System. Sólo tiene que marcar un código de una cifra (normalmente un 8), lo que permite al grupo local establecer una conexión con la red de USTS. A continuación, la central de conmutación correspondiente envía tono de marcar y admite cifras marcadas con disco o con teclado. Se utiliza un código de siete cifras para establecer una conexión con cualquier destino dentro de la red de USTS; las llamadas fuera de la red precisan que se marque,

y más de 200 abonados comerciales en 103 ciudades de todos los Estados Unidos.

Características del sistema

Se ha dotado a las ofertas de servicios de cierto número de características con el fin de que sean una alternativa atractiva para la red pública de larga distancia. Además, se han incorporado sofisticadas facilidades de mantenimiento.

El servicio de línea directa permite a un abonado alcanzar un destino predeterminado levantando el microteléfono de un aparato sin dispositivo de selección, o conse-

Centro de gestión de la red ITT USTS. Las centrales de la red que sirven a los Estados Unidos continentales se conectan a este centro, que es el responsable del diagnóstico y supervisión administrativa de la red de operadora. Como resultado de esta filosofía de control, las centrales no necesitan dotación humana en ningún momento.



además, el código de área normal de Bell. La central que atiende la llamada cuenta con todas las tablas de rutas necesarias para encaminarla a su destino final utilizando una filosofía basada en seguir la ruta de menor coste. Las llamadas fuera de la red pero dentro de la central y del código de área locales, pueden cursarse normalmente por la PABX de origen directamente, sin acceder al sistema de DTS's.

Cada central tándem verifica internamente todos los números marcados para determinar su validez. Se comprueba la autorización de las clases de llamadas y se emplean grabadores de interceptación cuando no puede completarse una llamada. Se recogen datos de todas las llamadas y se mantienen estadísticas de utilización de enlaces para proporcionar información completa para la gestión de la red.

Aunque la intención original era dar servicio a las compañías de ITT, éste se extendió inmediatamente a otros abonados que necesitaban redes de tamaño pequeño a medio. Estas compañías se caracterizaban por tener varias dependencias en más de un estado. Actualmente la red SPNX y SPNS-Plus da servicio a más de 175 dependencias de ITT

guir acceso a la red marcando un código de acceso local preestablecido en su PBX. Las tablas de encaminamiento para el establecimiento de la conexión son programables.

El servicio de conferencia permite a un abonado celebrar una conferencia con un máximo de cuatro corresponsales más en la red utilizando sólo su aparato telefónico normal. La conferencia se consigue en la central asignando a todos los participantes el mismo intervalo de tiempo, eliminando así la necesidad de circuitos de conferencia exteriores.

Las restricciones de grupos de enlaces son otro servicio posible que permite evitar la conexión de cualquier grupo de enlaces con otros grupos predeterminados, o su acceso a códigos de área preestablecidos o a códigos de destino determinados.

La facturación por código de proyecto permite a un abonado añadir un código único de cuatro cifras después de marcar el número del abonado llamado con objeto de que el importe de la llamada se cargue a un código de proyecto predeterminado. Puede programarse esta característica para permitir o prohibir el establecimiento de la llamada si

no se marca el código, pero no sirve como código de autorización.

La *marcación abreviada* permite que un abonado llame a otros haciendo uso de un plan de numeración de cuatro cifras establecido específicamente para su red. La primera cifra de las cuatro debe ser un 1, que es indicación de marcación especial.

El *encaminamiento adaptable* puede introducirse en las tablas de rutas de la programación para permitir que una llamada que ha progresado hasta las líneas de acceso al abonado llamado y que ha encontrado todas las líneas ocupadas, se busque el número del abonado llamado en la red pública y se encamine la llamada por esta red. Cuando se emplea esta característica, virtualmente todas las llamadas se completan. Puede limitarse a la central de destino o puede aplicarse en todas las centrales tándem.

El *encaminamiento según la hora* puede introducirse en las tablas de rutas de programación de manera que las rutas de las llamadas se cambian dinámicamente según la hora del día. Por ejemplo, pueden usarse enlaces libres (digamos, de Nueva York a Los Angeles y de Los Angeles a Dallas) para las llamadas que se dirijan de Nueva York a Dallas en las horas de la mañana. Cuando crece el tráfico con Los Angeles las tablas de rutas restablecen el encaminamiento directo.

Las *pruebas rutinarias automáticas de enlaces* constituyen una característica de mantenimiento que permite que en una central se ponga un enlace fuera de servicio, se envíe un tono de prueba y se comprueben en la central de destino los umbrales de nivel y ruido especificados. Si los parámetros están fuera de los límites predeterminados, se pone al enlace en condición de ocupado y se da una alarma para el personal de mantenimiento. Las pruebas rutinarias se realizan en los períodos de poco tráfico, de modo que no se deteriore el grado de servicio esperado, pero está disponible constantemente como subrutina de interrupción de mantenimiento en la programación.

Centro de gestión de la red

El centro de gestión de la red proporciona control centralizado para toda la red, que es una característica exclusiva de la red de DTS's de USTS. Una gran ventaja de esta solución es el menor coste de operación, ya que elimina la necesidad de tener personal las 24 horas del día en las otras centrales. Durante parte del turno de tarde y todo el turno de noche las centrales distantes funcionan a pleno rendimiento, pero sin personal, estando su funcionamiento vigilado y controlado por el personal del centro de gestión de la red.

Básicamente, el centro de gestión de la red consiste en un procesador de mensajes interactivo, instalado en la central de Nueva York, que se comunica con cada una de las demás centrales de la red mediante líneas dedicadas de datos. Desde cada central de la red se envían al centro estadísticas de tráfico, alarmas, información sobre el estado de la central y datos registrados sobre las llamadas. Por su parte, el centro envía a cada central información de actualización de tablas, instrucciones de control de funcionamiento y peticiones de informes.

Las centrales están conectadas al centro de gestión de la red mediante circuitos de datos de 2400 bit/s. Estos pueden conseguirse de diversas formas, como líneas alquiladas, circuitos de microondas o enlaces por satélite. El protocolo de comunicaciones debe tener en cuenta esta variedad de tipos de línea y los correspondientes retardos de propagación y tasas de errores en la retransmisión de bitios. Un circuito es también capaz de permitir la transmisión de datos binarios entre la central y el centro de gestión de la red (es decir, no es sensible a más disposiciones específicas de los bitios en el texto de los bloques de transmisión).

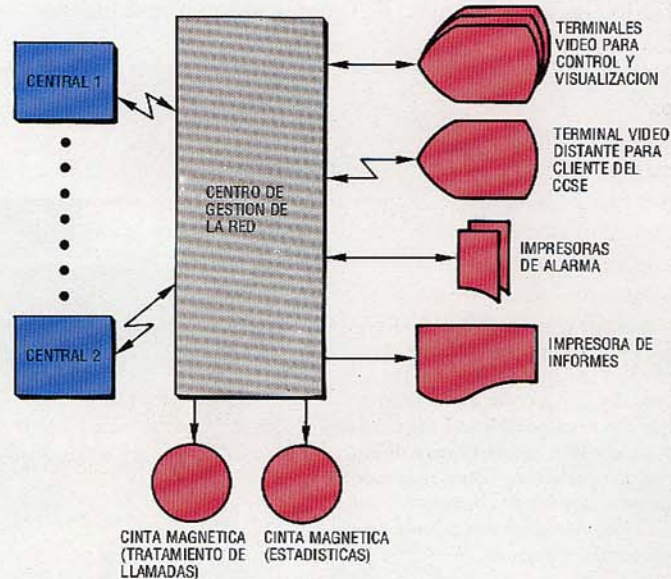


Fig. 1 Diagrama del centro de gestión de la red, que muestra cómo se obtiene la centralización de operaciones para varias centrales que funcionan así desatendidas.

El centro de gestión de la red puede arrancar procesos en las centrales y recibir las respuestas generadas. Además de permitir la petición de informes y datos en video, el control de configuración de la red (actualización de tablas) y procesos de seguimiento de llamadas, este equipo también ofrece los medios para activar el control de configuración, el control del tráfico y los procesos de diagnóstico en cada central. Son necesarios dos métodos: uno posibilita el envío de cualquier orden a cualquier central y la recepción de la respuesta; el otro permite el control selectivo de los programas de diagnóstico en el procesador de informes, lo que implica un modo conversacional de operación entre un operario de mantenimiento en el centro de gestión de la red y los programas de diagnóstico en la central seleccionada.

En la figura 1 se muestra el principio de funcionamiento del centro de gestión de la red. Las centrales se conectan a éste mediante módems a donde llegan las órdenes enviadas a una central y de donde se envían las respuestas a esas órdenes, informes estadísticos, informes de estado y datos de las llamadas al centro de gestión. El centro incluye unidades de presentación visual (VDU) e impresoras de línea para informes visuales y escritos. La información del estado de la red aparece continuamente en los terminales de video y se actualiza cada 10 segundos. La información sobre el estado de una central debe elegirse expresamente para que aparezca en pantalla.

Las impresoras de alarmas urgentes y no urgentes reciben las alarmas específicas desde las centrales. Las unidades de presentación proporcionan al personal del centro de gestión de la red los medios de visualizar la información, controlar la red y diagnosticar los fallos del equipo de las centrales.

Central tándem digital

Considerando la inmensa complejidad de una red de conmutación grande, parece claro que su explotación bajo el control de procesadores debe significar una gran mejora. Durante muchos años los ingenieros han estado trabajando con la meta de aplicar las técnicas de la electrónica y los procesadores a los problemas de conmutación. En los últimos años esta investigación ha dado su fruto y varios países están ahora introduciendo sistemas de conmutación controlados por procesadores (digitales). Parece probable que, a medida que la transmisión de datos por líneas de redes públicas de conmutación se hace cada vez más normal, las centrales controladas por procesadores capaces de conmutar líneas de datos y de voz entrarán a formar parte de muchas redes de comunicación.

La característica de una central tándem digital de añadir mejores facilidades al servicio telefónico básico la convierte en uno de los dispositivos más importantes desarrollados en los últimos años. Creación original de Collins Radio, la DTS se ha modificado considerablemente para satisfacer las exigentes especificaciones de ITT USTS. Las avanzadas características de la actual DTS la hacen ideal para el uso de los abonados de ITT. La central digital original estaba prevista para sistemas telefónicos comerciales privados y fue diseñada para trabajar en redes conmutadas privadas a nivel de PABX. Los ingenieros de ITT USTS, trabajando en colaboración con el personal técnico del fabricante, añadieron una serie de características, perfeccionando así el sistema para que pudiera ser usado por las compañías públicas de telecomunicación.

Entre las nuevas características figura el funcionamiento durante 24 horas al día en lugar de tener interrupciones en el uso (por ejemplo para mantenimiento); suministros de fuerza duplicados; mejores mantenibilidad y fiabilidad; mejor supervisión a distancia por interacción entre centrales; indicaciones de alarma más completas; avanzada compatibilidad de protocolo para admitir la señalización multifrecuencia de una sola banda además de los impulsos de disco y la multifrecuencia de dos bandas; y una amplia variedad de nuevos servicios para los abonados.

La DTS es una central de 1500 terminales de conexión sin bloqueo interno, que puede cursar hasta 14.400 llamadas en la hora cargada. Cada DTS puede cursar hasta cuatro llamadas por segundo durante los picos de tráfico y ha sido sometida a pruebas de hasta seis llamadas por segundo. El corazón de la DTS lo constituyen dos procesadores PDP 11/35 que funcionan como unidades de control dobles. Durante el funcionamiento normal un procesador trabaja en línea para atender a las llamadas y el otro actúa como procesador de informes. Este último recoge y trata datos necesarios para los informes administrativos y supervisa continuamente el estado del procesador de llamadas. Si éste falla, el procesador de informes se hace cargo de sus funciones; si falla el procesador de informes, el de llama-

das sigue trabajando normalmente y se pierden las funciones administrativas.

La figura 2 es un diagrama de bloques simplificado de una central tándem digital estándar. Los enlaces telefónicos de entrada y salida se conectan a las unidades de grupo de canales (CBU's, en inglés channel bank units) y al conmutador digital de estado sólido controlado por procesador. Cada unidad de grupo de canales conecta 24 líneas de voz (líneas telefónicas llegada/salida o equipo de servicios de voz) al conmutador digital. Las CBU's convierten la información analógica de la voz en muestras digitales de ésta (y viceversa) para su proceso por el conmutador digital. El interfaz de cada CBU con el conmutador digital es un flujo de bits en serie a 1544 Mbit/s que contiene una muestra digitalizada de cada una de las 24 líneas y que se repite a intervalos de 125 μ s. El formato de estas muestras es idéntico al de una línea T1 con muestreo D2/D3 según se utiliza en la red pública conmutada.

El conmutador digital (niveles de conmutación más bus de conmutación) proporciona las vías de interconexión entre CBU's. Tiene accesibilidad total, sin bloqueo, y su capacidad máxima es de 1440 canales de voz. Las vías de interconexión se consiguen mediante canales de multiplex por división en el tiempo controlados por memorias de intervalos de tiempo cargadas por el controlador programable. El conmutador tiene una estructura modular, siendo el incremento modular básico un nivel de conmutación que atiende a una CBU (24 líneas de frecuencia vocal).

El equipo de servicios de voz comprende equipos auxiliares tales como generadores de tono, interruptores, y un

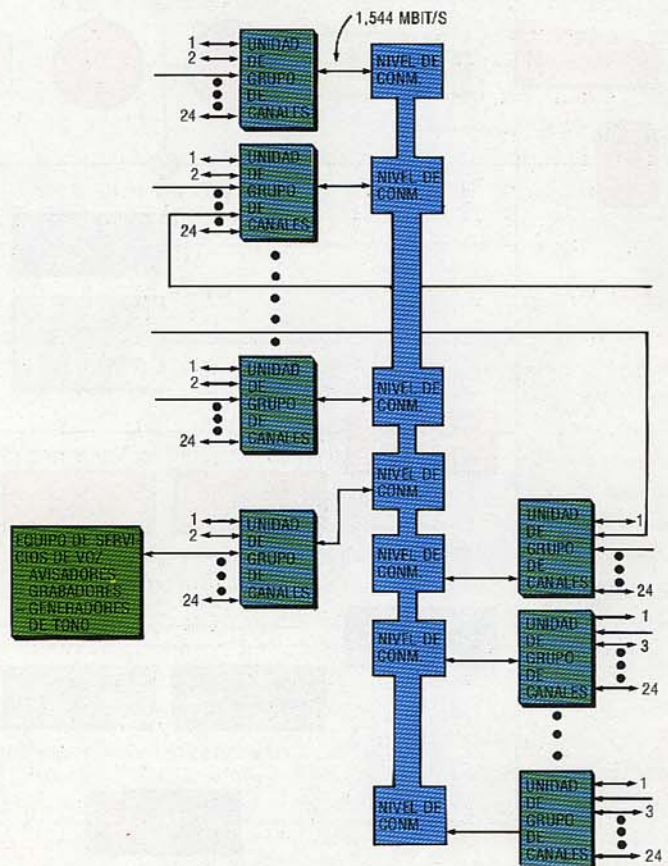


Fig. 2 Diagrama de bloques de una central tándem digital estándar. El número máximo de canales de voz es 1.440.

avisador de intercepción. Los generadores de tono y los interruptores proporcionan al abonado que llama información audible sobre el progreso de la comunicación, incluyendo el tono de ocupación de todos los enlaces, el tono de aviso de llamada interurbana y el tono de facturación de llamadas por proyecto. Todo el equipo de servicios de voz está duplicado de manera que, si falla una unidad, la de reserva se hace cargo inmediatamente de sus funciones.

El avisador de interrupción es un interceptador con 12 canales de aviso, cada uno de los cuales se conecta a un terminal del conmutador. Cada aviso tiene una duración máxima de 12 segundos. Un conmutador estándar tiene dos avisos básicos:

- Aviso de marcación incorrecta, que se usa cuando un abonado intenta marcar una secuencia incorrecta de cifras o un código de abonado inexistente o eliminado.
 - Aviso de violación de clase de servicio, que se emplea cuando un abonado intenta hacer una llamada que no corresponde a la clase de servicio que tiene asignada.
- Cada aviso ha sido previsto con redundancia grabándolo en más de uno de los 12 canales disponibles.

Control de la central tándem digital

Cada uno de los conmutadores digitales de una central cuenta con un panel de control que lleva incorporadas lámparas de supervisión de estado. Junto con las alarmas de los procesadores, proporcionan al personal local de operación información sobre el estado de los procesadores (Fig. 3).

Las unidades emisoras de tono (TTU's, en inglés tone transmitter units) y las unidades receptoras de tono (TRU's, en inglés tone receiver units) suministran tonos audibles y detectan tonos audibles recibidos de las unidades de grupo de canales. La unidad de terminación de consola (CTU, en inglés console termination unit) actúa como interfaz con la consola supervisora, transformando las señales de ésta (cierres de conmutadores) en otras compatibles con la lógica digital; también activa los indicadores de la consola para informar al operador de una acción de los conmutadores o los programas.

La CTU cuenta también con una memoria de entrada que almacena la última acción iniciada en la consola y facilita la recuperación después de una transferencia. La unidad exploradora de la consola multiplexa las informaciones de control y señalización de 16 CTU's, TTU's o TRU's para su envío al procesador de llamadas en línea.

Las señales de control de hasta 16 unidades de terminación de línea son multiplexadas por módulos de concentración de línea para su envío a los buses de los dos procesadores.

La unidad de control y supervisión supervisa el estado del sistema (suministro de CC, circuitos de alarma, circuitos de alarma de los grupos de canales, etc.) e informa de todas las alarmas a los dos procesadores. Las salidas de esta unidad están conectadas a unidades módulos de conmutación, exploradores de consola y a otros diversos puntos de control que permiten a los dos procesadores controlar el sistema. El panel de control indica el estado del sistema al

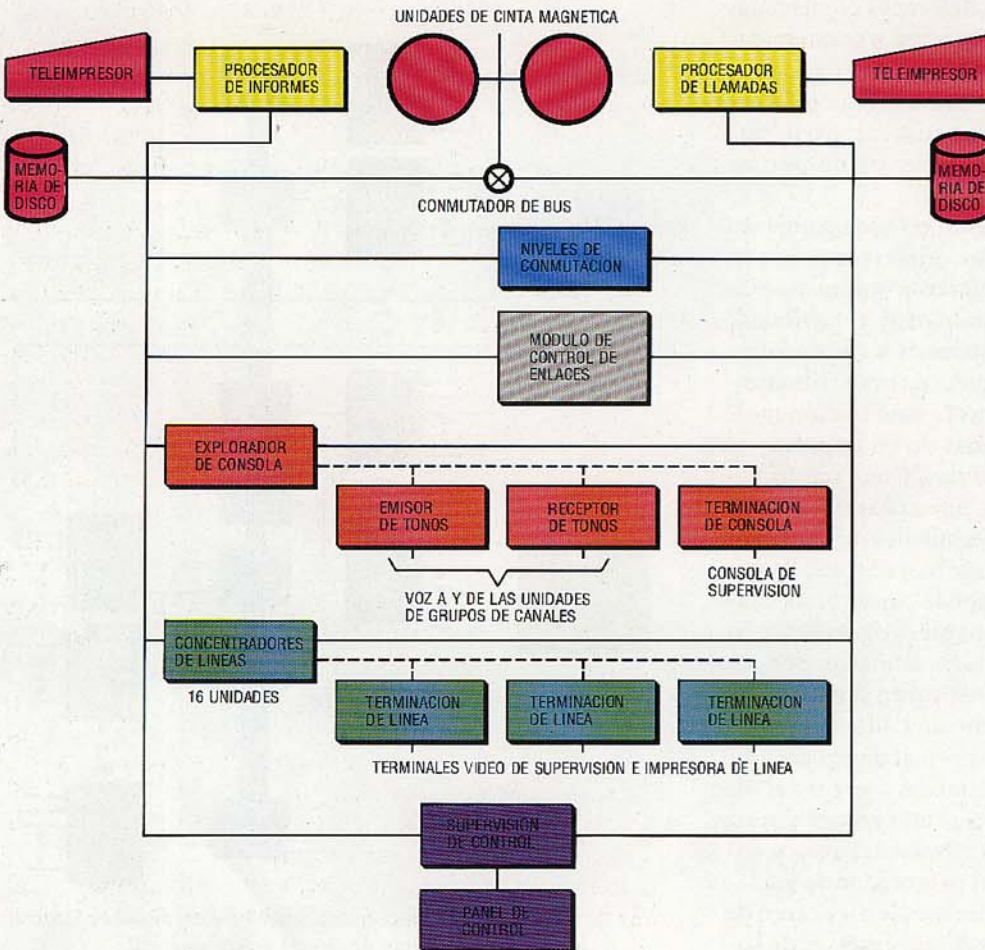
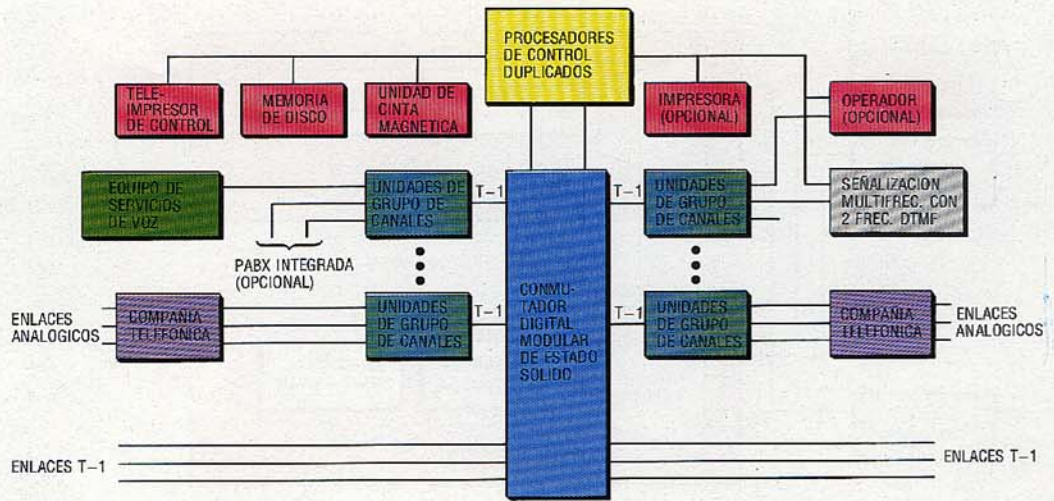


Fig. 3 Equipo de la central tándem digital.

Fig. 4 Elementos principales de la central tándem digital.



personal de mantenimiento y permite el control manual del sistema.

El conmutador de bus conecta el bus de interconexión de los controladores de las unidades de cinta magnética a cada uno de los procesadores. Las unidades de cinta magnética quedan conectadas (normalmente bajo control por programa) a cada uno de los procesadores, por medio del conmutador de bus.

Las unidades de terminación de línea proporcionan el interfaz para las pantallas de presentación e impresora de línea para mantenimiento. Estas unidades realizan el ensamblaje y la distribución de caracteres en serie para pasar las señales RS-232 de las impresoras de línea y los terminales de pantalla a un nivel y un formato que el procesador pueda admitir. Se equipa una unidad de terminación de línea por cada impresora o VDU.

La figura 4 muestra los elementos principales del conmutador digital: las unidades de grupo de canales MIC, la pareja de procesadores y la matriz de conmutación de estado sólido. A continuación se resume su funcionamiento.

Cada unidad de grupo de canales MIC se conecta a 24 líneas (enlaces, extensiones de PABX o equipo de servicio) sirviendo de interfaz entre el sistema y las vías de conversación. Convierte la información analógica de la voz en muestras digitales de ésta (y viceversa) para su tratamiento por el conmutador digital. Una unidad de grupo de canales que adapta el grupo de canales MIC a las condiciones de los diversos enlaces de voz y consolas de operador proporciona el interfaz con cada línea individual. Existen módulos para los tipos de enlaces más corrientes.

La matriz de conmutación de estado sólido, controlada por la pareja de procesadores, realiza la interconexión entre los enlaces. Esta matriz de conmutación ofrece accesibilidad plena y no tiene bloqueo. La capacidad máxima de un conmutador es de 768 conexiones simultáneas, cada enlace puede conectarse a cualquier otro enlace o VDU, o a cualquier equipo de servicio. Los caminos de interconexión se establecen por canales múltiplex por división en el tiempo controlados por memorias de intervalo de tiempo que cargan los procesadores de llamadas del sistema de control. El conmutador crece modularmente por grupos de 24 líneas, admitiendo las configuraciones estándar cual-

quier número de módulos de 2 a 64, con un máximo de 1.536 terminaciones; esto impide que un fallo aislado afecte a más de 24 líneas.

El equipo de la DTS

La arquitectura del sistema de conmutación se divide en tres secciones principales: procesadores, unidades de grupos de canales y matriz de conmutación digital.

Procesadores

En el sistema de la DTS se utilizan dos procesadores PDP-11/35. Durante el funcionamiento normal un procesador trabaja en línea (el procesador de llamadas) controlando el tratamiento de las llamadas. El otro (el procesador de informes) vigila el estado de los puntos de observación (para realizar la transferencia debidamente en caso de fallo) y recoge y procesa los datos necesarios para los informes administrativos.

Toda comunicación entre elementos del sistema de la DTS se lleva a cabo por un bus único de alta velocidad conectado al bus de datos del procesador. Sobre las 56 líneas del bus se transmite información de direccionamiento, datos y control. La comunicación por el bus entre dos elementos cualesquiera se hace sobre la base de una relación maestro-esclavo. En un instante dado, un elemento, el maestro, controla el bus al comunicarse por éste con otro elemento, el esclavo. La comunicación por el bus es a secuencia obligada en el sentido de que para cada señal de control que envía el elemento maestro debe haber una respuesta del esclavo para que se complete la transferencia de una orden. La comunicación es independiente de la longitud del bus y del tiempo de respuesta entre los elementos maestro y esclavo.

Unidades de grupo de canales

En el sistema de la DTS se utilizan grupos de canales MIC según el modelo de telecomunicación T324 de ITT. Cada CBU cuenta hasta 24 líneas del tipo de voz a la DTS. Estas líneas de voz se interconectan con los órganos de conexión de voz (enlaces telefónicos de entrada/salida) y con el equipo de servicios de voz (grabadores de voz, generadores de tono, etc.).

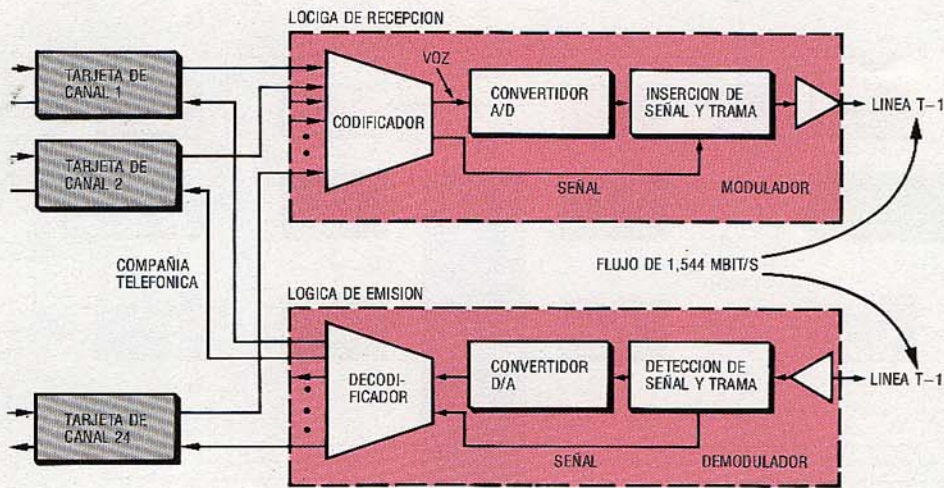


Fig. 5 Diagrama de bloques de una unidad de grupo de canales. TLCM = Módulo de control de enlaces.

Un CBU tiene un máximo de 24 tarjetas de canal (cada una de las cuales termina una línea de voz) y equipo común de recepción y emisión, como muestra la figura 5. El grupo de canales hace un muestreo de cada una de las 24 líneas de voz cada 125 μ s, convierte esta muestra analógica a un código digital de 8 bits, y multiplexa las 24 muestras en un flujo de bits bipolar a 1,544 Mbit/s y le pasa a la matriz de conmutación digital. Al mismo tiempo, recibe de la matriz un flujo de datos a 1,544 Mbit/s, demultiplexa estos datos en 24 muestras digitales de 8 bits, convierte cada muestra en una tensión analógica y envía estas señales analógicas por las 24 vías de voz.

Matriz de conmutación digital

La matriz de conmutación digital proporciona las vías de conexión para conmutar los canales de modulación por impulsos codificados (MIC) en el sistema de la DTS. Consta de un máximo de cinco armarios, dependiendo del tamaño de la central, cada uno de los cuales contiene hasta 12 niveles de conmutación (tres niveles por alvéolo), dos tomas extensoras de bus, una terminación esclava de bus, dos terminaciones de bus entre niveles de conmutación, una fuente de alimentación de CC y un panel de fuerza de CA.

Cada nivel de conmutación recibe la señal MIC de una unidad de grupo de canales, realiza la conmutación necesaria para establecer el camino de conversación deseado y devuelve la señal MIC resultante a ese grupo de canales. Todos los niveles de conmutación están interconectados por un bus entre niveles, de modo que pueden establecerse vías de datos entre los equipos de voz conectados a diferentes CBU's. Los caminos a través del conmutador se establecen bajo el control del procesador de llamadas y se retienen por medio de la memoria de cada nivel de conmutación.

La programación de la DTS

Como muestra la figura 6, el software de la DTS consta de un módulo de control del sistema y cuatro módulos de aplicación: tratamiento de llamadas, control de configuración del sistema, sistema de datos administrativos y subsistema de diagnóstico.

Control del sistema

El módulo de control del sistema realiza las funciones de marcación de tiempos y de control necesarias para la asignación de tiempos a cada módulo de aplicación; también supervisa el estado del procesador de informes para detectar si falla algún procesador. Si detecta un fallo, este módulo activa un sistema de alarma, realiza la transferencia (si ha fallado el procesador de llamadas), aísla el procesador defectuoso e inicia un proceso de diagnóstico.

Tratamiento de llamadas

El módulo de tratamiento de llamadas se ocupa del tratamiento de enlaces y controla las respuestas del sistema a los cambios de estado de los enlaces (es decir libre, en servicio, ocupado por mantenimiento). Además, mantiene las tablas de estado del sistema y contiene toda la información relativa al estado en que se halla cada enlace. Bajo el control del módulo de tratamiento de llamadas, la central tándem acepta las llamadas entrantes por los enlaces entre tándems, por enlaces directos de PABX y opcionalmente por enlaces de central local, central distante y WATS o por líneas de PABX, ya estén en el edificio de ésta o fuera de él. Se utiliza señalización multifrecuencia de dos bandas (DTMF, en inglés dual tone multifrequency) para transferir información de conexión en paquetes entre centrales tándem. Como opción, el sistema puede adaptarse al uso de señalización MF de una sola banda en los enlaces entre centrales y DTMF en los enlaces directos de PABX, o puede utilizar señalización por canal común en los enlaces entre centrales.

Control de configuración del sistema

Este módulo permite que el supervisor del sistema reconfigure la programación para cambiar asignaciones de enlaces, alterar el estado de los enlaces y reasignar las tareas de los procesadores. Solamente se inicia cuando es preciso, no periódicamente.

Sistema de datos administrativos

Este módulo de programación proporciona al personal de mantenimiento datos relativos a la calidad de funciona-

miento del equipo de conmutación de los grupos de enlaces y de cada enlace. Además, facilita a los responsables de la gestión información que permite optimizar el control de la red tándem. Se producen unos 15 informes estándar. El programa de informes ha sido diseñado para obtener un buen equilibrio entre el suministro de una información suficiente y la minimización del volumen de papeleo.

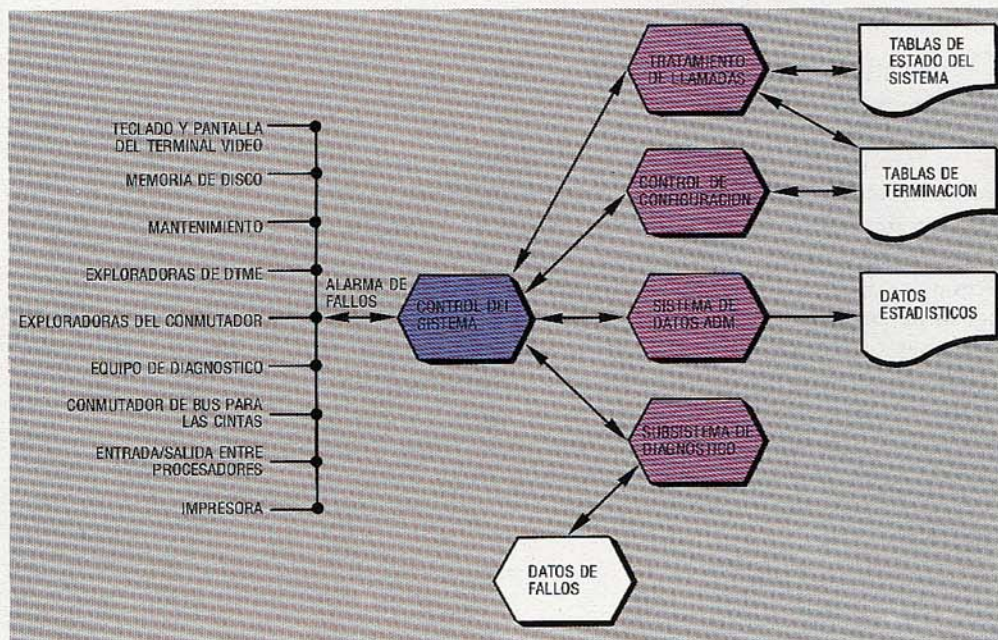
Subsistema de diagnóstico

El subsistema de diagnóstico vigila continuamente el funcionamiento del equipo de conmutación y proporciona

a través de la red pública). El abonado puede luego, marcando 10 cifras, llamar a cada uno de los 133 centros metropolitanos de los Estados Unidos, ahorrando entre un 15 y un 40% para llamadas automáticas interurbanas y un 80% ó más para llamadas con tarjeta de crédito. Actualmente más de 5.000 abonados se benefician de este servicio, y cada día se añaden otros.

Los elementos básicos de la red, principalmente la central tándem digital y el centro de gestión de la red, dispondrán de diversos nuevos servicios en el futuro, entre los que se cuenta la marcación por la voz, buzones de correo

Fig. 6 Estructura de la programación de la DTS con el módulo de control del sistema y los cuatro módulos de aplicación.



un medio de arrancar y controlar manualmente los programas de diagnóstico en línea. La detección de fallos es efectuada automáticamente por la rutina supervisora de diagnóstico que se ejecuta en modo de tiempo compartido mientras el sistema normal está realizando el tratamiento de las llamadas. Cuando se detecta un fallo, esta rutina y los programas operacionales recogen datos sobre él y los pasan a la rutina de control de diagnóstico mediante un programa de servicio por lista de prioridades. La rutina de control analiza los datos del fallo para determinar la zona general donde se encuentra éste y arranca el programa adecuado de diagnóstico en línea.

Conclusiones

El abonado ha acogido muy favorablemente la red de ITT USTS. Al principio, fue preciso que cada abonado tuviera una conexión rígida a su central local, dedicada sólo a él. Durante 1979 se mejoró la programación del sistema para facilitar acceso compartido (es decir, el abonado puede marcar un número local para acceder a la red de ITT

actuados por la voz, servicio WATS particular y servicio internacional.

Al adoptar una arquitectura de conmutación plenamente digital, ITT USTS se ha colocado en una posición favorable para el interfaz con la nueva generación de sistemas digitales de transmisión, utilizando fibras ópticas, radio digital y satélites digitales, y con los sistemas de conmutación y transmisión totalmente digitales del futuro, tales como el Sistema 12 de ITT.

Richard J. Gibbs se graduó en 1965 en ingeniería eléctrica por el Instituto de Tecnología de Indiana. Como graduado continuó su educación en ciencias de dirección en el Instituto Stevens de Tecnología. Ingresó en el Bell System en 1965 y ocupó una serie de cargos antes de pasar a la Southern Pacific Communication Company como director de operaciones para la Región Oriental en 1975.

En 1977, el Sr. Gibbs pasó a ITT Corporate Communication Services como director de operaciones. Esta unidad de ITT desarrolló el equipo de conmutación y la red destinada a atender las necesidades en telecomunicación de diversidad de clientes. Antes de su fusión con United States Transmission Systems Inc., fue nombrado director general en funciones de ITT CCS. Después de la fusión de ambas entidades en julio de 1979, se le nombró director de operaciones y fue elegido vicepresidente en diciembre de 1979.

Procesador de entrada para comunicación de datos

Hasta ahora no había sido posible intercambiar información entre terminales de facsímil diferentes. El servicio FAX-PAK* ha hecho esto posible en los Estados Unidos utilizando un nuevo procesador de entrada que realiza todas las conversiones necesarias, incluyendo el número de líneas de exploración por unidad de longitud, la duración de la línea de exploración, el tipo de modulación, la sincronización de receptor y emisor, y los protocolos.

R. H. GRIFFIN

ITT Domestic Transmission Systems Inc, Nueva York, EE. UU.

Introducción

ITT Domestic Transmission Systems Inc (DTS) ha desarrollado una red de comunicación de datos en el territorio continental de los Estados Unidos para el intercambio de información entre terminales normalmente incompatibles. La primera aplicación de esta red es el servicio FAX-PAK de facsímil, que permite el intercambio de información entre terminales de facsímil incompatibles y entre terminales de datos y de facsímil. El sistema consta de dos elementos principales: una red de datos con conmutación de paquetes y con almacenamiento y reenvío y un procesador de entrada; este último permite a los usuarios el acceso a la red de datos y realiza, además, la conversión de compatibilidad entre terminales dispares. Este artículo describe las funciones, posibilidades, organización y funcionamiento del procesador de entrada.

Red de datos de DTS

La red consta de seis centros de conmutación situados en Nueva York, Washington, Atlanta, Houston, Los Angeles y Chicago. Estos centros están interconectados por enlaces de datos de alta velocidad que forman la red de transmisión entre los centros. Los enlaces de la red están organizados de forma que se da encaminamiento por ruta alternativa en caso de fallo de enlaces. La red utiliza la conmutación de paquetes, en la que el centro de conmutación de origen subdivide un mensaje (o, en el caso de facsímil, una página) en paquetes que se encaminan independientemente a través de la red desde el centro de origen hasta el de destino, donde se reensamblan para volver a obtener el mensaje original. El acceso a la red se hace por una central local, si el usuario se encuentra en la misma ciudad en que haya un centro de conmutación; a través de una central local y una central distante, si hay gran número de usuarios en una ciudad donde no hay centro de conmutación; y a través del WATS, si los usuarios están muy dispersos. Para utilizar el servicio FAXPAK, el usuario marca el código de su centro de conmutación correspondiente, se identifica e identifica el tipo de máquina de facsímil, da el destino del mensaje e indica la prioridad de entrega (en 15 minutos o en 4 horas). Se envía entonces el mensaje a la red, que lo encamina al destino, donde se almacena hasta que pueda ser entregado de acuerdo con la prioridad. Las ventajas para el usuario son las siguientes:

- Menor coste, como resultado del uso más eficaz de los medios de comunicación por la red.

- Conversión de compatibilidad entre máquinas de facsímil que no pueden comunicarse entre sí directamente.
- Comodidad de operación, pues comunicarse con la red es más fácil que hacerlo directamente con un abonado distante. Además, la red ofrece características adicionales tales como el direccionamiento múltiple por el que se entrega un mensaje a varios destinatarios.

El centro de conmutación cuenta con dos procesadores de comunicaciones y un procesador de entrada. Durante el funcionamiento normal este último está conectado al procesador de comunicaciones que trabaja en línea, mientras que el otro está en reserva activa para hacerse cargo del tráfico si falla el procesador en línea. El procesador de comunicaciones en línea dispone de la memoria de masa necesaria para realizar las funciones de almacenamiento y reenvío de la red, encamina los paquetes por las líneas de transmisión que unen los centros de la red, divide los mensajes en paquetes y reensambla los paquetes en mensajes en el centro de conmutación de destino, ejecuta los protocolos del enlace de datos y controla los procesos de acceso y entrega entre el usuario y el sistema. El procesador de entrada actúa como interfaz entre el procesador de comunicaciones y el terminal del usuario.

Funciones del procesador de entrada

La comunicación por facsímil tiene tres ventajas principales. En primer lugar, no es preciso transformar la información a un formato legible por una máquina, eliminando así una operación que requiere su tiempo y durante la cual pueden introducirse errores. En segundo lugar, la salida es en copia sobre papel. Finalmente el facsímil permite transmitir información gráfica, incluyendo firmas.

Una desventaja considerable ha sido que no todos los terminales de facsímil son compatibles entre sí o, si existe un grado de compatibilidad, esto se consigue a costa de limitar las posibilidades de las máquinas. La incompatibili-

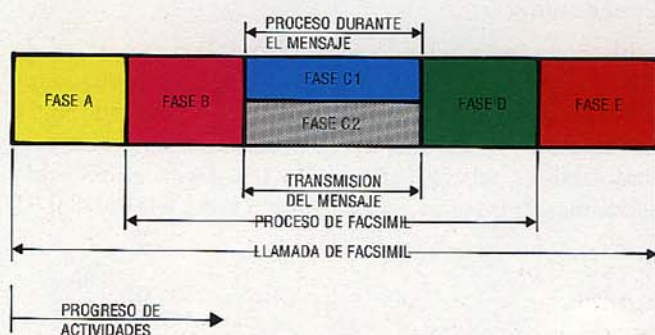


Fig. 1 Secuencia de tiempos de una llamada de facsímil, según la definición del CCITT.

* Marca registrada del sistema ITT

dad puede residir en el número de líneas de exploración por unidad de longitud, la duración de la línea de exploración, el tipo de modulación, el sistema de sincronización de receptor y emisor, y la forma en que los terminales intercambian la información de control.

La figura 1 muestra las seis fases que constituyen las distintas secuencias en el tiempo de una llamada de facsímil, según la definición del CCITT.



Vista del procesador de entrada empleado en el servicio FAXPAK. Proporciona toda la compatibilidad necesaria entre terminales facsímil diferentes.

Fase A: establecimiento de la llamada

En el servicio normal, se establece una conexión telefónica entre dos abonados que acuerdan entonces un modo aceptable en el que operar sus terminales de facsímil, disponen éstos consecuentemente y empiezan la transmisión. Cuando se utiliza el servicio FAXPAK, esta fase la inicia un usuario que marca el código del centro de conmutación correspondiente a fin de establecer una conexión telefónica mediante el procesador de entrada. Este último genera una indicación fónica para invitar al usuario a que envíe, con ayuda de su teclado telefónico de señalización multifrecuencia de dos bandas (DTMF, en inglés dual tone multifrequency), la información de control que identifica al usuario, el tipo y modo de operación de su terminal de facsímil, el destinatario del mensaje, y la prioridad de entrega.

A continuación el usuario arranca su máquina y empieza la transmisión.

Fase B: proceso previo al mensaje

En general, este proceso consiste en la identificación de las facilidades de las máquinas, la selección de un modo de transmisión mutuamente aceptable y la confirmación de las condiciones aceptables. Durante esta fase los terminales intercambian información en forma de tonos audibles, de acuerdo con un protocolo, para determinar una forma compatible de transmisión, confirmar la recepción, realizar la adaptación de la línea, identificar cada estación, eliminar la supresión de ecos, y sincronizar el emisor con el receptor. La ejecución de este proceso tiene grados variables de sofisticación en los diferentes terminales de facsímil. Algunos no tienen casi ninguno. Otros son capaces, por ejemplo, de seleccionar mutuamente una velocidad de transmisión en base a la calidad de la conexión telefónica. En el caso del servicio FAXPAK, el procesador de entrada es lo bastante flexible para adaptarse a cualquier tipo de terminal que acceda a la red.

Fase C-1: proceso durante el mensaje

Este proceso tiene lugar al mismo tiempo que la transmisión del mensaje y realiza, por ejemplo, la sincronización de las máquinas emisora y receptora, la supervisión de línea y la señalización en caso de varias páginas durante el mensaje. Como en la fase B, máquinas diferentes efectúan esta fase selectivamente y por medios diferentes, ocupándose el procesador de entrada de todas las adaptaciones.

Fase C-2: transmisión del mensaje

Durante esta fase se explora el documento a enviar y se modulan los datos resultantes para su transmisión al terminal receptor, que demodula los datos e imprime el resultado. Existen numerosas variantes de realización de esta fase en los diferentes terminales de facsímil. Puede utilizarse modulación de amplitud (con diversos porcentajes de modulación) o modulación de frecuencia (con diversas frecuencias). El tiempo necesario para completar la exploración de una línea (una vuelta de tambor) y el número de líneas de exploración por unidad de longitud en la página que se transmite son también variables que deben ser adaptadas por el procesador de entrada.

Fase D: proceso posterior al mensaje

En esta fase los terminales de facsímil señalizan de igual manera que en la fase B para indicar el fin del mensaje, la confirmación de la transmisión, el control en caso de varias páginas y el final del proceso de facsímil. El procesador de entrada confirma la recepción generando una invitación fónica para que el abonado indique, mediante su teclado multifrecuencia, si el mensaje recibido es o no aceptable. También adapta los diferentes medios que utilizan terminales diferentes para ejecutar esta fase.

Fase E: liberación de la llamada

En la fase final, la conexión telefónica se termina de forma compatible con el funcionamiento del terminal.

Facilidades del procesador de entrada

El procesador de entrada trabaja con diversos tipos de máquinas de facsímil, intercambiando información de control entre el abonado y un procesador de comunicaciones, transfiriendo un abonado a una operadora de asistencia, proporcionando el interfaz con la red pública y realizando autoverificaciones para detectar y aislar fallos hasta el nivel de placa de circuito impreso.

Terminales de facsímil

El procesador de entrada trabaja con terminales de facsímil de baja velocidad (de 4 a 6 minutos por página), con modulación de amplitud y de frecuencia, y que tienen diferentes procedimientos de intercambio de información de control, diferentes velocidades de exploración horizontal, y diferentes números de líneas por unidad de longitud. Los datos analógicos de estas máquinas se demodulan, se pasan a formato digital, se codifican en coordenada diferencial para permitir una representación más eficaz del blanco o del negro continuo, se acumulan en paquetes de un máximo de 8 kbitios, y se transfieren al procesador de comunicaciones para su encaminamiento a través de la red. Los datos se codifican sólo como blanco o como negro; no hay escala de grises. El formato de datos es el mismo, con independencia del tipo del terminal de facsímil, a fin de permitir que terminales diferentes trabajen juntos. Cuando se comunica con un terminal de facsímil, el procesador de comunicaciones envía datos al procesador de entrada en un bloque de hasta 8 kbitios que puede codificarse como datos de facsímil o en formato decimal codificado en binario extendido (EBCDIC, en inglés extended binary-coded decimal interchange). En el caso de datos de facsímil, cuando se reciben, el procesador de entrada regenera la información redundante eliminada por la codificación de coordenada diferencial y convierte el tren de bitios resultante en una señal analógica compatible con el terminal receptor. En el caso del EBCDIC, el procesador de entrada convierte los caracteres codificados en una representación matricial de 5 por 7 puntos que se envía entonces al terminal de facsímil línea por línea. La compensación de las diferencias de densidad en línea vertical se realiza a la salida. Para aumentar la longitud de una página, el procesador de entrada duplica periódicamente las líneas de exploración (como en el caso de un terminal de origen que produce menos líneas por unidad de longitud que las que precisa el terminal de destino). Por ejemplo, si se dirige una salida de 64 líneas por pulgada a un terminal de 88 líneas por pulgada, es necesario añadir 24 líneas por pulgada. Para generar estas 24 líneas adicionales por pulgada se repiten periódicamente las líneas de entrada.

Para acortar una página (como en el caso de un terminal de origen que produce más líneas por unidad de longitud de las que puede admitir el terminal de destino) el procesador de entrada combina periódicamente un par de líneas de exploración para obtener una sola. Por ejemplo, si se dirige una salida de 88 líneas por pulgada a un terminal de 64 líneas por pulgada, es preciso eliminar 24 líneas por pulgada superponiéndolas a otras. Si los bitios correspondientes de las dos líneas son diferentes (uno blanco y otro negro), la salida es negro.

Terminal de datos

El procesador de entrada es capaz de recibir información desde cualquier terminal de datos que sea compatible con modems del tipo 103 (300 baudios), trabaje en *modo iniciador*, y utilice el código estándar americano para intercambio de información (ASCII, en inglés, american standard code for information interchange). Convierte el código recibido ASCII en EBCDIC, que es el normal de la red. En el futuro se ofrecerá un servicio basado en esta facilidad.

Control por el abonado

Puesto que los terminales de facsímil no generan información de control, como la identificación del abonado, la prioridad del mensaje o la identificación del destino, el abonado envía esta información mediante un teléfono de teclado multifrecuencia de dos bandas o con un teclado auxiliar. El procesador de entrada envía una frase hablada para indicar la información que el abonado debe proporcionar. Después almacena las cifras que recibe y las envía, en un bloque, al procesador de comunicaciones para su tratamiento.

Operadora de asistencia

La función de esta operadora es intervenir en caso de que un abonado necesite ayuda. El procesador de entrada proporciona el equipo de conmutación para conectar al abonado a cualquiera de un máximo de seis operadoras de asistencia.

Interfaz con la red pública

Para el equipo de conmutación de la red pública el procesador de entrada es equivalente a una PBX y, por tanto, el interfaz se hace mediante conexión telefónica tipo CDH del Bell System. Un grupo de enlaces con búsqueda rotatoria permite que todos los abonados utilicen un solo número telefónico cuando acceden a la red. A través de este interfaz el procesador de entrada ejecuta las secuencias de señalización necesarias para responder a las llamadas entrantes, generar las llamadas salientes y enviar impulsos de disco.

Interfaz con los procesadores de comunicaciones

La fiabilidad de la red está garantizada con el uso de dos procesadores de comunicaciones en cada centro de conmutación. Estos procesadores están dispuestos en una configuración de reserva activa, en la que una máquina (el procesador en línea) procesa activamente el tráfico de la red mientras que el procesador de reserva proporciona respaldo en caso de fallo. Si falla el procesador en línea, el de reserva se hace cargo del tráfico automáticamente. Hasta 16 procesadores de entrada pueden conectarse a los procesadores de comunicaciones en línea y en reserva mediante dos buses independientes. Al producirse la transferencia, el procesador de entrada transfiere el control del bus en línea al bus en reserva. La información de control se intercambia entre el procesador de entrada y el procesador de comunicaciones por un dispositivo de entrada/salida

programado; la información de datos (paquetes de 8 kbitios) se intercambia por un acceso de memoria directa.

Autoverificación

El procesador de entrada realiza pruebas de autoverificación en línea para detectar fallos incipientes antes de que se manifiesten a los abonados. Los fallos pueden localizarse hasta nivel de placa de circuito impreso. El procesador de comunicaciones en línea realiza otras pruebas del procesador de entrada con objeto de detectar fallos que impidan el funcionamiento correcto de la autoverificación o que no sean detectables por ésta. La reparación de un procesador de entrada que funciona mal se hace reemplazando las tarjetas defectuosas.

Organización

El procesador de entrada está estructurado en 32 unidades adaptadoras de línea, una para cada línea de abonado, y un equipo electrónico de control común que consta de las siguientes unidades (Fig. 2):

- control del sistema
- programa de memoria
- control de voz
- memoria de voz 1
- memoria de voz 2
- conmutador
- interfaz del procesador
- procesador de bitios
- acceso a memoria
- memoria tampón de paquetes.

Cuando un abonado accede a la red se le dedica un adaptador de línea. Las unidades que intergran el equipo elec-

trónico de control común son compartidas por 32 abonados. Sin embargo, cada abonado recibe la impresión de que todos los recursos del control común están dedicados a él. El término "puerto" indica la combinación de una unidad adaptadora de línea con los recursos dedicados que proporciona cada unidad electrónica de control común. Esta organización permite que todos los puertos trabajen simultánea e independientemente (es decir, se garantiza que todos los recursos que necesite un puerto para realizar una operación están disponibles con independencia de lo que esté sucediendo en otros puertos).

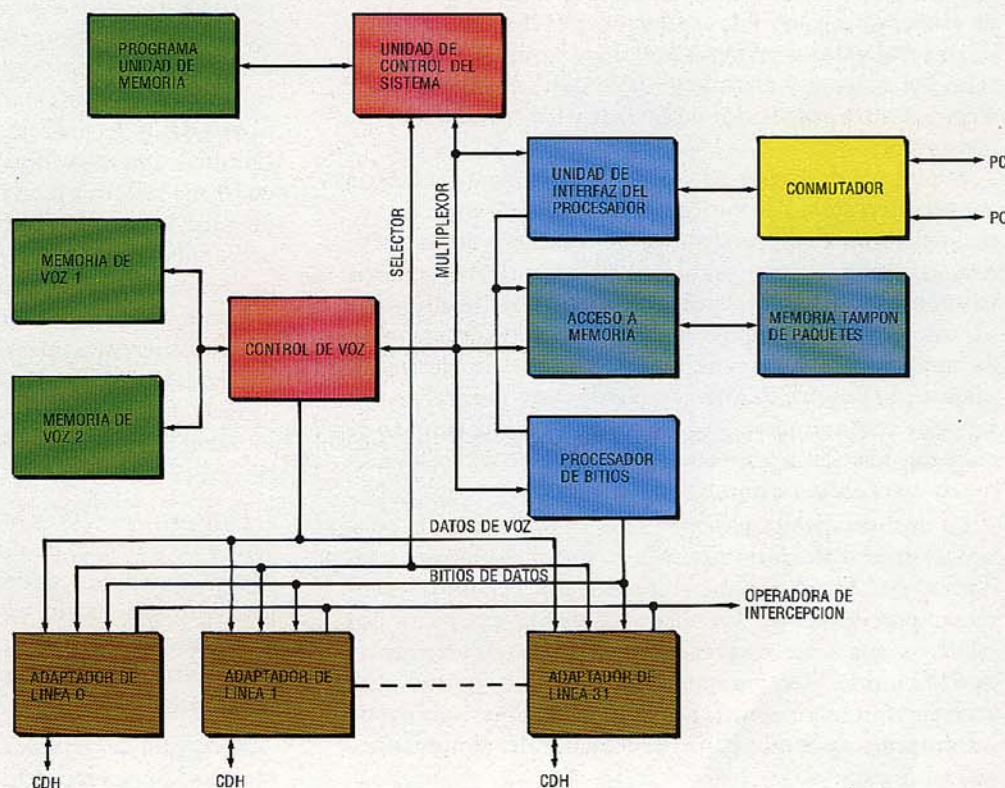
El procesador de entrada utiliza tres niveles de proceso de datos para realizar las conversiones de datos necesarias para constituir 32 puertos simultáneos, trabajando cada uno a una velocidad máxima de 9600 bit/s:

- Cada puerto tiene dedicado un procesador de alta velocidad (un elemento del adaptador de línea) con un conjunto de instrucciones limitado para convertir señales digitales en analógicas, y viceversa.
- El flujo digital de datos resultante de los 32 puertos se procesa entonces en tiempo real, en forma repetitiva, en el procesador de bitios de alta especialización, y luego se almacena.
- La unidad de control del sistema coordina estas actividades y controla la secuencia en que se desarrollan.

Funcionamiento

A continuación se describe el funcionamiento del procesador de entrada haciendo referencia a la figura 2. El control del sistema actúa como un ejecutivo para el equipo, siendo su función la iniciación y la supervisión de todas las operaciones que realizan las demás unidades del procesador de entrada. El procesador de comunicaciones inicia

Fig. 2 Diagrama de bloques del procesador de entrada.



una operación enviando una orden y sus parámetros al control del sistema a través del conmutador y del interfaz del procesador (por ejemplo, para generar una llamada de salida el procesador de comunicaciones envía la orden de marcar con las cifras que se van a marcar como parámetros). Después de esto, el control del sistema ejecuta la orden y, cuando se completa, genera una respuesta y los modificadores necesarios, que se envían hacia el procesador de comunicaciones a través del interfaz del procesador y del conmutador (por ejemplo, una vez ejecutada la orden de marcar, el control del sistema puede generar una respuesta de excepción con un modificador de *falta de tono de marcar*). Para generar la secuencia de eventos necesarios para realizar una orden, el control del sistema utiliza un microprocesador. Durante la ejecución de una orden, la unidad de control del sistema tiene el control del interfaz del procesador, el acceso a memoria, el procesador de bitios y la unidad de control de voz a través del bus multiplexor, y controla los 32 adaptadores de línea por el bus selector. El microprocesador dedica 300 μ s a cada adaptador de líneas sucesivamente, permitiéndole realizar funciones que requieren atención cada 10 ms (por ejemplo, la generación de impulsos de disco). Un temporizador de interrupciones controla la duración exacta del intervalo de tiempo. La unidad de control proporciona 32 octetos de memoria temporal para cada puerto y equipo para permitir el acceso a esta memoria mediante direccionamiento con indexación por el número del puerto.

El programa de la memoria ocupa un máximo de 64 octetos de memoria de lectura programable y cancelable para los programas ejecutados por el microprocesador del control del sistema.

La unidad conmutadora actúa de interfaz entre el procesador de entrada y los procesadores de comunicaciones en línea y en reserva. Conmuta el procesador de entrada del procesador en línea al de reserva cuando recibe una orden de este último. Otra de sus funciones es la sincronización de las señales de los procesadores de comunicaciones con el reloj del sistema y el control de la desconexión lógica y eléctrica entre procesador de entrada y los procesadores de comunicaciones.

El interfaz del procesador incorpora la lógica necesaria para el intercambio de información de control entre el control del sistema y el procesador de comunicaciones en línea, así como el intercambio de datos entre la memoria tampón de paquetes y el procesador en línea. Se intercambia información de control a través de la memoria tampón de mensajes, que proporciona 32 octetos de almacenamiento por puerto. El intercambio de datos entre el procesador de comunicaciones en línea y la memoria tampón de paquetes se efectúa por el método de acceso directo a memoria a través del camino normal.

La memoria tampón de paquetes es una memoria estática de acceso aleatorio tipo MOS (metal óxido semiconductor) de 32 palabras x 16 bitios. Se utiliza como memoria tampón doble con dos memorias de 512 x 16 bitios por puerto. Cada una tiene la capacidad máxima de un paquete de 8192 bitios. Siempre que el procesador de entrada está accediendo a una memoria tampón, se está intercambiando información de la otra con el procesador de comunicaciones en línea.

El acceso a la memoria tampón de paquetes desde el interfaz del procesador, el procesador de bitios y el control del sistema están controlados por la unidad de acceso a memoria. El acceso se hace periódicamente con un período de 3 μ s para seis accesos. Cuatro de estos accesos son utilizados por el procesador de bitios para actualizar información de direccionamiento de memoria y datos para cada uno de los dos procesos en curso simultáneamente en el procesador de bitios; los otros dos accesos se reparten entre el control del sistema y el interfaz del procesador. La unidad de acceso a memoria cuenta también con equipo que permite al control del sistema establecer la cola de espera de la memoria tampón.

El procesador de bitios efectúa manipulaciones en los datos que se intercambian entre la memoria tampón de paquetes a través del acceso a la memoria y el adaptador de línea a través del bus de bitios de datos. Puede tratar los datos de seis formas diferentes, según determine el control del sistema para cada puerto:

Recepción de datos de facsímil. El procesador de bitios ejecuta un algoritmo de compresión sobre los datos procedentes del adaptador de línea para eliminar información redundante de la imagen. La compresión da lugar a la transferencia de campos de datos de longitud variable a la memoria tampón de paquetes, a través del acceso a la memoria. Este último ajusta estos campos de longitud variable al tamaño fijo de campo de la memoria tampón. Al final de cada línea de exploración, el procesador de bitios hace que la dirección en la memoria tampón de la próxima línea se almacene al principio de la línea de exploración actual, (es decir, la dirección de la segunda línea aparece en el extremo de la izquierda de la primera línea) para permitir la compensación vertical en la salida.

Transmisión de datos de facsímil. El procesador de bitios accede a los datos comprimidos de la memoria tampón y ejecuta un algoritmo para reponer la información redundante que se eliminó en la recepción. El tren de bitios resultantes pasa al adaptador de línea a través del bus de bitios de datos. El procesador de bitios realiza esta operación simultáneamente sobre dos líneas de exploración de datos en forma selectiva para fundir dos líneas en una sola, compensando con ello las diferencias en el número de líneas por unidad de longitud entre los terminales de facsímil de origen y de destino, como se describió antes. Se accede simultáneamente a dos líneas realizando dos procesos idénticos en diferentes líneas de exploración. Cada proceso utiliza la información de direccionamiento (almacenada durante la recepción en la memoria tampón de paquetes) para localizar el principio de la próxima línea correspondiente a ese proceso.

Paso de EBCDIC a facsímil. El procesador de bitios accede a las palabras de datos de la memoria tampón de paquetes, que están codificadas en EBCDIC, utilizando un generador de matrices de 7 x 5 puntos para convertir las palabras de datos codificadas en un tren de bitios que permite la impresión del carácter correspondiente en el terminal de facsímil.

Recepción del terminal de datos. El procesador de bitios efectúa la conversión de serie a paralelo necesaria para

cambiar los datos asíncronos procedentes de la unidad adaptadora de línea al formato de caracteres. El control del sistema convierte los caracteres resultantes en EBCDIC antes de su transferencia al procesador de comunicaciones.

Recepción directa. Este proceso transfiere un octeto directamente del adaptador de línea a la memoria tampón de paquetes.

Transmisión directa. En este modo, el procesador de bits transfiere un octeto directamente de la memoria tampón de paquetes al adaptador de línea. Estos dos últimos modos de funcionamiento serán la base de futuros servicios de la red.

La unidad de control de voz genera un tren digital de datos de 20 kbit/s que pasa a través del bus de datos de voz a cada unidad adaptadora de línea, que convierte este tren de bits en señales analógicas que corresponden a una palabra hablada. El control del sistema indica a la unidad de control de voz qué palabra hablada debe generarse para un puerto determinado. La unidad de control de voz accede entonces a las dos memorias de voz en las direcciones en que está almacenada la palabra indicada a fin de generar el adecuado tren de bits para su envío al adaptador de línea. Al completarse una palabra el control del sistema identifica la siguiente palabra a emitir; se repite así el proceso hasta completar una frase.

Cada memoria de voz tiene 64 octetos de memoria de lectura programable y cancelable para el almacenamiento de los patrones de bits utilizados para generar las palabras habladas. Normalmente se requieren 8 kbits para cada palabra.

Los circuitos adaptadores de líneas permiten al control del sistema supervisar y controlar el acoplamiento CDH, conectar un abonado a una operadora de asistencia, supervisar la aparición de tonos de control del terminal de facsímil durante las fases operativas B, C y D del CCITT, y generar la conversación. Una vez seleccionada la generación de conversación, el tren de bits recibido del control de voz por el bus de datos de voz se convierte en palabra analógica mediante un códec que tiene una salida a línea telefónica. La detección de los tonos de progreso de la llamada y de la señalización multifrecuencia de dos bandas, así como la modulación y la demodulación de los datos de fac-

símil, se consiguen empleando equipo adaptador de línea común bajo control de microprocesador. La unidad de control del sistema carga el programa a ejecutar desde este microprocesador. Qué programa se carga depende del tipo de terminal que ha accedido a la red. Esta técnica permite que una configuración del equipo sirva para muchos tipos diferentes de máquinas de facsímil; también hace posible la introducción de nuevos terminales de facsímil sin modificar el equipo del procesador de entrada.

Conclusiones

La organización modular de los tres diferentes mecanismos de proceso de datos del procesador de entrada le permitirán adaptarse a futuros requerimientos cambiando la programación en lugar del equipo. Además, el uso de un único tipo de equipo que sea compatible con cualquier terminal de facsímil que accede a la red reduce el número de interfaces específicos de equipo necesarios. El procesador de entrada ha estado funcionando satisfactoriamente en la aplicación FAXPAK desde diciembre de 1979.

Actualmente se están desarrollando mejoras del procesador de entrada que comprenden la inclusión de programas para la adaptación a terminales de facsímil más sofisticados que se están introduciendo ahora, para la automatización del proceso de iniciación por el usuario, y para la obtención de una más amplia conversión de compatibilidad de terminales de datos.

Se espera que el procesador de entrada será capaz de adaptarse a las necesidades futuras, que aparecerán a medida que gane más amplia aceptación el concepto del correo electrónico. Además, se usarán elementos del procesador en equipos que realicen funciones diferentes del facsímil, tales como proceso de comunicaciones y concentración de datos.

Robert H. Griffin se graduó como BSEE por el Instituto de Tecnología de Massachusetts en 1961. Trabaja ahora con IIT DTS como jefe de grupo responsable del desarrollo de un procesador de entrada capaz de proporcionar conversión de compatibilidad entre terminales de facsímil y de datos. Antes de esto, fue responsable del desarrollo de un controlador capaz de trabajar con 32 unidades de presentación visual y 32 impresores por conexión local o distante con un procesador IBM 360.

INTERTEXT: Nuevo servicio nacional de télex en los Estados Unidos

En mayo de 1980, ITT Domestic Transmission System Inc inauguró el servicio INTERTEXT*, un nuevo servicio télex para los Estados Unidos con cobertura nacional. Este suceso marcó el retorno de la competencia de las empresas explotadoras de servicios de telecomunicación ("carriers") en las comunicaciones nacionales télex. La competencia de las empresas explotadoras en las comunicaciones nacionales télex fue alentada en primer lugar por la política de "entrada libre" de la Federal Communications Commission, establecida en 1970. Desde entonces se han puesto en funcionamiento redes especializadas que utilizan los medios existentes (value added networks), tales como Telenet, Tymnet, Graphnet e ITT-DTS, y se están desarrollando nuevas redes.

INTERTEXT es la primera alternativa real al servicio nacional télex de la Western Union. El propósito al establecer la red fue ofrecer un mejor servicio y más opciones, a menor coste. Para conseguir este objetivo, INTERTEXT se diseñó para que proporcionara una mayor disponibilidad y fiabilidad de servicio, y para que aceptara una mayor variedad de equipos terminales.

Las máximas capacidad y flexibilidad necesarias para una red de este tipo se han conseguido utilizando modernos ordenadores, equipos de comunicaciones basados en las más modernas tecnologías y personal de comunicaciones altamente cualificado. Esto está respaldado por los más de 100 años de experiencia de ITT en comunicaciones de datos y comunicaciones con registro, tanto nacionales como internacionales.

Utilizando este nuevo servicio, los abonados pueden ahorrar, normalmente, el 30% de su gasto en télex. De esta forma se reduce considerablemente la diferencia entre las tarifas postales y las de télex, y representa un paso importante hacia el uso generalizado del correo electrónico.

Red INTERTEXT

El servicio INTERTEXT cubre inicialmente cinco importantes áreas metropolitanas: Boston, Chicago, Detroit, Houston y Los Angeles. A finales de 1980, la red se habrá extendido a 26 áreas metropolitanas. Las ciudades a servir representan el 75% del actual tráfico de télex y cubren más del 90% de la comunidad comercial de los Estados Unidos.

Los usuarios acceden al servicio INTERTEXT a través de un teleimpresor Baudot de 50 Bd y un equipo terminal.

Diseño de la red

La red es completamente redundante; líneas de transmisión interconectan concentradores Databit 990 y multiplexores de división en el tiempo situados en las ciudades terminales y la central integrada de conmutación télex, controlada por ordenador, situada en el centro de operaciones de conmutación de Nueva York. Para asegurar la entrega del mensaje con elevada fiabilidad, las vías de transmisión utilizan un circuito principal y otro de apoyo; los mensajes se transmiten por ambas vías, seleccionándose automáticamente en el extremo receptor, para su posterior transmisión al terminal de destino, el circuito que ofrece la transmisión de mejor calidad.

El centro de operaciones de conmutación supervisa continuamente el funcionamiento y la calidad de la red, para asegurar la fiabilidad y la disponibilidad del servicio 24 horas al día durante los siete días de la semana. Este centro está equipado con sistemas automáticos de alarma, que alertan inmediatamente al personal de explotación sobre cualquier problema de la red, lo que les permite iniciar con rapidez los procedimientos de pruebas en línea, detección y corrección, en cualquier punto de la red.

Los sistemas completamente redundantes en los terminales y el centro de operaciones de conmutación poseen conmutación automática y posibilidad de reestablecimiento, y están unidos a un sistema automático de suministro de alimentación auxiliar de emergencia para proporcionar servicio ininterrumpido.

Alcance del servicio INTERTEXT

El servicio nacional de télex INTERTEXT proporciona comunicación con registro sobre papel en tiempo real (interactiva o conversacional) entre cualquier teleimpresor nacional Baudot de 50 Bd, asíncrono, y

- cualquier otro teleimpresor compatible de la red nacional INTERTEXT
- cualquiera de los más de un millón de teleimpresores compatibles situados en 200 países, servidos por todas las compañías internacionales explotadoras de comunicaciones con registro con las que INTERTEXT tiene acuerdos de interconexión
- cualquiera de las 230.000 unidades de facsímil de los Estados Unidos conectadas al servicio INTERTEXT.

Nuevas facilidades ofrecidas

A medida que aumenta la competencia entre las compañías explotadoras, los usuarios de télex pueden esperar que se les ofrezca una lista cada vez mayor de facilidades encaminadas a la comodidad y al ahorro de tiempo. Entre las nuevas facilidades ofrecidas con el nuevo servicio INTERTEXT se encuentran:

Marcaje abreviado: Los usuarios pueden marcar los terminales frecuentemente llamados sin más que oprimir una sola tecla. Los códigos de un solo carácter almacenados en el ordenador de INTERTEXT se transforman en el número del abonado llamado; de esta forma se pueden almacenar hasta 25 números. El ordenador realiza el marcaje, ahorrando tiempo de operadora y reduciendo la posibilidad de error.

Retención por ocupación: Cuando un terminal llamado está ocupado, o un circuito no está disponible, el conmutador del ordenador reintenta la llamada automáticamente al terminal a intervalos regulares.

Respuesta automática: Cuando se realiza una conexión, la respuesta del terminal llamado se imprime en el terminal que llama de forma automática e inmediatamente, eliminando la posibilidad de enviar mensajes a terminales erróneos.

Realización de llamadas secuenciales: Con una única transmisión pueden realizarse varias llamadas. No es necesario parar y volver a arrancar el terminal después de cada llamada.

Facturación por departamentos: Esta facilidad proporciona datos de facturación por departamentos. De cada llamada se indica la fecha, hora, destino y minutos cargados.

Facturación fraccionada: Permite facturar a varios departamentos distintas partes de una misma transmisión.

Servicios futuros

ITT Domestic Transmission Systems ha indicado que tiene planes inmediatos y a largo plazo para ampliar el servicio INTERTEXT para incluir otras facilidades y opciones de servicio, incluyendo:

- Transmisión entre teleimpresor y terminal de facsímil.
- Mensajes difundidos, o de destino único, para entrega simultánea a teleimpresores y a una amplia gama de terminales de facsímil.
- Opciones de equipo más amplias y una mayor gama de velocidades.
- Nuevas rutinas de traducción de protocolo, código y velocidad, que permitirán comunicaciones entre terminales incompatibles, teleimpresores, terminales de facsímil, procesadores de palabra de comunicación e innumerables terminales de datos.

De esta forma INTERTEXT representa una primera etapa en la tendencia hacia una red controlada por ordenador y complementada integrada, capaz de interconectar cualquier tipo imaginable de terminal de datos o terminal de comunicaciones con registro. Solamente entonces será posible cubrir completamente las necesidades de los modernos negocios que desean poseer un servicio de telecomunicaciones para todos sus sistemas de datos y sistemas de comunicaciones con registro que sea rápido, fiable y muy barato.

* Marca de servicio del sistema ITT

Sistema de reservas MARSPLUS de acceso múltiple

La naturaleza del trabajo en la industria de viajes y la rápida variación de las tarifas han hecho estragos en la rentabilidad de las agencias de viajes en los Estados Unidos. El sistema de reservas MARSPLUS* de acceso múltiple ha sido creado para solucionar muchos de los problemas de esta industria, permitiendo a los agentes de viajes acceder directamente a los sistemas de reserva de las principales líneas aéreas y compañías de viajes en los Estados Unidos. También permite automatizar muchos de los servicios proporcionados por los agentes de viajes, tales como la preparación de itinerarios, etc.

A. R. MILLER

ITT Electronic Travel Services Incorporated, Nueva York, EE.UU.

Introducción

Los cambios producidos en la industria de viajes durante los últimos años han variado fundamentalmente la forma en que las empresas que proporcionan estos servicios (líneas aéreas, compañías de autobuses, ferrocarriles, empresas de alquiler de automóviles, hoteles, compañías de seguros, etc.), venden dichos servicios. Se han dedicado considerables esfuerzos para superar estos problemas. Las compañías de viajes han tenido que atacar el problema de vender la mayoría de sus servicios con la mayor eficacia posible dentro de un mercado altamente competitivo. Sin embargo, la infraestructura de ventas requerida para soportar el alto volumen de ventas deseado crearía una gran carga en una industria caracterizada por el trabajo intensivo. Es en este área en el que la agencia de viajes ayuda a las compañías que proporcionan dichos servicios, aunque evidentemente a un precio.

Las agencias venden al público servicios de viaje; sin embargo las tareas de trabajo intensivo no han desaparecido, sino que desgraciadamente han pasado de las compañías de viajes a las agencias. De hecho, debido a la cada vez

mayor cantidad de productos y servicios, y a la mayor variedad de tasas y cargas, la intensidad del trabajo ha aumentado a tal punto que empieza a ser más costoso para una agencia de viajes, el vender un pasaje de avión que las ganancias originadas por la comisión que perciben de las compañías aéreas por esta venta.

Este artículo resume los antecedentes históricos de los cambios producidos en las condiciones de este tipo de industria, incluyendo los intentos realizados para resolver estos problemas y por qué no han resultado suficientes. Posteriormente describe la solución proporcionada por el sistema MARSPLUS, que es promocionado y operado por su propietaria ITT Electronic Travel Services Inc.

Cambio de condiciones en la industria de viajes

Cada vez más gente de negocios y turistas viajan actualmente a más lugares que nunca, y muchos de ellos dependen de la asistencia profesional de su agencia de viajes o del departamento de viajes de su corporación.

* Marca registrada del sistema ITT

Sistema MARSPLUS en funcionamiento en una agencia de viajes típica mostrando el terminal de pantalla, miniordenador e impresora.



A causa de la persistente inflación, el precio se ha hecho el factor dominante para decidir la organización de los viajes, tanto a nivel individual como de las compañías. Sólo aquéllos que están en contacto constante con ésta rápidamente cambiante industria (es decir, las agencias profesionales de viajes y los departamentos de viajes) están en posición de conocer los medios más prácticos y económicos de alcanzar el destino de los viajeros y su regreso.

Esto ha creado el auge de la reventa de servicios de viajes (aquellos que venden viajes con una comisión). A finales de 1979 existían en EE. UU. alrededor de 16.000 agencias y 600 departamentos de viajes (cerca del doble que en 1970). El porcentaje de ventas de las agencias de viajes sobre el total de las ventas de viajes ha crecido del 28% en 1970 al 63% en 1979, siendo el mayor crecimiento a partir de 1975. El volumen de ventas de billetes de líneas aéreas por agencia totalizó 12.200 millones de dólares en los primeros 10 meses de 1979, el 66% más que los 11.400 millones de dólares vendidos durante todo 1978 (incluso teniendo en cuenta que las estructuras de tarifas fueron más altas en 1978 debido a que todavía no se había relizado la regulación de tarifas internas en EE.UU.).

A pesar de este auge del negocio, las agencias de viaje están encontrando gran dificultad para obtener algún beneficio. Actualmente son necesarias horas de teléfono para ha-

ción de las agencias de viaje. Desde 1968, las agencias y compañías de viajes han previsto los beneficios de un sistema electrónico nacional capaz de permitir a las primeras el acceso a los sistemas de reserva por ordenador de las líneas aéreas, hoteles, alquiler de coches, documentos de viaje, servicios de información de gestión y agentes de cuentas. El problema es que la transacción de una agencia cliente generalmente implica a varios suministradores de servicios, por lo que el sistema debe ser capaz de acceder a varios sistemas de ordenador simultáneamente para satisfacer todas las necesidades.

Los beneficios de tal sistema son dobles: ayudan al agente de viajes a eliminar las múltiples comunicaciones telefónicas con las compañías de viajes (quienes con frecuencia están ocupados con otras agencias, cuentas comerciales y llamadas del público en general); también ayudan a las compañías de viajes a reducir progresivamente el número de llamadas desde las agencias de viaje que deben ser atendidas por los centros de reserva. Los ahorros en recursos y tiempo se estiman en cientos de millones de dólares por año.

Sin embargo los diversos intentos de automatización de las agencias de viajes en los años 70 fracasaron por la falta de acuerdos y uniformidad entre las compañías de viajes y las agencias de viajes, con respecto al coste del desarrollo

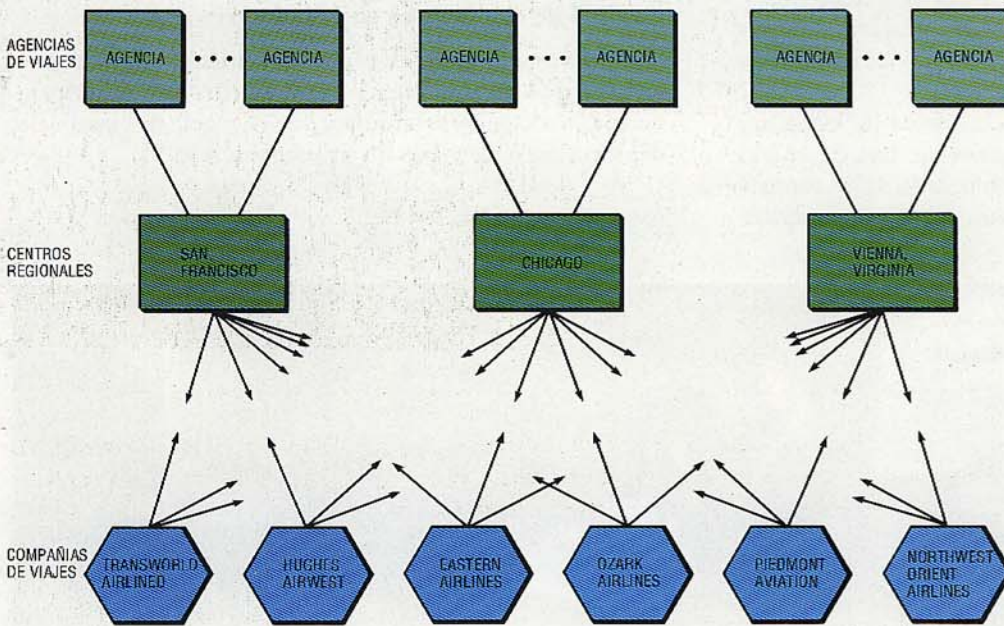


Fig. 1 Esquema del sistema MARSPLUS que refleja como las agencias de viajes acceden a los sistemas de reservas de las compañías de viajes a través de tres centros regionales en San Francisco, Chicago y Vienna (Virginia).

cer las reservas oportunas. El cálculo de tarifas, billetes, cuentas de gastos, preparación de itinerarios, facturas, contabilidad e impresión de cheques (operaciones manuales en una agencia típica) constituyen una pesada carga a expensas del tiempo productivo (ventas). Al mismo tiempo los salarios y costes indirectos se han incrementado, mientras que las tarifas aérea de mercancías, y otros precios, sobre los que la agencia percibe su comisión, han disminuido.

El factor clave para alterar esta tendencia a la disminución de ingresos se ha considerado que es la automatiza-

de un sistema para toda la industria. Las compañías de viajes no pudieron llegar a acuerdos sobre como encontrar y gestionar los varios millones de dólares de coste total del sistema; las agencias no pudieron tomar una decisión entre la variedad de planes propuestos para alcanzar el capital necesario. Posteriormente ambos se desanimaron debido al elevado nivel de competencia entre las principales líneas aéreas que rivalizaban por una participación dominante en el mercado de viajes.

Resultó evidente que sólo una parte neutral, financieramente segura, con suficientes recursos técnicos, y sin intereses

en el negocio de viajes, sería capaz de manejar todos los factores del sistema preservando el ambiente de libre mercado. Sin embargo el elevado coste anticipado del desarrollo de la operación disuadió a muchas de estas compañías de considerar la oportunidad de este nuevo negocio.

Finalmente en 1976, las cargas de volumen de negocio y la realidad del mismo indujeron a tres de las grandes líneas aéreas en Estados Unidos, American, United y TWA, a poner sus sistemas de reservas por ordenador directamente disponibles para algunas de las más grandes agencias de viajes, y departamentos de viajes de las empresas, instalando terminales en sus propios locales.

De este modo la agencia de viajes llegó a ser una extensión de los propios centros de reserva de las líneas aéreas.



Vista del equipo en un centro regional MARSPLUS.

Esto se consiguió proporcionando a cada agencia terminales de pantalla e impresoras de billetes unidas directamente al sistema de reservas mediante líneas alquiladas, facilitando de este modo al consejero de viajes individuales acceder a la mayoría de la información disponible sobre reservas de las propias líneas aéreas. Por motivos de seguridad, las compañías aéreas pusieron algunas limitaciones, pero las agencias de viajes tenían ahora una herramienta poderosa que podía proporcionar aumentos en la productividad, y por tanto en la rentabilidad.

Usando esta herramienta, un consejero de viajes podía acceder a horarios, comprobar disponibilidades, vender asientos, e imprimir billetes sin usar el teléfono, en una fracción del tiempo que se necesitaría al hacerlo manualmente. Aunque estas medidas iniciales proporcionaban el grueso de los beneficios de la automatización de las agencias de viajes a las mismas agencias y líneas aéreas involucradas, tenían claras desventajas. Cada línea aérea establecía su propio sistema; así cada una limitaba la selección de vuelos y otros servicios, a sus horarios y a un número limitado de otros servicios proporcionados por esa línea aérea. Las necesidades de hoteles, alquiler de coches, excursiones y otros servicios de reservas en tierra de los clientes de la agencia, no estaban disponibles a través del sistema de las líneas aéreas. Por tanto, las agencias se encontraron con un entorno de automatización parcial, que con frecuencia puede ser peor que la falta total de automatización.

El problema era desarrollar unos medios por los que las agencias pudieran obtener información sobre todos los servicios ofrecidos por las compañías de servicios de viajes. En 1977, la tecnología de los ordenadores había avanzado hasta el punto de ofrecer una solución: los miniordenadores, junto con las necesarias facilidades de telecomunicación, podían llenar el vacío entre las agencias de viajes y los proveedores de los mismos. De este modo se lanzó el multiacceso, por el que múltiples terminales en las agencias de viajes acudían a la información almacenada en los sistemas de reservas por ordenador de un grupo de compañías de servicios de viajes. Un programa piloto para probar esta idea comenzó en algunas agencias seleccionadas en Nueva York, Chicago y Seattle. Las pruebas en las que participó un determinado número de empresas de "hardware" y "software" demostraron que el concepto podía funcionar.

Por esta época, todos los componentes estaban disponibles a un precio que la industria podía soportar. Todo lo que se necesitaba era la compañía catalizadora con la experiencia, capacidad y recursos necesarios para reunir todos los componentes y crear una red de telecomunicaciones de datos a escala nacional. La experiencia de ITT en las áreas de telecomunicación y redes hizo de esto una oportunidad natural de negocio para ITT, quien crea ITT Electronic Travel Services Inc. En 1979, se lanzó el sistema MARSPLUS basado en miniordenadores y comunicaciones de datos de ITT, y fue bien acogido por la industria de viajes.

Actualmente el sistema MARSPLUS está conectado a importantes líneas aéreas, incluyendo Eastern, Northwest Orient, Piedmont, Hughes-Airwest, Ozark y TWA (Fig. 3); recientemente se ha añadido Braniff. El sistema ya está instalado en más de 450 agencias de viajes por EE.UU. y el número de instalaciones en empresas de servicio de viajes y agencias está creciendo de día en día. El sistema se extenderá pronto a agencias de viajes y compañías de viajes por todo el mundo. Constantemente se están añadiendo nuevas facilidades para hacerlo aún más útil y atractivo.

Descripción del sistema

El sistema MARSPLUS opera desde tres centros regionales: Vienna (Virginia), San Francisco y Chicago (Fig. 1). En estos centros el equipo de conmutación enlaza directamente las agencias con los proveedores de viajes (Fig. 2). Cada conmutador en un centro regional está configurado para soportar 35 conexiones de proveedores de viajes y 350 de agencias.

En el lado del conmutador correspondiente a las agencias de viajes, una simple línea alquilada soporta hasta 12 conexiones para 12 puestos en la agencia de viajes. En cada posición el miniordenador de la agencia se conecta a la terminación local. Este miniordenador actúa como un controlador de terminales capaz de manejar hasta 12 terminales de pantalla y 2 impresoras. Las líneas de comunicación que conectan las agencias con los centros regionales son proporcionadas por la red pública telefónica conmutada, y consiste en líneas de 2400 baudios acondicionada con C2.

En el lado del conmutador correspondiente a las compañías de viajes, cada puerto de acceso se conecta al sistema de reservas de cada compañía por medio de una línea alquilada capaz de trabajar al menos a 2400 baudios con acondi-

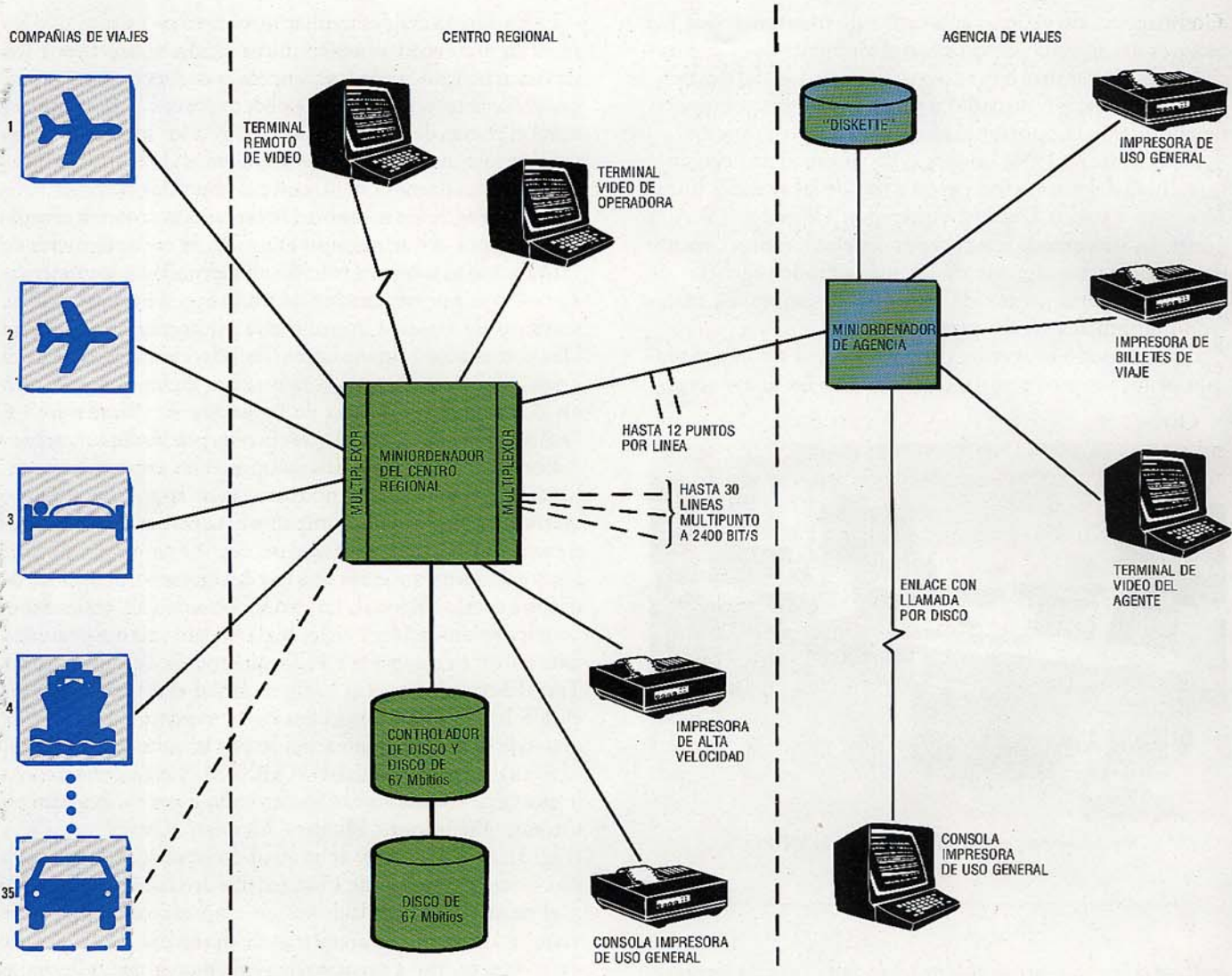


Fig. 2 Diagrama de bloques de la configuración del sistema MARSPLUS, presentando el equipo en los centros regionales y agentes de viaje locales.

cionamiento C2. De hecho es posible soportar más de una compañía sobre una línea si el sistema de reserva al que está conectado agrupa a varias compañías, como en el caso del sistema de Eastern Airlines que contiene también subsistemas para las líneas Piedmont, Hughes-Airwest y Ozark.

Con la experiencia adquirida durante el programa piloto, estaba claro que para soportar el gran mercado de viajes podían considerarse dos configuraciones alternativas: la centralización con un gran conmutador y muchos conmutadores más pequeños soportando a los usuarios; o la descentralización, con uno o más conmutadores situados en varios puntos remotos. Como el coste de las líneas solas ya evidenció que la centralización no era factible, se seleccionó la configuración distribuida basada en tres centros regionales.

El siguiente problema fue elegir el emplazamiento de los centros regionales. Para esto se realizaron comparaciones económicas entre los costes de las líneas más el equipo de los centros regionales y los costes de instalación y operación del centro de ordenador, lo que determinó la elección de tres emplazamientos. La decisión del emplazamiento

final estuvo fuertemente influenciada por la situación de los sistemas de reserva existentes para las compañías de viajes que probablemente se conectarían al sistema MARSPLUS, y por una división geográfica de los EE.UU. que repartía el mercado de las agencias de viajes en tres partes casi iguales. Una vez tomada esta decisión, se estimó que para soportar las necesidades de negocios previstas, se requerían en cada centro regional siete miniordenadores conmutadores.

Actualmente cada centro opera cuatro conmutadores, tres de los cuales están en uso activo, mientras el cuarto es la reserva. Conforme se añaden más agencias y compañías proveedoras de viajes puede ser aumentado el número de conmutadores.

La fase siguiente desde el punto de vista de comunicación es enlazar cada conmutador dentro de la red, primero entre los propios conmutadores dentro del mismo centro regional y después entre centros diferentes. Esta fase está programada para la segunda mitad de 1980 y aliviará a las compañías de viajes de la carga de mantener una línea dedicada con cada conmutador.

Comunicaciones de datos

MARSPLUS es el primer sistema de multi-acceso que se empleará en las agencias de viajes. Cada centro regional actúa como un conmutador inteligente de mensajes y como controlador de terminales conectado a los sistemas de reserva de las compañías de viajes participantes. Hay dos protocolos básicos de comunicación entre un centro regional y los sistemas de reserva, ambos usados en todo el mundo: el sistema de reserva para pasajeros de líneas aéreas PARS (passenger airline reservation system) protocolo SABRE de 6 bitsios, basado en el protocolo IBM 1006, empleado por la mayoría de las compañías que participaron en el proyecto piloto; y el protocolo de 8 bitsios UNISCOPE 300 empleado por Northwest Airlines.

Otros dos protocolos serán incluidos durante la segunda mitad de 1980, el IBM bisíncrono y el SITA (Société Internationale de Télécommunications Aeronautiques) P 1024.

Las características del circuito y de la transmisión de los tres primeros protocolos de comunicaciones de datos son los mismos:

- El enlace entre una compañía de viajes y un centro regional es a través de líneas multipunto dedicadas en el margen de 2400 a 9600 bit/s (opcional para la compañía), siendo proporcionados los modems por la compañía de viajes.
- Se emplea transmisión síncrona en modo dúplex usando técnicas de interrogación (polling) multipunto, con una unidad de datos de un mensaje. Para evitar la inundación de la cola de mensajes en la compañía de viajes, es posible especificar un número máximo de mensajes que pueden ser añadidos a la cola en respuesta a una interrogación (poll).
- Los códigos establecidos son traducidos de/a un código PARS de 6 bitsios o un código UNISCOPE de 8 bitsios (usados por las compañías de viajes), a/de el código ASCII de 8 bitsios que se usa dentro de los centros regionales y entre centros y agencias de viajes.
- Todos los mensajes dirigidos a una compañía se mantienen en el centro regional hasta recibir una interrogación de la compañía dirigida específicamente a ese centro; todas las demás interrogaciones son ignoradas.
- Sólo los mensajes dirigidos específicamente a un centro regional dado son aceptados por ese centro y el resto son ignorados.

Para cada terminal conectado a un centro regional, las compañías de viajes que participan pueden mantener un esquema de direccionamiento dedicado, un esquema no dedicado, o una combinación de ambos. La dirección de cualquier terminal se define actualmente mediante un formato de dos filas comprendiendo la dirección de intercambio IA (interchange address), y la dirección terminal TA (terminal address). Esta nomenclatura es estándar para sistemas basados en IBM; los sistemas de UNIVAC utilizan el mismo formato, pero los direccionamientos se refieren a un identificador remoto RID (remote identifier) y a un identificador de dispositivo DID (device identifier) respectivamente. Aquí se usa la terminología IA/TA.

Como su nombre indica, el direccionamiento dedicado significa que las compañías de viajes mantienen una pareja de IA/TA para cada dispositivo terminal conectado a su

sistema de reservas cuando la conexión es a través de MARSPLUS o directa desde uno de sus propios terminales de reserva. Esta solución significa que deben asignarse un gran número de parejas IA/TA para los terminales de MARSPLUS. Desgraciadamente, la mayoría de las compañías de viajes no tienen suficientes IA/TA disponibles, sobre todo considerando que en 1980 el objetivo de carga es de 1350 agencias con un promedio de 3,4 terminales cada una, y estas cifras se espera que aumenten en la misma cantidad para 1981 y 1982. Por tanto tenían que desarrollarse esquemas alternativos de direccionamiento.

La primera solución consistía en la asignación de un número fijo de direcciones (IA/TA) a cada dispositivo de conmutación por compañía de viajes. Entonces se asignaría dinámicamente un número de IA/TA para el terminal que lo solicitara por software en el miniordenador conmutador. Si todos los IA/TA estuvieran en uso, se enviará al terminal una señal de ocupado y la respuesta adecuada. El mismo software comprueba la frecuencia de estas señales de ocupación para que el número de IA/TA pueda ser ajustado de acuerdo con las mismas. En general, la agencia de viajes no necesita estar permanentemente asignada a una compañía de viajes particular; de hecho, salvo algunas excepciones, estos terminales requieren una capacidad de acceso relativamente baja; especialmente una vez que el número de compañías de viajes conectadas alcanza un nivel en el que es posible acceder directamente a un buen porcentaje de la totalidad de servicios, en lugar de indirectamente a través de mensajes entre líneas desde otra compañía proveedora.

La segunda solución implica la extensión del formato de direccionamiento a tres filas, añadiendo el número de línea (LN) en el nivel más alto. Por tanto, se definiría la dirección única de un terminal por la terna LN/IA/TA. Esto aumenta de un modo efectivo el límite de direccionamiento actual en un factor que depende del valor máximo que pueda asignarse al número de línea. La implementación de esta forma de direccionamiento está planeada para el primer trimestre de 1981.

Para el acceso a las compañías de viajes empleando el protocolo SITA P 1024, primero será necesario incluir el soporte para este protocolo en los conmutadores, y segundo enlazar los conmutadores al centro SITA de nivel superior geográficamente más conveniente. En este entorno, una compañía de viajes no necesita mantener direccionamiento individual para los terminales. Este protocolo tiene una capacidad de direccionamiento multinivel y se diseñó para satisfacer la regulación de comunicaciones de Air Transport Association/International Air Transport Association (ATA/IATA). Se está considerando el soporte del protocolo P 1024 como estándar entre los conmutadores MARSPLUS y las compañías de viajes. Las dos razones principales son que el esquema de direccionamiento no carga innecesariamente a las compañías de viajes y que el protocolo es ideal para su uso en una red de comunicaciones.

Descripción funcional

El sistema MARSPLUS tiene las siguientes capacidades funcionales: multiacceso, traducción y transferencia de

mensajes, funciones del sistema MARSPLUS y funciones del sistema de la compañía de viajes.

Multi-acceso

La capacidad de multi-acceso permite la conexión de equipos terminales en agencias de viajes a las compañías de viajes a través de caminos de comunicación dedicados. El consejero de viaje (cliente) operando su terminal de pantalla, puede seleccionar, usando una entrada funcional, el sistema de reservas al que desea conectarse. Para establecer una conexión, el usuario señala al sistema de reserva seleccionado.

Como un servicio a las compañías de viajes, MARSPLUS emite mensualmente informes sobre la actividad de reservas, tanto por cada conmutador como por cliente individual. Estos informes contienen todos los datos necesarios para que la compañía pueda comprobar el estado de su configuración de conexiones actual.

Traducción y transferencia de mensajes

La capacidad de traducción y transferencia de mensajes está comprendida en el software de MARSPLUS y en los conmutadores; esto proporciona una sintaxis común, llamada lenguaje común, para el uso por el cliente cuando realiza transacciones con los diferentes sistemas de reservas a los que tiene acceso. Esta sintaxis se traduce internamente al formato requerido por el sistema particular de reservas y entonces se transmite al sistema en forma compatible. Cuando se usan los formatos de lenguaje común, el cliente tiene la ventaja adicional de tener editada la entrada para mayor compleción y seguridad. La sintaxis cubre la mayoría de formatos de transacción de entrada usados. Para otros formatos de transacción de uso menos frecuente, el sistema MARSPLUS permite al usuario saltarse el lenguaje común y usar la sintaxis del sistema de reserva al que está conectado. En este caso, MARSPLUS envía simplemente todos los mensajes al reconocer un carácter de control añadido al comienzo del chorro de mensajes de entrada.

Las respuestas de los sistemas de reserva a los terminales de usuario se presentan en el formato en que fueron transmitidos. MARSPLUS no realiza ninguna traducción común en los mensajes salientes, excepto cuando se produce alguna salida estándar, documento aprobado por la industria, como un billete.

Funciones del sistema

Las principales funciones del sistema además de las de lenguaje común son:

- Producción de salidas en forma de billetes impresos (de acuerdo con las normas de la industria) y otras facilidades de impresión generales.
- Creación y mantenimiento de un registro del nombre abreviado del pasajero. Este registro contiene varias clases de información sobre el pasajero y su viaje, incluyendo nombre, número telefónico e itinerario, reservas de hotel y coches, y el número de conferencia de tráfico aéreo de la agencia que maneja la transacción. El registro

del nombre abreviado del pasajero almacenado por cada agencia, consiste en un índice para cada registro individual, que reside en el fichero de las diversas compañías de viajes asociadas con el itinerario contenido en ese registro. El usuario puede crear, mantener y borrar estos índices, bajo el control del sistema MARSPLUS. Se garantiza que el usuario no pueda acceder a los registros del nombre abreviado de pasajero de otro usuario. En la selección de un registro específico de nombre abreviado de pasajero por un usuario, el sistema MARSPLUS conecta automáticamente a ese usuario al sistema de reserva apropiado y recupera el registro del nombre completo del pasajero.

Funciones del sistema de la compañía de viajes

Las funciones del sistema soportado por el lenguaje común son:

- presentación de disponibilidades/horarios
- de presentación y recuperación del registro del nombre del pasajero
- funciones de tramos de vuelos en el registro del nombre de pasajero
- funciones de datos del pasajero del registro del nombre del pasajero
- funciones del sistema de control y otras
- presentación de tarifas, precio y billetes.

Filosofía de fallo y recuperación

Dentro del sistema se ha previsto alguna duplicación de equipo para proveer protección en caso de fallo de una unidad periférica (ejemplo, un disco de 67 Mectetos). Si tal fallo ocurriera, la unidad de reserva es conmutada manualmente.

La finalidad de esta filosofía es mantener el sistema en estado activo el máximo posible dentro unos límites de coste justificables. Basado en este principio, es necesario copiar regularmente los ficheros de la agencia de viajes normalmente una vez al día, a efectos de actualización. De este modo los ficheros pueden ser pasados a la situación del día anterior en el caso de que los ficheros del día actual estén en alguna forma alterados. La restauración de los ficheros a su estado actual necesita el registro de todos los cambios en los ficheros cada día en un fichero separado. Estos dos procesos siguen la filosofía estándar asociada con los sistemas de reserva de líneas aéreas en los cuales se hacen copias de fichero y se hacen excepciones cuando se realizan los procesos de caída y recuperación después de un fallo del sistema.

Con relación a la separación del equipo en el lugar del usuario, el servicio de soporte de campo permite un tiempo medio de reparación (MTTR) de aproximadamente 4 horas. En los centros regionales el MTTR es menor de 10 minutos.

El equipo de la agencia de viajes y del centro regional está modularizado para que el MTTR de cualquier unidad se reduzca fuertemente; el subconjunto defectuoso (ejemplo, una tarjeta de una unidad de procesador central o una tarjeta de memoria) puede cambiarse en un período de tiempo muy reducido.

Mejoras planeadas

Estas mejoras caen dentro de tres categorías: las relativas al establecimiento de acceso a más compañías de viajes, las relativas a mejoras en los servicios existentes sin carga adicional y las que proporcionan servicios adicionales que pueden ser cobrados.

En la primera categoría está negociándose la conexión de otras 30 líneas aéreas en 1980, para alcanzar un total de 36. También se está desarrollando la capacidad de soporte de sistemas de hoteles y alquiler de vehículos.

En la segunda categoría, un primer ejemplo es el presupuesto de factura/itinerario, que proporciona al viajero una información completa y específica sobre su viaje. También hay mejoras en la capacidad para generar y mantener los registros del nombre abreviado del pasajero. Estas características fueron o planeadas inicialmente como parte del sistema MARSPLUS, o como mejoras que aumentarán la calidad de servicio sin coste al usuario.

Con relación a estas categorías está también la red de comunicación prevista. Actualmente cada miniordenador de conmutación opera separadamente haciendo necesario mantener un enlace de comunicación con cada compañía de viajes. Claramente, conforme aumente el número de conmutadores los costes de líneas llegarán a ser críticos. Para superar esto se implementará una red de comunicaciones en dos fases:

- Los miniordenadores de conmutación en cada centro regional estarán interconectados.
- Los centros regionales se enlazarán probablemente por medio de una red dedicada. En esta etapa, los centros regionales se enlazarán a los nodos de la red de la forma más económica posible. Similarmente, las compañías de viajes obtienen la ventaja de conectarse de la misma forma. También se implementará el protocolo P1024, que es adecuado a esta configuración de comunicaciones.

Las mejoras de la tercera categoría incluyen la provisión de capacidad para contabilidad y para los sistemas de ges-

ción de información en los miniordenadores de la agencia de viajes, o en los centros regionales. Estos puede realizarse con varios niveles de sofisticación. La agencia puede equiparse como mínimo con un sistema de contabilidad que diariamente mantendrá las actividades de la agencia. También tendrá funciones como entradas en caja, desembolsos, facturas, control de stock de billetes e informes de la Conferencia de Tráfico Aéreo. Todas estas funciones estarán enlazadas directamente a las transacciones de ventas a través del sistema MARSPLUS.

Los estudios se dirigen actualmente a conseguir que los elementos básicos del sistema MARSPLUS estén disponibles para agencias de viajes más pequeñas. En el otro extremo, una agencia puede enlazarse vía una red de comunicaciones a un gran ordenador que maneje las funciones de contabilidad semi-independientemente de la actividad de MARSPLUS.

Conclusiones

El desarrollo del sistema de reservas multiacceso MARSPLUS ha posibilitado que ITT Electronic Travel Services esté en una posición favorable en la década de los 80. Las ventajas de la técnica multiacceso le hace el método del futuro y un número cada vez mayor de compañías de viajes esperan sacar ventaja de sus posibilidades. Durante los próximos años, el desafío para ITT ETS será aumentar el número de servicios que ofrece y su calidad, para que la compañía pueda asegurar y mantener una posición de primera línea en la industria.

Tony Miller nació en Inglaterra. Se graduó en la Universidad de Exeter con el BSc en matemáticas. Obtuvo el HNC en ingeniería eléctrica y electrónica. El Sr. Miller es miembro de la British Computer Society y la Data Processing Management Association. La mayor parte de los doce años que ha trabajado en proceso de datos, ha estado en la industria de viajes. Su experiencia con las principales compañías de transportes europeas y americanas, además de American Express, ha cubierto líneas aéreas, hoteles y reservas de viajes, contabilidad de agencias de viajes y sistemas de autorización de créditos. En agosto de 1979 fue nombrado director de soporte software en ITT Electronic Travel Services.

Diseño más económico de redes de acceso locales usando las ofertas de servicio masivo de las compañías explotadoras

Un importante problema para ITT Domestic Transmission Systems cuando estaban implantando la nueva red FAXPAK* de almacenaje y retransmisión para datos y facsímil, fue escoger la combinación más económica de las ofertas de servicio masivo de las compañías de servicios en los Estados Unidos, para permitir a los usuarios el acceso a la red de alto nivel. Se ha desarrollado un método matemático para deducir la política de suscripción óptima al servicio WATS en los Estados Unidos.

D. MINOLI

ITT Domestic Transmission Systems Incorporated, Nueva York, USA

Introducción

Frecuentemente, cuando se diseña una red, especialmente en el área local, el usuario de los servicios de telecomunicación debe afrontar el problema de seleccionar la opción más económica entre los varios programas de adquisición global ofrecida por las compañías de servicios. Cuando ITT Domestic Transmission Systems Inc estableció la red FAXPAK para datos y facsímil [1], un problema fue: ¿cuál era la forma mejor de usar los programas de adquisición global para facilitar a los abonados de FAXPAK el acceso a la red? Este artículo describe el modelo matemático que fue desarrollado y empleado por ITT DTS.

El problema

FAXPAK es una red de almacenaje y retransmisión para transmisión de datos y facsímil que sirve a los Estados Unidos continentales. La topología de la red consiste en seis nodos de alto nivel y los correspondientes enlaces de interconexión; cuando está justificado por suficiente tráfico también se usan grupos de líneas de otras centrales de terminales normalizados.

Una de las principales tareas fue diseñar una red de acceso/entrega (subred) para facilitar a los abonados locales el acceso a la red de alto nivel. Esta red local consiste en las ofertas telefónicas de las compañías de servicios, tales como:

- servicio de control local
- líneas de central ajena
- líneas privadas
- canales WATS (servicios de telecomunicación para área extensa); es un esquema de precios del Bell System en los Estados Unidos que permite la adquisición masiva de llamadas.

La subred está realizada alquilando facilidades de las compañías telefónicas y poniéndolas a disposición de los clientes para acceder (dial) al sistema FAXPAK. En la mayoría de los casos ITT DTS paga directamente a las compañías de servicios por el alquiler de líneas recuperando este coste a través de las tarifas FAXPAK. Este arreglo no representa una reventa o venta al por mayor de facilidades de comunicación: simplemente supone una forma conveniente para acceder al servicio FAXPAK.

La reventa en los Estados Unidos ha sido autorizada por la Comisión Federal de Comunicaciones para aplicaciones de comunicaciones de datos (no voz); un vendedor puede

adquirir facilidades a la compañía telefónica, añadir servicios (por ejemplo, almacenaje, control de errores, protocolos, compatibilidad entre máquinas), y entonces ofrecer el producto como una *red de valor añadido*. Sin embargo, la subred FAXPAK de acceso y entrega no es estrictamente una red de valor añadido ya que su función es permitir a los abonados el acceso a FAXPAK, la cual sí es verdaderamente una red de valor añadido.

De este modo, un importante problema fue seleccionar la forma más económica de facilitar el acceso vía líneas alquiladas.

Las principales estrategias de diseño y criterios de optimización usados para determinar la mezcla mejor de las cuatro ofertas anteriores han sido consideradas en otra parte [2] y no serán discutidas aquí. Este artículo describe un método de selección para determinar la política de suscripción al servicio WATS más económico para ITT DTS. Esta teoría puede ser aplicada por cualquier usuario de los servicios de telecomunicación en tanto la Administración ofrezca una elección de servicios de tasa global por comparación; por ejemplo: alquila enlaces en una base global, ofreciendo una *tarifa de suscripción semi-plana* (día comercial completo en nomenclatura WATS), por una tasa fija relativamente alta, más una carga apropiada para el tiempo excedido una vez que se exceda un umbral; y una suscripción de *tarifa a tiempo medido*, con una tasa fija más pequeña, pero con una carga de tiempo excedido mayor más allá de un umbral más bajo.

Servicio WATS entre estados

El plan WATS de tasa global en los Estados Unidos permite a los abonados hacer múltiples llamadas dentro o fuera (o ambas, si se adquieren paquetes separados) de una localización particular, por unas tasas mensuales establecidas [3]. El abonado debe pagar el coste WATS directamente al suministrador del servicio. El WATS del día comercial completo da hasta 240 horas de uso mensual (ó 14.400 llamadas, cualquiera que se alcance primero) a una tasa fija. El uso adicional más allá de 14.400 llamadas ó 240 horas por mes se carga a una tasa de tiempo excedido de aproximadamente dos tercios de la tasa horaria equivalente para el período inicial. Cada llamada cuenta como un mínimo de un minuto de utilización.

El WATS a tiempo medido establece un período mínimo de 10 horas por un precio fijo, con cada hora adicional cargada sobre una base horaria. El WATS entre estados está restringido a llamadas hechas entre puntos en diferentes estados; el WATS intra-estados se usa para comunicar

* Marca registrada del sistema ITT

entre puntos en el mismo estado. El WATS intra-estados no ha sido utilizado en FAXPAK y no está considerado aquí.

La tarifa WATS entre estados divide a los Estados Unidos en cinco bandas o territorios progresivamente más extensos, los cuales pueden ser descritos como círculos concéntricos con su centro en la localización del paquete de enlace WATS [3]. La banda 1 generalmente incluye todos los estados adyacentes, y la banda 5 los 48 estados continentales de los Estados Unidos. Las bandas están organizadas de tal modo que la región asociada con una banda WATS determinada incluye todo el territorio asociado con bandas de número inferior. Por ejemplo la banda 5 incluye todo el territorio asociado con las bandas 1 a 4, más algún territorio adicional. Dados los estados donde la llamada se origina y termina, se puede consultar una matriz de 48×48 para determinar la banda WATS apropiada a dicha llamada. Una vez la banda identificada, se pueden obtener las cargas adicionales para los servicios de día comercial completo y tiempo medido de una tabla de tarifas publicada.

Cuando el uso mensual a tiempo medido está entre 70 y 90 horas, el punto de cruce económico (igualdad de costes) para el servicio WATS a tiempo total (día comercial completo) está próximo. Sin embargo el FCC no obliga a la compañía de servicio para que informe a su cliente a tiempo medido que el servicio a tiempo total puede serle más económico; esta actividad de planificación es exclusiva del usuario. La identificación del punto de conversión resulta más compleja cuando el usuario alquila un paquete de enlaces en lugar de un canal simple (lo cual es un caso corriente).

La solución

Subred de acceso

Se considera un grupo de enlaces con disponibilidad total alquilado en una base WATS. El grupo sirve llamadas entrantes y es muestreado secuencialmente desde su posición de origen. Dos problemas básicos se consideran:

- Configuración óptima cuando todas las llamadas son dirigidas (o el planificador supone que son dirigidas) a una única banda WATS de coste.
- Configuración óptima cuando las llamadas son dirigidas a dos o más bandas WATS de coste.

Al final de un mes, cada canal habrá sido usado por los clientes de ITT DTS, por un cierto tiempo, que será la carga del canal. Como se ha indicado, el coste del canal (o grupo de canales) es una función de esta carga. Así, el problema es determinar qué combinación de canales a tiempo medido y de canales a tiempo total deben ser alquilados para minimizar el coste de acceso a FAXPAK. En forma equivalente se deben resolver tres subproblemas:

- determinar la carga mensual del canal como una función de la estrategia de captura,
- determinar la mezcla tiempo medido/tiempo total basada en el punto anterior,
- utilizar cada canal en una forma que sea consistente con esa suscripción obtenida para alcanzar el coste mínimo.

El tercer factor no debe ser subestimado; si se escoge la suscripción correcta pero se da una utilización inapropiada de un paquete de enlaces, resultará un coste total no óp-

timo (por ejemplo, colocar canales de tiempo medido como una primera elección en el paquete y canales de tiempo total como una última elección en dicho paquete).

La carga L_j sobre el canal j se deduce en el Apéndice A de la teoría convencional de teletráfico; esto resuelve el primer subproblema. La figura 1 muestra las cargas de ca-

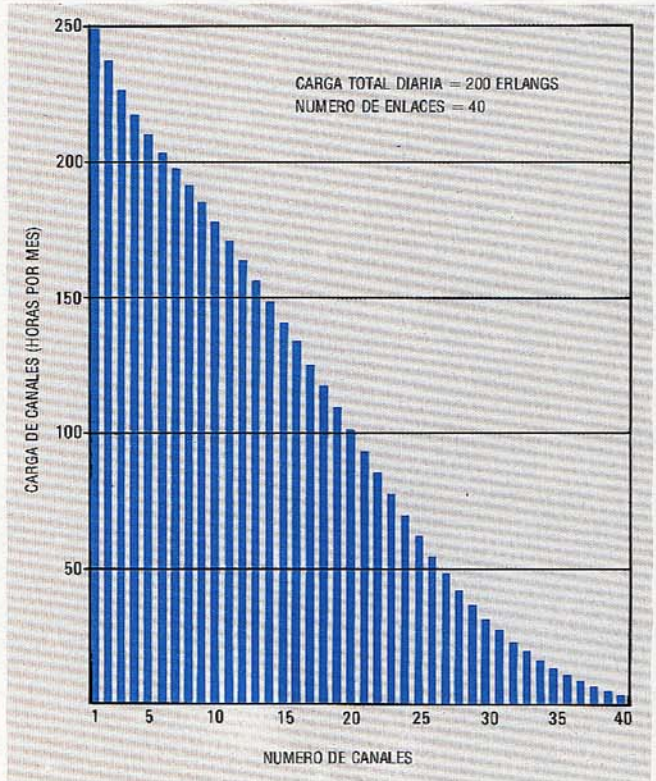


Fig. 1 Cargas de canal para perfiles típicos de tráfico diario con un tráfico total de 200 erlangs por día.

nal para perfiles típicos de tráfico diario y un total de 200 erlangs por día.

Usualmente los enlaces de llegada pueden ser obtenidos de una Administración telefónica en dos categorías:

- Suscripciones a tiempo total a un coste fijo $f(1)$ y una tasa de tiempo excedido $0(1)$ cuando la carga mensual exceda $t(1)$.
- Suscripción a tiempo medido a un coste fijo $f(2)$ ($\ll f(1)$) y una carga de tiempo excedido de $0(2)$ ($\gg 0(1)$) cuando la carga mensual exceda $t(2)$ ($\ll t(1)$).

Recordando los problemas anteriores, la cuestión clave es: ¿cuántos canales a tiempo total y a tiempo parcial debe ITT DTS alquilar para minimizar el coste total de las comunicaciones, satisfaciendo el grado de servicio deseado?

Usando cálculos elementales, el Apéndice B muestra que dada la carga de canal encontrada en el Apéndice 1, la combinación óptima es seleccionar como canales a tiempo total todos los canales con una carga mayor que $L(2)$, y como canales a tiempo medido todos los canales con una carga menor que $L(2)$, donde:

$$L(2) = \begin{cases} \frac{f(1)-f(2) + O(2)t(2)}{O(2)} & \text{si se verifica } f(1)-f(2) + O(2)t(2) \leq O(2)t(1); \\ \frac{f(1)-f(2) + O(2)t(2) - O(1)t(1)}{O(2)-O(1)} & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

Esta es la Ecuación 3 en el Apéndice B.

Por ejemplo, si $f(1) = 1.675$; $f(2) = 245$; $O(1) = 4,25$; $O(2) = 18,33$; $t(1) = 240$; $y t(2) = 10$; entonces $L(2) = 88$. Con la carga de la figura 1, los canales 1 a 21 (21 canales) serán tomados a tiempo total y el resto a tiempo medido. La tabla 1 muestra el coste para cada combinación de suscripciones; como se puede ver, 21 canales a tiempo total dan el coste óptimo y se puede alcanzar un ahorro hasta del 60%.

Para casos típicos

$$\begin{aligned} 900 &\leq f(1) \leq 1.700; & 190 &\leq f(2) \leq 250; \\ 4 &\leq O(1) \leq 5; & 16 &\leq O(2) \leq 19; \\ t(1) &= 10; & t(2) &= 240. \end{aligned}$$

Tabla 1 - Costes no óptimos

Tiempo partido	Tiempo total	Coste por mes
0	40	\$ 67.041,40
1	39	\$ 65.611,40
2	38	\$ 64.181,40
3	37	\$ 62.751,40
4	36	\$ 61.321,40
5	35	\$ 59.902,53
6	34	\$ 58.530,77
7	33	\$ 57.212,66
8	32	\$ 55.954,94
9	31	\$ 54.764,64
10	30	\$ 53.649,26
11	29	\$ 52.616,90
12	28	\$ 51.676,40
13	27	\$ 50.837,27
14	26	\$ 50.109,50
15	25	\$ 49.503,10
16	24	\$ 49.027,43
17	23	\$ 48.690,51
18	22	\$ 48.498,38
19*	21	\$ 48.454,69
20	20	\$ 48.560,74
21	19	\$ 48.815,81
22	18	\$ 49.217,96
23	17	\$ 49.764,81
24	16	\$ 50.454,22
25	15	\$ 51.284,66
26	14	\$ 52.255,29
27	13	\$ 53.365,44
28	12	\$ 54.614,46
29	11	\$ 56.001,21
30	10	\$ 57.523,52
31	9	\$ 59.177,51
32	8	\$ 60.956,98
33	7	\$ 62.853,90
34	6	\$ 64.860,94
35	5	\$ 66.976,62
36	4	\$ 69.211,35
37	3	\$ 71.588,22
38	2	\$ 74.134,08
39	1	\$ 76.873,64
40	0	\$ 79.793,30

* combinación óptima

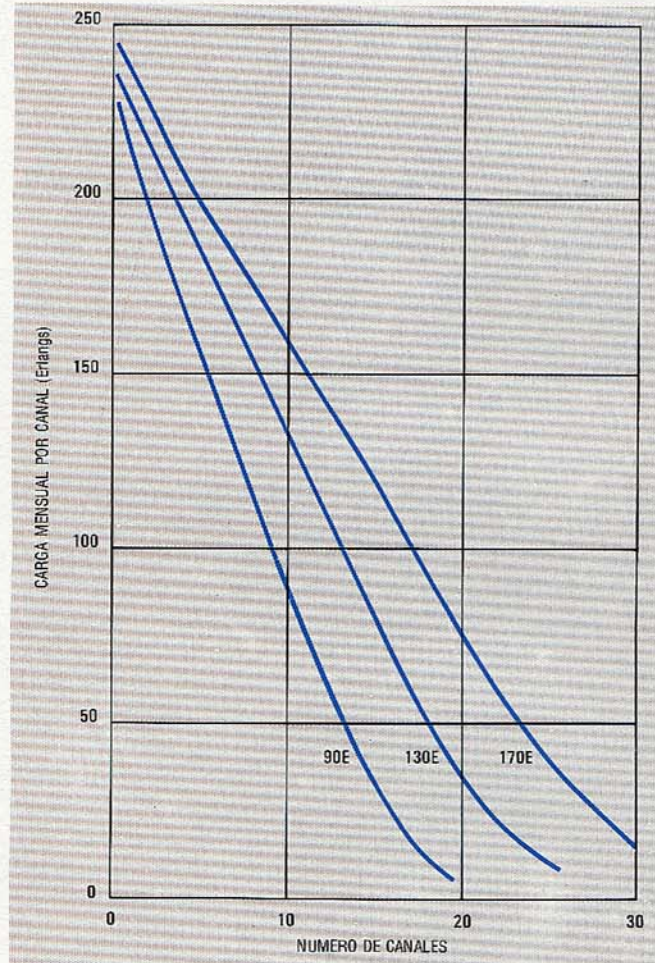


Fig. 2 Curvas mostrando la linealidad aproximada de las cargas mensuales por canal para tres niveles de tráfico.

Para estos parámetros el punto de cruce económico está en el margen de 60 a 90 horas.

Un examen de la función de coste indica que para cargas normales se puede usar la siguiente regla práctica: si se requieren t canales, entonces aproximadamente $t/2$ deben ser obtenidos en una base a tiempo total y el resto en una base a tiempo medido. Esta afirmación se justifica notando que para las suposiciones usuales de teletráfico y un muestreo lineal del paquete de enlaces, la carga L_j es aproximadamente lineal con j (Fig. 2).

Se puede demostrar analíticamente que la configuración de suscripción (es decir número de canales alquilados en cada categoría de facturación es convexa, y más bien plana en la vecindad del óptimo (Tabla 1 y Fig. 3); esto implica una cierta tolerancia para elecciones erróneas del punto de cruce económico y un comportamiento económico poco variable en el caso de fluctuaciones de tráfico.

Subred de entrega

Aparte de la subred de acceso, el servicio FAXPAK necesita también una subred de entrega para alcanzar la base de su cliente y entregar los datos de facsímil que han sido transportados sobre la red de alto nivel. Una vez más, esta

red consiste en centrales locales, centrales ajenas y facilidades WATS que ITT DTS alquila de las compañías de servicios. En particular se requiere un paquete separado de enlaces con WATS para el tráfico saliente.

La política de suscripción óptima se puede obtener en la misma forma que para la subred de acceso, usando la Ecuación 3 del Apéndice B; la única diferencia está en el grado de servicio empleado para computar el número de canales WATS de salida necesarios. Se usa un mayor grado de servicio (más alto bloqueo) ya que FAXPAK usa una disciplina de retardo en la entrega de las llamadas, la cual en última instancia alcanza el mismo grado de servicio que el acceso con liberación de llamadas bloqueadas (BBC) y un grado de servicio menor, aunque al precio de una demora adicional.

Desbordamiento de la selección distante directa

En el diseño de un sistema de salida se puede proseguir la optimización tiempo total/tiempo medido sobre el WATS y emplear canales de selección distante directa para conseguir la disponibilidad deseada. La teoría deducida anteriormente es aplicable; en particular hay que usar la fórmula para las tres facilidades (Ecuación 2, Apéndice B).

Se requiere una pequeña aproximación en la teoría debido a la tasación más alta del primer minuto, típica de la selección distante directa. Esto se puede remediar postulando que el primer minuto cuesta igual que los otros minutos, o redistribuyendo el coste del primer minuto sobre los siguientes, usando la fórmula:

Coste aproximado por minuto = $[C1 + (b-1)C2]b^{-1}$
 donde b es el tiempo de ocupación promedio.

Ha sido seleccionada la primera aproximación porque es independiente del valor del tiempo de ocupación. Se muestra en el Apéndice B que si hay m tipos de recursos, la asignación que minimiza el coste total es:

$$n(j) = B(j) - B(j-1)$$

con

$$B(j) = \max_i u(\tau(i)) > L(j=1)$$

para $j = 1, 2, \dots, m-1$, y $B(0) = 0$

donde $L(j)$ corresponde a la ecuación 2.

Por ejemplo, para la banda 5 de Seattle, Washington, la tarifa específica:

$$\begin{aligned} f(1) &= 1.675; & f(2) &= 245; & f(3) &= 0 \\ O(1) &= 4,65; & O(2) &= 18,38; & O(3) &= 22,8 \\ & & & & & (\$ 0,38 \text{ por minuto}) \\ t(1) &= 240; & t(2) &= 10 & t(3) &= 0. \end{aligned}$$

Mientras que para los cómputos tiempo total/tiempo medido puede usarse la parte superior de la fórmula de optimización, en este caso se debe usar la parte inferior ya que 245 no es menor que $10 \times 22,8$.

La partición óptima está a 13,84; específicamente si hay una necesidad total de 13,84 horas de llamadas de larga distancia por mes a la banda 5 (37 minutos por día) se debe usar llamada distante directa. Nótese que $L(2) = 87,8$.

Por comparación:

$$\text{Banda 4} \begin{cases} f(2) = 239 \\ O(2) = 17,93; O(3) = 21,6 (\$ 0,36 \text{ por minuto}) \\ t(2) = 10 \\ L(3) = 16,16 \\ L(2) = 88,4 \end{cases}$$

$$\text{Banda 1} \begin{cases} f(2) = 196 \\ O(2) = 14,7; O(3) = 20,4 (\$ 0,34 \text{ por minuto}) \\ t(2) = 10 \\ L(3) = 9,6 \\ L(2) = 58. \end{cases}$$

Nótese que en la banda 1 se usa la parte superior de la fórmula.

Evolución del uso de WATS

Se ha demostrado que para grandes cargas ofrecidas la partición aproximada tiempo total/tiempo medido es 50/50; así, un cálculo razonable es obtener el número de enlaces necesarios dado el tráfico ofrecido y entonces or-

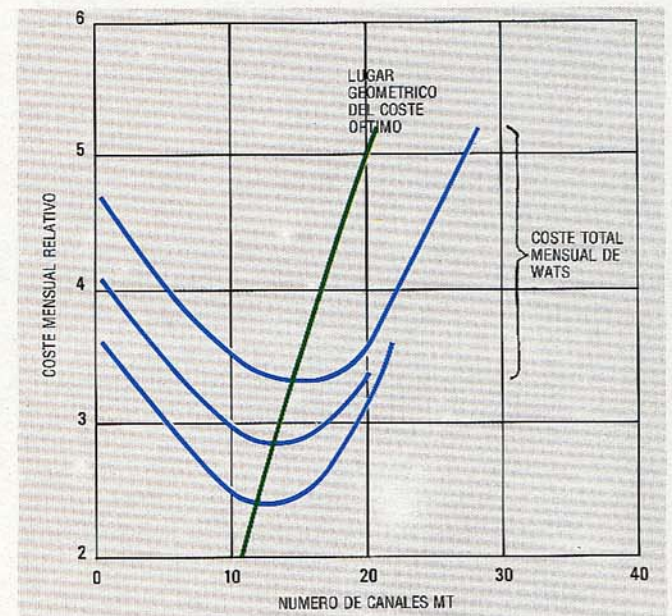


Fig. 3 Gráfico mostrando la convexidad de la función de coste.

denar el 50% de día completo de trabajo y el 50% de tiempo medido.

Se pueden obtener tendencias de evolución más precisas haciendo un estudio detallado de las dos situaciones presentadas a continuación. Un resultado que sale del estudio es contratar cantidades iguales de cada tipo de canal o, si se añade sólo una línea cada vez, contratar alternativamente una de cada tipo.

Aproximación incremental

Aquí se supone que se conoce exactamente la carga ofrecida así como las facilidades que pueden ser contratadas

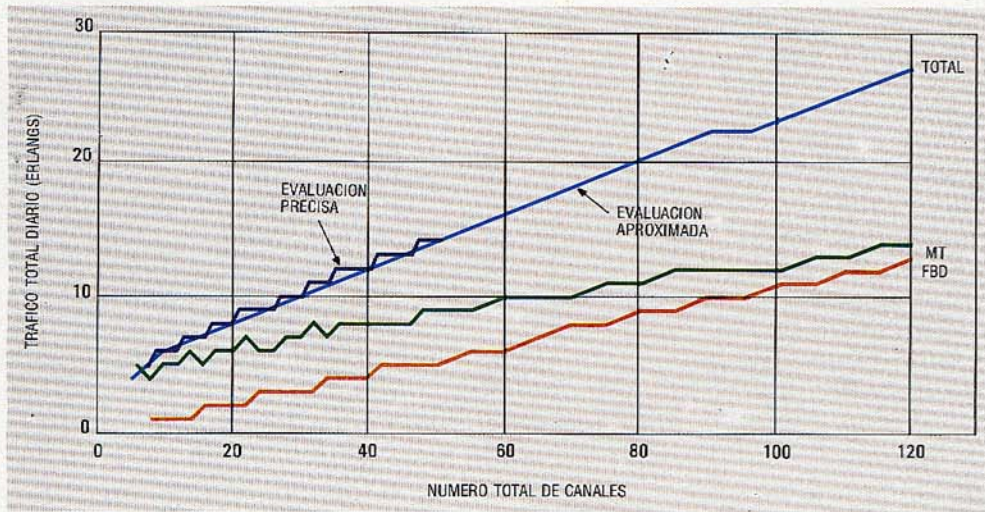


Fig. 4 Resultados de la resolución por incrementos.

exactamente cuando sean necesitadas. La figura 4 resume los resultados; se muestran los requisitos de canales totales y la partición tiempo total/tiempo medido. Nótese en estas últimas curvas que cuando la curva de tiempo medido permanece constante, la curva de tiempo total aumenta, y viceversa. Una conclusión es que las facilidades a tiempo medido y a tiempo total deben ser contratadas alternativamente.

Solución conservativa

Esta solución supone que el diseñador no conoce exactamente el tráfico ofrecido; por tanto se supone una configuración inicial y se la observa para determinar si es apropiada. La figura 5 representa el comportamiento del sistema sobre la base de, por ejemplo, 10 canales. La probabilidad de bloqueo crece permanentemente a medida que el tráfico aumenta; cuando se alcanza un grado de servicio predeterminado, por ejemplo el 1%, se debe añadir un nuevo canal; para 10 enlaces este punto está alrededor de 31 erlangs. Es interesante constatar que en esta situación todos los canales usan inicialmente tiempo medido y después convergen a la ordenación 50/50.

Si la evolución fue inicialmente incorrecta y todos los canales adquiridos lo fueron a tiempo total, el coste sería tres veces el coste de la estrategia de evolución óptima (Fig. 5).

Eventos WATS multibanda

Como se ha indicado antes, la mezcla tiempo total/tiempo medido es sólo uno de los parámetros de suscripción de los que el abonado puede decidir su alquiler WATS de la compañía de servicio. El otro grado de libertad está en la selección de bandas. Esto está relacionado con la dispersión (o distancia) de tráfico desde el punto de origen al paquete WATS. La suscripción a una banda particular implica que también pueden ser hechas todas las llamadas a las bandas numeradas más bajas. Esta planificación inicial debe estar basada en la suposición de que todo el tráfico se origina en la banda más alta (es decir la más le-

jana del punto origen). Posteriormente, cuando haya disponible más información, se puede modificar la política de suscripción para hacer uso de bandas múltiples.

Se ha desarrollado y completado un algoritmo que se puede usar con la Ecuación 2 para determinar el número de canales a adquirir en cada banda WATS y por tanto la partición tiempo total/tiempo medido. La salida del algo-

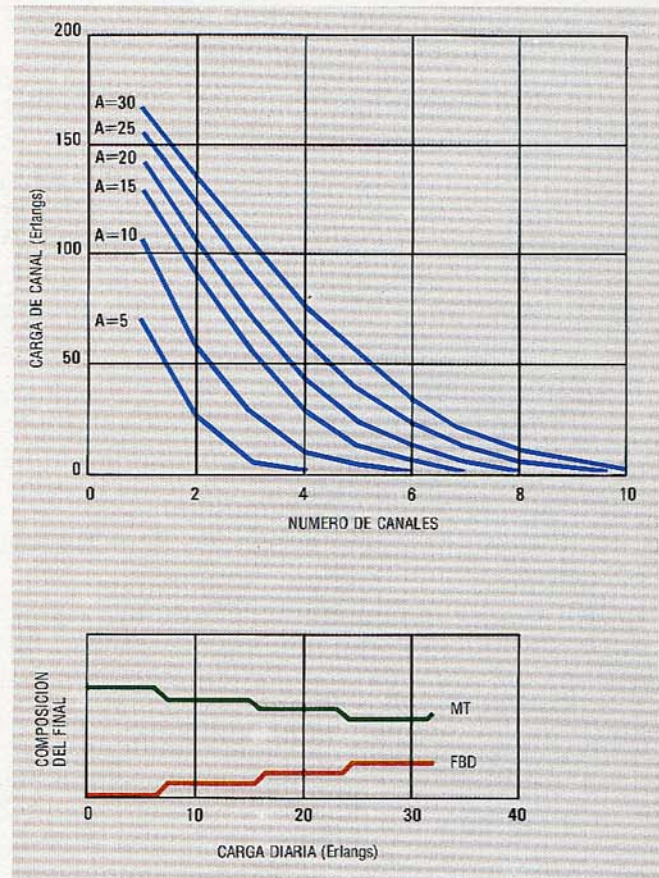


Fig. 5 Comportamiento de un sistema con 10 canales (a) carga de canal en función del número de canales y (b) composición del canal en función de la carga diaria en erlangs.

ritmo multibanda considera el coste WATS óptimo y la ordenación del WATS óptima (número de enlaces en cada banda y partición tiempo total/tiempo medido). Los resultados se obtienen para un nivel de tráfico de entrada deseado o una partición de tráfico interno. Los resultados están basados en el diseño que utiliza dos bandas: (Banda 1 y banda 5).

Los datos de coste se han representado en la figura 6. El coste óptimo es razonablemente plano para cargas de entrada pequeñas ($A \leq 110$ erlangs), mientras el porcentaje de tráfico interno en la banda 1 va de 0 a 100; más particularmente, se puede obtener un ahorro de \$ 6000 si se tiene en cuenta la pendiente del tráfico de entrada a 110 erlangs aproximadamente (un 35% de ahorro). Para altas cargas, el coste óptimo es bastante sensible a la composición del tráfico interno (diferencia de \$ 20.000, pero aún alrededor de un 35% del coste base), así que debe tenerse en cuenta este parámetro en el diseño.

Debe subrayarse que aquí estamos hablando del coste óptimo; puede demostrarse que dada una partición fija del tráfico interno, si la partición tiempo total/tiempo medido se selecciona óptimamente pero se usa un número incorrecto de enlaces por banda, el coste puede aumentar del 10 al 15% sobre el coste óptimo. Por tanto, usando datos de tráfico interno, se puede alcanzar un ahorro de coste de aproximadamente el 35%; si se va más lejos y se computa la partición óptima, dados esos datos internos se puede ahorrar otro 10 a 15%.

La figura 6 muestra también (línea verde) el punto de porcentaje al cual para una carga de entrada total, debe ser tenida en cuenta la dispersión geográfica del tráfico; nótese que esta sensibilidad geográfica aumenta con la carga.

Dado un nivel de tráfico total A erlangs ($50 \leq A \leq 390$), se pueden deducir tablas que den la suscripción WATS exacta en que se alcanza el coste óptimo de la figura 6. La figura 7 es una gráfica de una de estas tablas ($A = 390$) que muestra claramente las tendencias. La figura está parametrizada sobre el porcentaje de tráfico total que es interno a la banda 1; ella indica que cuando todo el tráfico es hacia la banda 5, la mejor combinación es:

- 43 enlaces para la banda 5, a tiempo total
- 27 enlaces para la banda 5, a tiempo medido
- 0 enlaces para la banda 1, a tiempo total
- 0 enlaces para la banda 1, a tiempo medido.

Al otro extremo (todo el tráfico en la banda 1), la combinación óptima es:

- 0 enlaces para la banda 5, a tiempo total
- 0 enlaces para la banda 5, a tiempo medido
- 47 enlaces para la banda 1, a tiempo total
- 23 enlaces para la banda 1, a tiempo medido.

Para otros puntos de porcentaje, se requiere una mezcla más homogénea de enlaces; obsérvese el punto de cruce y también el número total de enlaces.

Conclusión

Estos métodos de optimización han permitido a ITT DTS ahorrar aproximadamente un 30% del coste de la

política de adquisición no optimizada. Se pueden aplicar las mismas fórmulas de optimización en cualquier parte del mundo, siempre que la Administración ofrezca la posibilidad de elección de programas de adquisición masiva.

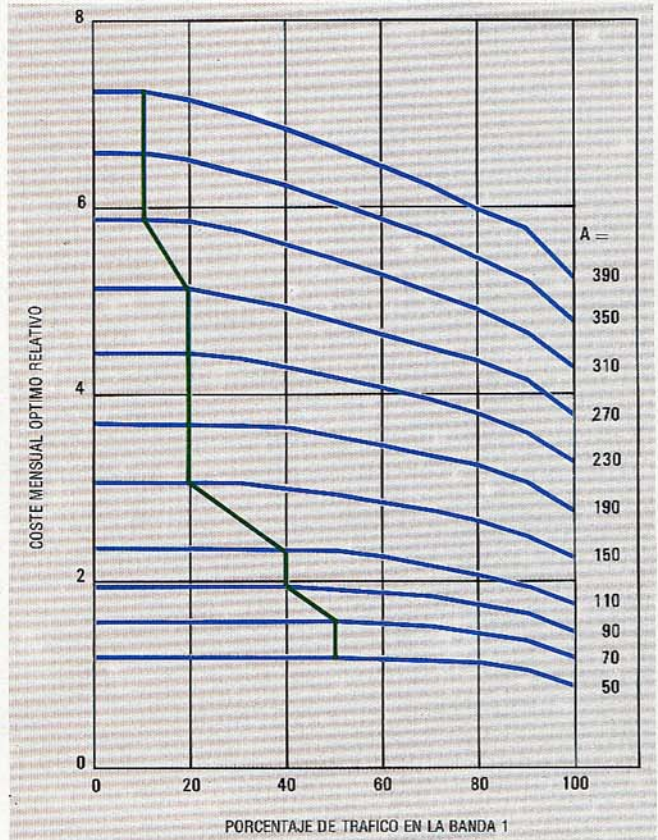


Fig. 6 Coste óptimo en un ambiente multibanda.

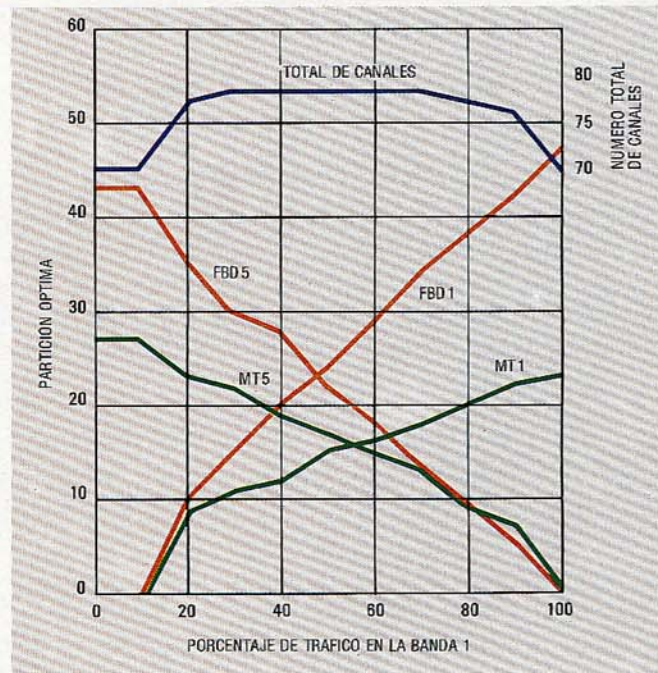


Fig. 7 Estrategia multibanda óptima.

Apéndice A: Cargas de canal y términos relacionados

Bajo las suposiciones usuales de tráfico [4-7], el tráfico a_k cursado por la elección k del paquete de enlaces es

$$a_k = a \{E_{1, k-1}(a) - E_{1, k}(a)\} = E_{1, k}(a) \left\{ \frac{k}{1 - E_{1, k}(a)} - a \right\}$$

donde a es la carga ofrecida en erlangs y $E_{1, k}(a)$ es la fórmula Erlang B

$$E_{1, t}(A) = \frac{A^t/t!}{\sum_{i=0}^t A^i/i!}$$

El número total de canales que se necesitan para conseguir un grado de servicio b es

$$t = \inf_i E_{1, i}(a) \leq b$$

Suponiendo un perfil horario $P = \{P_i\}_{i=1}^{24}$, con $\sum P_i = 1$, de llamadas ofrecidas al grupo de enlaces, y una carga diaria total de a erlangs, el tráfico ofrecido en la hora i es $a_i = aP_i$.

La carga $L_j(i)$ sobre el canal j a la hora i es

$$L_j(i) = E_{1, j}(a_i) \left\{ \frac{j}{1 - E_{1, j}(a_i)} - a_i \right\}$$

y la carga mensual L_j (con referencia al mismo intervalo sobre el canal j es $L_j = 21 \sum_{i=1}^{24} L_j(i)$).

Deseamos justificar la afirmación hecha anteriormente de seleccionar aproximadamente la mitad del número total de canales en base a tiempo total y la otra mitad en base a tiempo medido. Ahora

$$a_1 = E_{1, 1}(a) = \frac{a}{1 + a} \text{ y } L_1 = 21 \sum_{i=1}^{24} \frac{a_i}{1 + a_i}$$

Postulando que $L_{t+1} = 0$, $L_j = -(j-1) \cdot \frac{L_1}{t} + L_1$

de donde la partición óptima es

$$s = t - \frac{t}{L_1} \cdot \frac{f(1) - f(2) + O(2)t(2)}{O(2)}, \text{ para } L_1 \in (150, 250) \text{ y } L(2) \in (60, 90), s \approx 0,5 t.$$

Apéndice B: Deducción del criterio de partición

Este apéndice deduce el criterio de partición óptima para el diseño del servicio FAXPAK. Se emplea una estructura de tarifas general. A continuación, se usan cálculos típicos para asegurar un punto óptimo.

Supongamos que hay m clases de accesos de telecomunicación o de entrega ($2 \leq m < \infty$), los cuales se pueden usar para satisfacer un objetivo común, tal como la realización de una red de ordenadores. También supongamos que cada recurso que pertenezca a la clase k , donde $1 \leq k \leq m$, tiene la siguiente función de coste (ver Fig. 8):

$$c(k)(r(i)) = \begin{cases} f(k) & \text{si } 0 < u(r(i)) \leq t(1, k) \\ f(k) + O(1, k) [u(r(i)) - t(1, k)] & \text{si } t(1, k) < u(r(i)) \leq t(2, k) \\ f(k) + O(1, k) [t(2, k) - t(1, k)] + O(2, k) [u(r(i)) - t(2, k)] & \text{si } t(2, k) < u(r(i)) \leq t(3, k) \\ \dots & \dots \end{cases}$$

$$o \ c(k)(r(i)) = f(k) + \sum_{h=1}^n O(h, k) \text{ mín } [t(h+1, k) - t(h, k), \text{ máx } (0, u(r(i)) - t(h, k))].$$

(con $t(n+1, k) = \infty$ si $n < \infty$) donde $O(x, k)$ se refiere a una secuencia de cargas de tiempo excedido para recursos del tipo k (n infinito), cuando la utilización $u(r(i))$ excede umbrales $t(x, k)$ para a un recurso de tipo k ; donde $x = 1, 2, \dots, m$; $k = 1, 2, \dots, m$.

El objetivo es seleccionar $n(i)$ recursos del tipo $i (i = 1, 2, \dots, m)$,

$$\sum_{i=1}^m n(i) = t \text{ tal que el coste total } c = \sum_{i=1}^t c(k) r(i) \text{ sea minimizado.}$$

$$\text{Sea } \lambda(j) = \sum_{i=1}^j n(i); \lambda(0) = 0; \lambda(m) = t$$

otra forma de buscar la ubicación deseada. Entonces

$$c = \sum_{i=1}^t \left\{ f(k) + \sum_{g=1}^n O(g, k) \min [t(g+1, k) - t(g, k), \max(0, u(r(i)) - t(g, k))] \right\}$$

$$= \sum_{j=0}^{m-1} \lambda^{(j+1)} \left\{ f(j+1) + \sum_{g=1}^n O(g, j+1) \min [t(g+1, j+1) - t(g, j+1), \max(0, u(r(b)) - t(g, j+1))] \right\}$$

$$= \sum_{j=1}^m [\lambda(j) - \lambda(j-1)] f(j)$$

$$+ \sum_{g=1}^n \sum_{j=0}^{m-1} \lambda^{(j+1)} O(g, j+1) \min [t(g+1, j+1) - t(g, j+1), \max(0, u(r(b)) - t(g, j+1))].$$

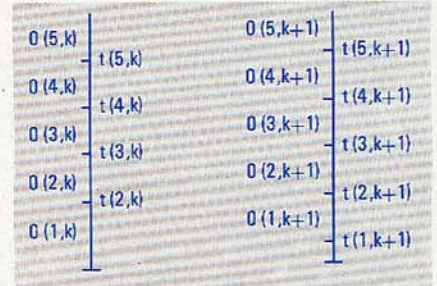


Fig. 8 Tarifa general.

Considerando las $\lambda(j)$ como variables continuas

$$c = \sum_{j=1}^m [\lambda(j) - \lambda(j-1)] f(j) + \sum_{g=1}^n \sum_{j=0}^{m-1} O(g, j+1) \int_{\lambda(j)}^{\lambda(j+1)} \min [t(g+1, j+1) - t(g, j+1), \max(0, u(r(x)) - t(g, j+1))] dx;$$

necesitamos examinar $\frac{\delta c}{\delta \lambda(j)}$.

Tenemos

$$\frac{\delta c}{\delta \lambda(j)} = f(j) - f(j+1) + \sum_{g=1}^n O(g, j) \min [t(g+1, j) - t(g, j), \max(0, u(r(\lambda(j))) - t(g, j))]$$

$$- \sum_{g=1}^n O(g, j+1) \min [t(g+1, j) - t(g, j+1), \max(0, u(r(\lambda(j))) - t(g, j+1))].$$

Sea $1 \leq A \leq n+1$ y $1 \leq B \leq n+1$ y enteros; y $O(0, x) = 0$ para todo x .

Suponiendo que $t(A-1, j) \leq u(r(\lambda(j))) < t(A, j)$ y $t(B-1, j+1) \leq u(r(\lambda(j))) < t(B, j+1)$; entonces

$$\frac{\delta c}{\delta \lambda(j)} = f(j) - f(j+1) + \sum_{g=1}^{A-2} O(g, j) [t(g+1, j) - t(g, j)] + O(A-1, j) [u(r(\lambda(j))) - t(A-1, j)]$$

$$- \sum_{g=1}^{B-2} O(g, j+1) [t(g+1, j+1) - t(g, j+1)] - O(B-1, j+1) [u(r(\lambda(j))) - t(B-1, j+1)]$$

y definiendo el valor resultante como $u(A, B)$

$$u(A, B) = \left\{ f(j) - f(j+1) + \sum_{g=1}^{A-2} O(g, j) [t(g+1, j) - t(g, j)] - \sum_{g=1}^{B-2} O(g, j+1) [t(g+1, j+1) - t(g, j+1)] \right. \\ \left. - O(A-1, j) t(A-1, j) + O(B-1, j+1) t(B-1, j+1) \right\} [O(B-1, j+1) - O(A-1, j)]^{-1} \quad (1)$$

siempre que $t(A-1, j) \leq u(A, B) < t(A, j)$ y $t(B-1, j+1) \leq u(A, B) < t(B, j+1)$.

La ecuación de la solución contiene así $(n+1)^2$ términos; la subfórmula exacta necesaria en cada caso particular se determina por los parámetros apropiados, como se ha indicado anteriormente.

Coste de conjuntos

Algunas Administraciones usan una función de coste ligeramente diferente, tal como sigue: el coste de un conjunto $n(k)$ de recursos del tipo k se toma como

$$c(k) = h(k) f(k) + n(k) \sum_{h=1}^n O(h, k) \left[\min (t(h+1, k) - t(h, k)), \max (0, \frac{\sum_{i=1}^{n(k)} u(r(i))}{n(k)} - t(h, k)) \right] \text{ con } c = \sum c(k).$$

Ha sido demostrado en [8] que ambos costes conducen a la misma ubicación óptima.

Ubicación óptima para $n = 1$

Sea $O(1, j) = O(j)$; $t(1, j) = t(j)$. Entonces, definiendo

$$L(j) = \begin{cases} \frac{f(j-1) - f(j) + O(j)t(j)}{O(j)}, & \text{si } f(j-1) - f(j) + O(j)t(j) \leq O(j)t(j-1) \\ \frac{f(j-1) - f(j) + O(j)t(j) - O(j-1)t(j-1)}{O(j) - O(j-1)} & \text{para } j = 2, 3, \dots, m \text{ en los demás casos.} \end{cases} \quad (2)$$

Sea $B(j) = \max_{u(r(i)) > L(j+1)} i$ para $j = 1, 2, \dots, m-1$; y $B(0) = 0$.

Entonces la ubicación que minimiza el coste total es $n(j) = B(j) - B(j-1)$.

En algunos casos $B(j) = B(j-1)$, de modo que $n(j) = 0$. Claramente, si $m = 2$, sólo es necesario buscar $L(2)$.

$$L(2) = \begin{cases} \frac{f(1) - f(2) + O(2)t(2)}{O(2)}, & \text{si } f(1) - f(2) + O(2)t(2) \leq O(2)t(1) \\ \frac{f(1) - f(2) + O(2)t(2) - O(1)t(1)}{O(2) - O(1)} & \text{en los demás casos} \end{cases} \quad (3)$$

que es en realidad la fórmula usada anteriormente.

Referencias

[1] T. Murawski: Servicio FAXPAK de transmisión de facsímil con almacenamiento y reenvío; Comunicaciones Eléctricas, 1979, volumen 54, n° 3, págs. 272-276.
 [2] D. Minoli y G. Louit: Local Network Design Strategies for FAXPAK; ICC 80 Conference Record, págs. 39.1.1-39.1.6.
 [3] D. R. Doll: Data Communications; Facilities, Network, and Systems Design, Nueva York, John Wiley, 1978, 493 págs.
 [4] D. Bear: Principles of Telecommunications Traffic Engineering; Stevenage, Peter Peregrinus, 1976, 230 págs.
 [5] H. Sarkowski (ed.): Teletraffic Engineering Manual - Tables and Diagrams for Switching Systems; Stuttgart, Standard Elektrik Lorenz, 1966, 456 págs.
 [6] R. Syski: Introduction to Congestion Theory in Telephone Systems; Londres, Oliver & Boyd, 1960, 742 págs.
 [7] Engineering and Operations in the Bell System: Bell Telephone Laboratories, 1977.

[8] D. Minoli: Multigraduated Telecommunications Facilities; Computer Networks, 1980, próximo a publicarse.

Daniel Minoli nació en 1952. Obtuvo los grados BS (1974) y MS (1974) en matemáticas aplicadas del Instituto Politécnico de Nueva York y un MS (1978) en ciencias de ordenador del mismo Instituto donde actualmente está estudiando para el PhD.

Antes de ingresar en ITT trabajó en Network Analysis Corporation y después en Bell Telephone Laboratories. Ha estado implicado en investigación y diseño relativos a radio por paquetes, voz digital, redes integradas, sistemas de comunicación de supervivencia, arquitectura de redes y protocolos de comunicación y terminales.

Actualmente es científico investigador senior en IIT DTS, Nueva York, donde hace estudios de teletráfico, facilidades de gestión, fiabilidad y medidas de red para el servicio FAXPAK.

Comunicaciones internacionales: El desarrollo de la red y aspectos económicos*

La red internacional se basa en dos medios principales para la comunicación a gran distancia: los cables submarinos y los satélites. A pesar de que en un principio se llegó a predecir que los satélites eliminarían rápidamente a los cables, se ha demostrado que ambos medios se complementan mutuamente en la red mundial.

B. M. DAWIDZIUK

H. F. PRESTON

Standard Telephones and Cables Limited, Londres, Reino Unido

Introducción

En la era de los teléfonos de teclado y de los sofisticados dispositivos para transferencia de datos, es normal pensar en unas conexiones a nivel mundial inmediatas y seguras. No obstante, la eficacia de las modernas comunicaciones internacionales hace olvidar que, tan solo hace 25 años, todas las conexiones internacionales de larga distancia descansaban en la radio de alta frecuencia, a menudo plagada de frustrantes problemas de propagación.

La red telefónica mundial moderna ha sufrido una evolución espectacular en el corto espacio de tiempo de las dos últimas décadas. En este período se ha conseguido la transición masiva de una operación manual circuitos de alta frecuencia de mediocre calidad, a un funcionamiento totalmente automático sobre los circuitos metálicos de los cables submarinos o sobre los circuitos de alta calidad ofrecidos por los satélites.

La "Red Internacional" abarca tanto las relaciones fronterizas por medio de enlaces terrestres (coaxial enterrado, microondas) como las comunicaciones a través de los mares. No cabe duda que los enlaces terrestres constituyen todavía una parte muy importante de la red mundial, pero ha sido la evolución de los medios usados para cruzar los mares la que ha contribuido decisivamente al rápido desarrollo de la red mundial. Así pues, nos centraremos en las comunicaciones a través de los mares. Los cables telefónicos submarinos fueron los precursores en este terreno, y unos diez años después surgieron los satélites de comunicaciones. Ambas tecnologías han sido el instrumento de la revolución de las comunicaciones internacionales y siguen siendo al alma de la red, tal como hoy día la conocemos.

Crecimiento de la red internacional

El crecimiento de la red internacional tiene su origen en una compleja interacción entre el progreso tecnológico, el crecimiento del tráfico y su composición, los factores económicos y las influencias políticas.

El progreso tecnológico ha sido notablemente rápido. La tabla 1 lo esquematiza con respecto a la capacidad de circuitos de una vía. No obstante, es conveniente hacer un poco de historia para, desde su perspectiva, entender plenamente la composición de la red actual y las tendencias futuras.

Resumen histórico

El primer cable transatlántico (TAT-1) abrió en 1956 la era moderna de las comunicaciones internacionales. Retirado del servicio en noviembre de 1978 calladamente y sin

Tabla 1 - Hitos principales de las comunicaciones internacionales

Cables submarinos	Año	Satélites
TAT-1 (48 circuitos)	1956	—
CANTAT-1 (80 circuitos)	1961	—
COMPAC (80 circuitos)	1962	—
TAT-3 (128 circuitos)	1963	—
TRANSPAC-1 (128 circuitos)	1964	—
—	1965	Early Bird (240 circuitos)
SAT-1 (360 circuitos)	1966	Intelsat II (240 circuitos)
—	1968	Intelsat III (1200 circuitos)
TAT-5 (845 circuitos)	1970	—
—	1971	Intelsat IV (5 a 6000 circuitos)
CANTAT-2 (1840 circuitos)	1974	—
TAT-6 (4000 circuitos)	1976	Intelsat IV-A (6000 circuitos + 2 canales de TV)
PENCAN-3 (5520 circuitos)	1977	—
—	1980	Intelsat V (12.000 circuitos + 2 canales de TV)

ninguna ceremonia, es hoy día difícil darse cuenta del impacto que este cable iba a tener en las relaciones sociales en el mundo. Su éxito inmediato fue a su vez el catalizador del rápido desarrollo de la red internacional de cables submarinos. Durante el periodo 1956-1965 (al final del cual comenzó el funcionamiento comercial de los satélites) se pusieron en servicio unos 4.200 circuitos sobre cable, de los cuales casi un 50% eran circuitos intercontinentales a través de los Océanos Atlántico y Pacífico. Así comenzó el proceso de cambio.

El establecimiento de una red mundial de comunicaciones por satélite (Intelsat) a partir de 1965 brindó otro medio para salvar los océanos. A medida que iba creciendo el tamaño de la red de Intelsat, también se iba extendiendo la opinión de que los días de los cables submarinos estaban contados.

La realidad ha sido muy distinta, pues la presencia de los satélites significó un estímulo para los diseñadores y usuarios de los sistemas submarinos. El rápido avance tecnológico, sobre todo en el terreno de los semiconductores, permitió la utilización de bandas de frecuencia de mayor anchura, a un coste cada vez más bajo. La reacción de las Administraciones no se hizo esperar, aplicando nuevos cables de banda ancha a las rutas internacionales clave.

* Este artículo es una versión puesta al día de la comunicación publicada en el 3^{er} Forum Internacional de las Telecomunicaciones de la UIT en septiembre de 1979, en Ginebra.

Crecimiento de la red de sistemas submarinos

La figura 1 muestra el desarrollo de la red de cable submarino desde 1956. A finales de 1980, 195 enlaces submarinos cruzarán la mayoría de los océanos y mares del mundo, totalizando unas 142.000 millas náuticas de cable submarino.

Durante el último quinquenio, cada año se han añadido a la red 9 sistemas submarinos, en promedio. La longitud media añadida por año fue de 6.200 millas nauticas, las cuales representaron 17,6 millones de millas-circuito por año. De 1965 a 1980 el número de circuitos se ha multipli-

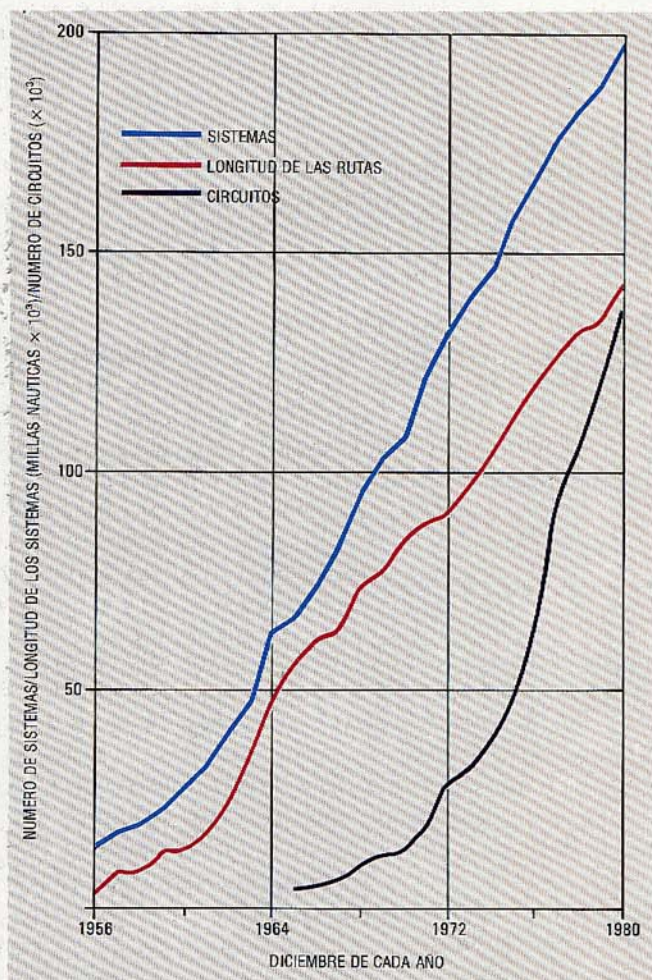


Fig. 1 Desarrollo de la red mundial de cables submarinos: número de sistemas, longitud total en millas náuticas y número de circuitos.

cado por un factor superior a 30: de 4.200 circuitos en 1965 se ha pasado a 136.000 a finales de 1980.

Aun cuando en los primeros tiempos la proporción de circuitos regionales e intercontinentales en la red de cable era aproximadamente la misma, a partir de 1965 se ha producido un desplazamiento y hoy día la relación se hace del orden de 3:1 en favor de los circuitos regionales. Dos factores han determinado fundamentalmente este cambio. El primero ha sido las restricciones impuestas por la Comisión Federal de Comunicaciones a los miembros de la USISC (United States International Service Car-

Tabla 2 - Sistemas de cable submarino de nueva generación

Denominación	S.25	SG	CS.36M	NG
Año de introducción	1976	1976	1974	1977
Capacidad de circuitos (3 kHz)	3440	4000	3600	5520

Tabla 3 - Aumento de la capacidad de circuitos en sistemas transistorizados de cable submarino

Generación	Año de introducción	Margen de capacidades (circuitos de 3 kHz)
Primero	1967	640
Segundo	1971-72	1600-1840
Tercero	1974-77	3440-5520

riers = compañías estadounidenses explotadores de servicios internacionales), las cuales han retardado el desarrollo natural de las rutas intercontinentales de cable en los océanos Atlántico y Pacífico. El segundo factor ha sido el rápido desarrollo de los sistemas de cable de banda ancha.

En los últimos cinco años, se ha desarrollado una nueva familia de Sistemas [2, 3, 4, 5], como muestra la tabla 2. Estos sistemas representan la continuación natural en la "tabla de generaciones" según la cual cada rango sucesivo de sistemas de estado sólido proporciona un incremento de capacidad de 2,5 veces la de sus antecesores inmediatos (tabla 3).

Por esta razón el desarrollo de la red regional de corto alcance en Europa y la Cuenca Mediterránea ha sido la característica más notable del periodo 1965-1980. Ella sola representa alrededor del 70% de la capacidad mundial en cable submarino. Como los volúmenes de tráfico son grandes, los cables de banda ancha son muy apropiados para satisfacer esta demanda.

No obstante, parece que va a cambiar este desequilibrio relativo impuesto por los dos factores mencionados durante los pasados quince años. Un ejemplo actual es la red de cable ASEAN que se está desarrollando en el Pacífico Occidental. Otros dos sistemas transatlánticos, TAT-7 y Brasil-Europa, se instalarán al principio de la década de los 80, y existen asimismo planes a largo plazo para la construcción de rutas intercontinentales de cable en los Océanos Pacífico e Indico durante dicha década.

El desarrollo del sistema Intelsat

Las sucesivas generaciones de satélites de comunicación han ido proporcionando una mayor capacidad de circuitos y una cobertura mundial. El primitivo Early Bird tenía una capacidad de 240 circuitos, mientras que los actuales satélites Intelsat IV-A proporcionan un máximo teórico de 6000 circuitos y dos canales de televisión. A diferencia de lo que ocurre en los sistemas de cable, en los que la filosofía de planificación se parece mucho a la utilizada en las redes terrestres, la red de satélites se basa en proveer la configuración que proporcione la mayor capacidad posible, para permitir la utilización "bajo demanda" en cualquier parte del mundo. Con esta situación, el método más eficaz para estudiar el crecimiento es a base de la "utilización del medio" (es decir, el número de circuitos utilizados realmente en un momento dado).

La figura 2 muestra el crecimiento de la utilización de circuitos presignados, desde 1965, basándose en datos publicados por Intelsat [6]. Partiendo de 66 circuitos, se llegó a un total de 4.900 en 1973 y de 13.809 a mediados de 1979. Aunque el crecimiento inicial fue alto (70% promedio anual), éste procedía de los incrementos discontinuos debido a la incorporación a la red de estaciones terrenas. En el quinquenio 1973-78, surgió una tendencia más suave.

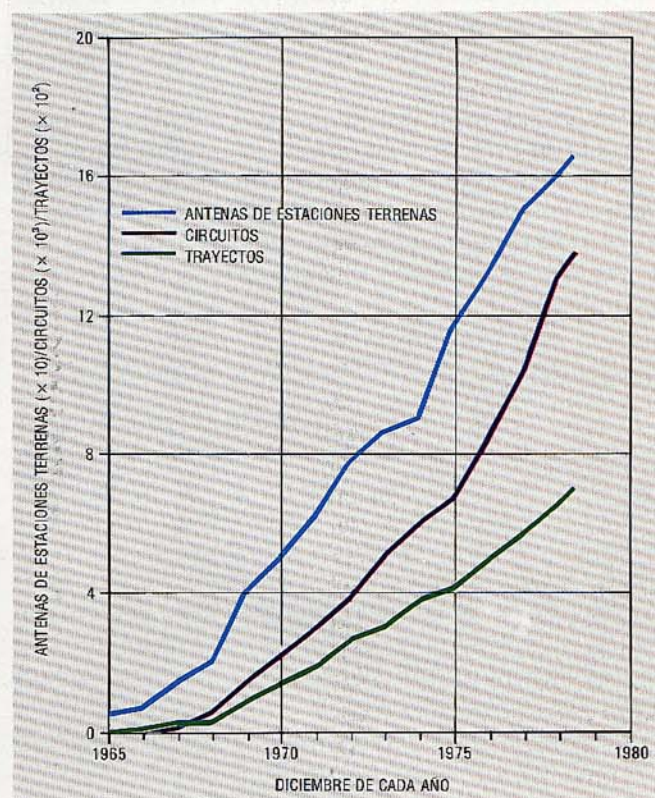


Fig. 2 Desarrollo de la red de satélites Intelsat, en el que se muestra el crecimiento del número de antenas de estaciones terrenas, circuitos y trayectos.

A finales de 1979, la red mundial de satélites de Intelsat constaba de los siguientes vehículos:

- Intelsat IV-A (F1): Trayecto atlántico primario
- Intelsat IV-A (F4): Trayecto atlántico principal 1
- Intelsat IV-A (F6): Océano Indico
- Intelsat IV (F8): Océano Pacífico.

Además de estos cuatro, que proporcionan la cobertura mundial básica, hay otros satélites en órbita para un segundo trayecto atlántico principal, mas varias facilidades de transpondedores alquiladas para sistemas regionales/nacionales, o sencillamente para reserva. Desde la constitución de Intelsat, se han realizado 27 lanzamientos, resumidos en la tabla 4.

El número total de antenas terrestre a mediados de 1979, era de 165 en 135 emplazamientos, en 110 países.

La figura 2 muestra el crecimiento del segmento terreno en el sistema Intelsat. Durante los últimos cinco años ha habido un ritmo de crecimiento relativamente constante, debido principalmente a la entrada en servicio de nuevas

antenas, más que a nuevas estaciones. Por ejemplo, la configuración de tres satélites en la región del Océano Atlántico obliga a los países que tienen un tráfico fuerte a disponer de tres antenas por lo menos.

Otro indicador de la utilización de los sistemas por satélite es el número de trayectos, el cual, según muestra la figura 2, ha crecido constantemente a partir de un valor pequeño en los primeros años de las comunicaciones por satélite (1965-1968). A mediados de 1979, existían 699 trayectos, contando sólo los de Intelsat.

Actualmente se está construyendo una nueva generación de satélites (Intelsat V), cuyo primer lanzamiento tendrá lugar durante 1980. Con una capacidad teórica de 12.000 circuitos y dos canales de televisión, esta nueva generación hará posible una utilización más eficaz de la anchura de banda del transpondedor. Se podrá obtener una capacidad de canales superior funcionando en las nuevas bandas de frecuencia de 11 y 14 GHz, para las cuales habrá que construir nuevas estaciones terrenas adecuadas.

Factores que influyen en el desarrollo de la red

Una interrelación compleja entre cierto número de factores ha originado el rápido desarrollo de la red internacional. Los más importantes son:

- las tendencias en el crecimiento del tráfico y la actividad económica
- las mejoras del servicio
- el grado de madurez de la telecomunicación
- la disponibilidad de medios
- la fiabilidad del servicio.

Vale la pena pasar revista a estos factores para comprender su impacto relativo sobre el desarrollo de la red internacional.

El tráfico y la actividad económica

El factor más importante en la planificación y estructuración de la red internacional es con mucho el tráfico. La generación del tráfico tiene dos factores principales: la actividad económica y las necesidades sociales. De estos dos, la actividad económica tiene un efecto preponderante.

El examen de los datos correspondientes al pasado reciente [7] ha revelado que a pesar de la variedad de servicios ofrecidos por la red internacional, la distribución del tráfico está aún dominada por la telefonía, la cual utiliza más del 80% de la capacidad de la red. Es, pues, conveniente examinar el comportamiento del tráfico telefónico, con relación a la economía mundial y al desarrollo de la red.

Con tal fin, se ha estudiado el comportamiento del tráfico en una muestra constituida por 20 países, para así deducir una tendencia mundial [8].

Tabla 4 - Resumen de los lanzamientos de satélites de Intelsat

Serie	I	II	III	IV	IV-A	Total
Lanzamientos	1	4	8	8	6	27
Fallos de lanzamiento						
o de funcionamiento	0	1	4	1	1	7
Satélites en funcionamiento	0	0	0	5	3	8
Satélites en reserva	0	0	0	2	2	4

Tabla 5 - Crecimiento del tráfico, a largo plazo, en una muestra de 20 países

País	Crecimiento anual medio del tráfico	País	Crecimiento anual medio del tráfico
Alemania Occidental	16,2%	Grecia	36,5%
Argentina	14,1%	Holanda	15,0%
Australia	27,6%	Israel	43,2%
Bélgica	11,9%	Italia	17,8%
Brasil	45,8%	Japón	27,8%
Canadá	11,5%	Reino Unido	20,9%
España	32,6%	Singapur	29,8%
Estados Unidos	23,5%	Suecia	16,5%
Filipinas	26,0%	Suiza	12,6%
Francia	14,1%	Venezuela	27,5%
Crecimiento medio mundial			16,0%

Tabla 6 - Características de crecimiento de tráfico desde 1967 a 1978

Tasa de crecimiento anual	Ejemplos	Características de tráfico
Alta (> 25%)	Brasil Singapur Venezuela	- Plataforma baja - El volumen de tráfico intercontinental supera al regional
Media (20-25%)	Estados Unidos	- Plataforma alta - Los tráficos intercontinental y regional tienden a igualarse
Baja (< 20%)	Bélgica Italia Suiza	- Plataforma alta - El volumen de tráfico regional supera al intercontinental

La tabla 5 da una lista de los países y sus tasas de crecimiento a largo plazo, que varían entre un máximo de 45% y un mínimo de 10% anual. Se apunta un crecimiento de alrededor de un 16% anual para los años 1967-78. La figura 3 muestra esta tendencia, junto con las correspondientes a tres países individuales, mostrando cómo se distribuyen sus tasas de crecimiento alrededor de la media.

Las causas que explican el amplio margen de variación ilustrado en la figura 3 hay que buscarlas en las diferentes características de volumen de tráfico. En lo que afecta al crecimiento en general, se pueden resumir en volúmenes y distribución por destino. La tabla 6 muestra que en la muestra de 20 países investigada, aparecen tres categorías generales. Los países seleccionados poseen en conjunto casi un 80% de las acciones de Intelsat, por lo que la muestra comprende los mayores generadores de tráfico internacional, siendo representativa por tanto de la evolución del tráfico mundial.

Por lo que respecta a la relación entre el tráfico internacional y la actividad económica mundial, en la figura 4 se comparan los crecimientos, en porcentaje anual, del tráfico y del comercio mundial, en términos reales [9]. Merecen destacarse varios hechos.

En el ambiente económico, relativamente estable, que va de 1968 a 1972, el tráfico internacional también fue estable, con una pequeña recesión en 1971 que influyó muy poco en el crecimiento del tráfico. Pero los acontecimientos de 1973-75, que condujeron a aumentos masivos de los precios de las materias primas, combinados con una inflación mundial y una disminución de la actividad económica, habían sido ya anunciados por la reducción de las tasas de crecimiento anual del tráfico internacional.

A partir de 1975 el crecimiento del tráfico se ha acelerado de nuevo, aunque el crecimiento real del comercio mundial continúa siendo incierto. No obstante, se aprecia un esperanzador movimiento ascendente del volumen de tráfico, con relación al bajo nivel de crecimiento experimentado en 1975. Se indica paralelamente una expansión en el comercio que tiende hacia las condiciones de estabilidad que prevalecían con anterioridad a 1971. Esto supone que va a haber una recuperación económica, puesto que el tráfico es un indicador anticipativo de la actividad comercial mundial.

Mejoras del servicio

En las etapas primitivas de desarrollo de la moderna red internacional, se registraron tasas de crecimiento de tráfico muy grandes. A medida que los países iban teniendo acceso a los medios seguros y de gran calidad que se iban ofreciendo, se fue liberando una gran demanda oculta. La primera mejora notable del servicio, surgida en los primeros tiempos, fue la introducción del servicio ininterrumpido durante las 24 horas del día, en casos en los que con anterioridad sólo había sido posible el servicio durante unas pocas horas al día. Sólo este hecho originó que los volúmenes de tráfico se multiplicaran por dos o más durante el primer año subsiguiente a la introducción del servicio.

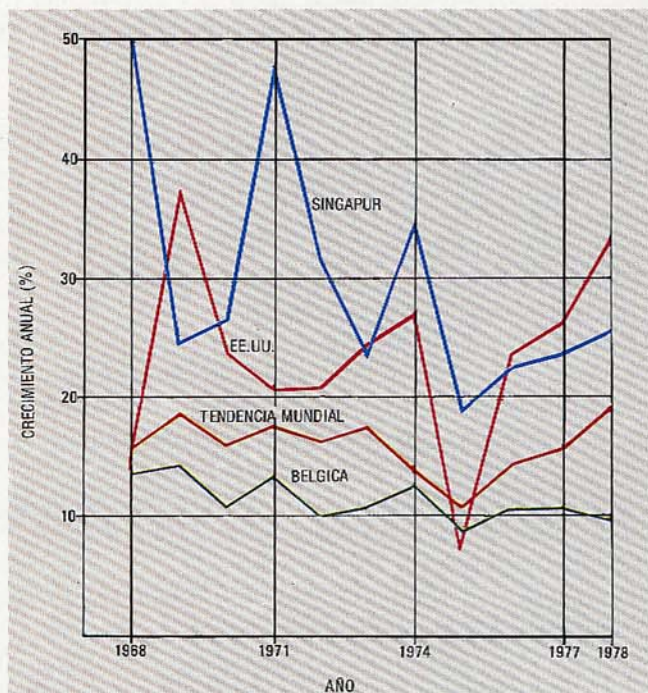


Fig. 3 Crecimiento del tráfico telefónico en tres países típicos, comparados con la tendencia mundial.

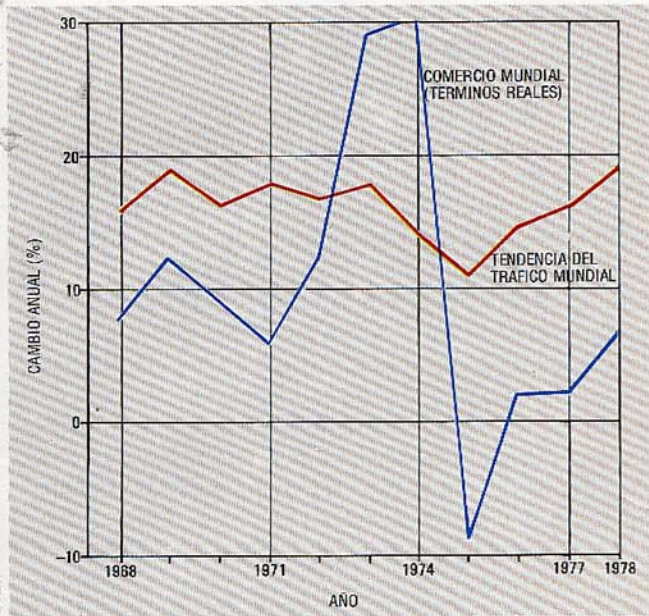


Fig. 4 Relación entre el comercio mundial y el tráfico telefónico.

estos servicios pueden afectar a las necesidades de circuitos en la red mundial.

Dentro de este contexto, hay que recordar que mediante la utilización de medios de transmisión eficaces (por ejemplo, datos conmutados en paquetes) se pueden transmitir grandes volúmenes de información sin tener que aumentar significativamente la demanda de capacidad de circuitos en la red. Por lo tanto se espera que hasta mediados de esta década, las necesidades de comunicaciones de tipo vocal ejercerán una influencia predominante sobre la demanda de circuitos.

Grado de madurez de la telecomunicación

Como resultado de un amplio análisis de los desarrollos de redes de telecomunicación en muchas partes del mundo, los autores han constatado una notable similitud en el comportamiento del tráfico en cada país, aunque distribuidos a lo largo de un gran período de tiempo.

Un estudio más detallado ha permitido identificar dos parámetros interdependientes, que afectan al tráfico:

- el nivel relativo de desarrollo económico de cada país concreto
- el grado de sofisticación de la red nacional de cada país.

En la tabla 7 se recogen algunos ejemplos típicos.

Durante aquellos años iniciales, cada aumento de capacidad, ya fuera por cable o por satélite, daba lugar a un crecimiento abrupto del tráfico. No obstante, a medida que se dispuso de mayores anchuras de banda, se fueron incorporando nuevos servicios y mejoras de los existentes. Las sucesivas mejoras del servicio telefónico (desde el servicio manual al automático, pasando por el semiautomático) estimularon el aumento de la demanda. Un ejemplo espectacular es el de Chipre (Fig. 5) en donde el tráfico telefónico se multiplicó por siete como consecuencia de las mejoras del servicio [10].

Durante los últimos años el servicio internacional automático entre abonados se ha ido extendiendo pregresivamente a muchos países, y los planes para ampliarlo a muchos más están muy avanzados. Hoy día el tráfico telefónico continúa teniendo un puesto preponderante en el conjunto. Pero hay indicios de que otras formas de tráfico, tales como grafía, datos, facsímil y correo electrónico, están comenzando a crecer de manera significativa. A su vez,

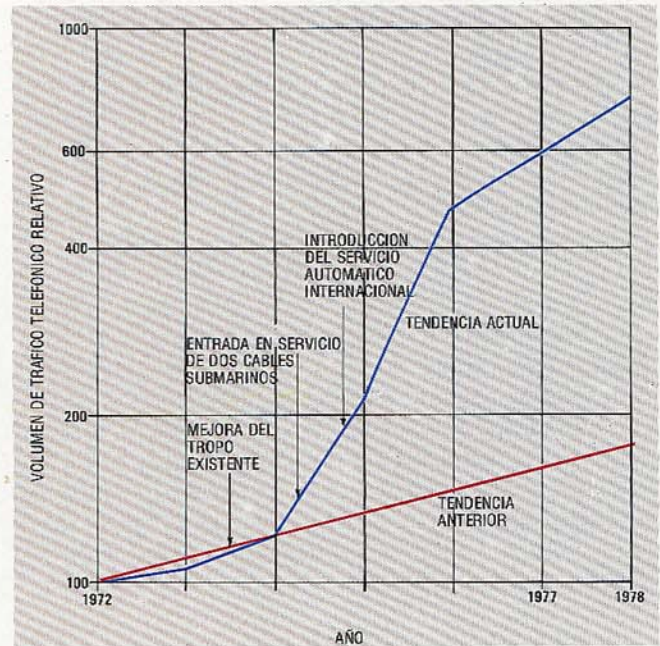


Fig. 5 Efecto de las mejoras del servicio en el crecimiento del tráfico en Chipre.

Tabla 7 - Aumentos típicos del tráfico como consecuencia de las mejoras del servicio

País	Años	Concepto	Aumento del tráfico
Nueva Zelanda	1963-64	Puesta en servicio del cable COMPAC	110%
Egipto	1972	Puesta en servicio del cable Italia-Egipto	90%
Nigeria	1971	Puesta en servicio de la estación terrena Lanlate I	118%
India	1971-72	Puesta en servicio de la estación terrena de Vikram	176%

Este aspecto se ve claramente en la muestra de 20 países listados en la tabla 5, y es aún más evidente en la tabla 6, en la que se definen los límites superior e inferior del margen en función de una "plataforma baja" con "alto crecimiento", y viceversa.

Los países considerados generalmente como desarrollados gozan de economías industrializadas y diversificadas, con redes nacionales muy completas y establecidas desde hace mucho tiempo. Por lo tanto, las características de cre-

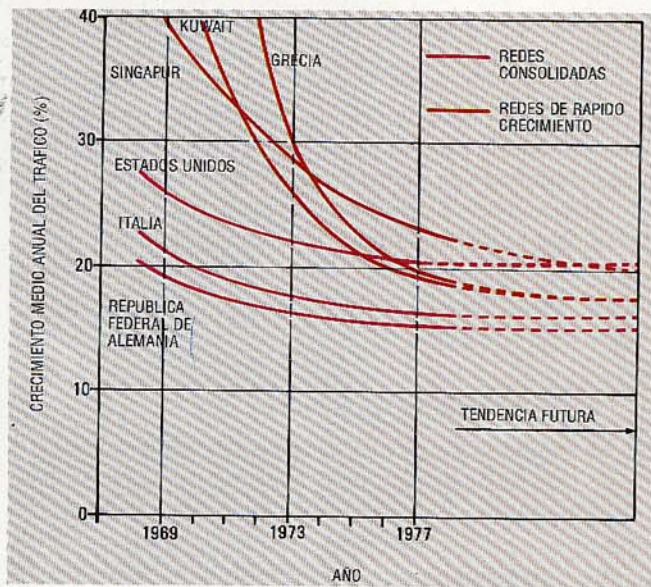


Fig. 6 Comparación del crecimiento de tráfico en tres redes consolidadas, con tres redes de rápido crecimiento.

El crecimiento del tráfico internacional en estos países tienden a ser uniformes y muy parecidas a la tendencia media mundial. Los países menos desarrollados poseen un nivel potencialmente alto de demanda de telecomunicación insatisfecha. A medida que progresa su desarrollo económico y se multiplican las inversiones en las redes nacionales, estos países experimentan la transición de "plataforma baja, alto crecimiento" a "plataforma alta, bajo crecimiento". De esta manera se obtiene una medida del grado de madurez en telecomunicación.

Teniendo en cuenta estos desfases temporales del desarrollo económico relativo de los países de la muestra, en la figura 6 se compara el crecimiento del tráfico en tres redes ya muy consolidadas y en otras tres en rápido desarrollo. El proceso de acercamiento de éstas a aquéllas queda claramente puesto de manifiesto en la figura. En los casos de Grecia y Kuwait se puede apreciar que la forma en que crece su tráfico internacional se está aproximando ya a la de las redes muy consolidadas. La figura 6 sugiere que cuando todos los países en vías de desarrollo alcancen su plena madurez en telecomunicación, tendrá lugar una convergencia con las tendencias mundiales.

Disponibilidad de medios

La ley de la oferta y la demanda es tan válida en las telecomunicaciones internacionales como en otras actividades. La introducción de los primeros sistemas transoceánicos por cable y satélite, que sustituían a la radio en alta frecuencia y suministraban una transmisión de gran calidad a un coste económico, estimuló hasta tal punto el crecimiento del tráfico, que la demanda de circuitos llegó a superar a la oferta. Así, por ejemplo, se agotó la capacidad de los primeros cables transatlánticos antes de que transcurrieran dos años de su puesta en servicio. Quizás se habrían superado las tasas de crecimiento anual de utilización de 40-70% si no hubiera sido por las limitaciones tecnológicas tanto de los cables como de los satélites.

La situación se invirtió cuando se dispuso de medios de transmisión de banda ancha durante los años setenta, y hoy día la oferta de circuitos en la red internacional va por delante de la demanda. El período 1970-79 se ha caracterizado por un aumento relativamente uniforme de la oferta y la demanda de circuitos vía cable y satélite, de alrededor del 21-22% anual. El estímulo de tráfico generado por el servicio internacional automático ha sido absorbido por la capacidad de circuitos disponible.

En general, el crecimiento medio del tráfico mundial se ha estabilizado en torno a un 16% anual, valor que se utiliza en la actualidad para hacer predicciones. La figura 7 muestra la predicción de la demanda mundial de circuitos vía satélite, preparada por Intelsat. La tasa de crecimiento se ha ido reduciendo del 25-30% en los primeros años de la década de los setenta al 16% al principio de los ochenta. Similares características aparecen en las predicciones publicadas por las Comisiones del Plan del CCITT [7].

Estas predicciones de un crecimiento cada vez menor se basan en la creencia de que la explosión de las comunicaciones experimentada en los sesenta no es probable que se repita en tan gran escala en un previsible futuro. La oferta puede equilibrar a la demanda, y con los medios de transmisión de la banda ancha y el servicio automático ya introducido en las principales arterias de tráfico mundial, el efecto de crecimiento acelerado del tráfico en las arterias menores ha de tener un efecto relativamente pequeño sobre el conjunto total.

Fiabilidad de servicio

La fiabilidad es un parámetro fundamental si se han de cumplir los objetivos de servicio de la red internacional.

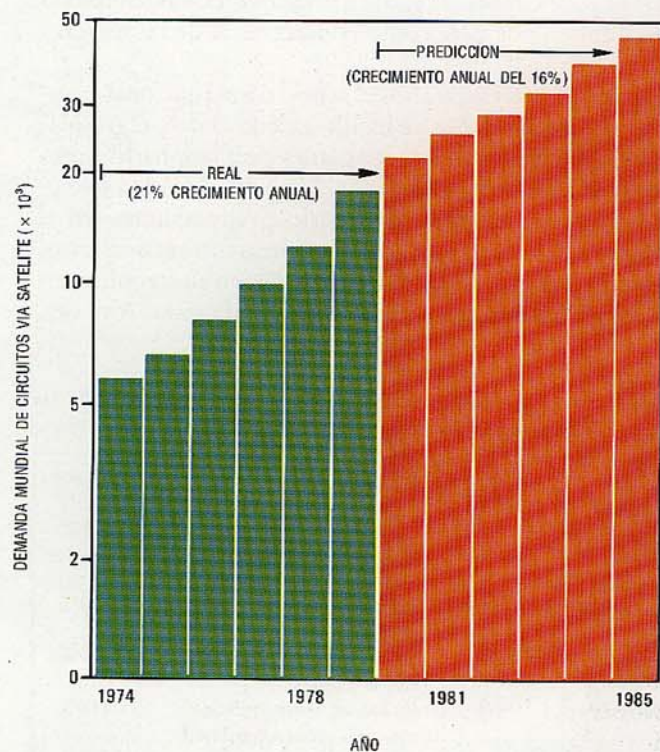


Fig. 7 Utilización real y prevista de los circuitos Intelsat desde 1974 a 1985.

Aunque los medios de transmisión tanto vía cable como vía satélite son intrínsecamente fiables, la situación ideal de una ausencia total de fallos no es probable que se consiga.

Por lo tanto, hay que tomar una serie de medidas para maximizar la fiabilidad, incluyendo encaminamientos múltiples, capacidad redundante y planes de restauración.

El tener dos o más rutas de transmisión paralelas disminuye la degradación de servicio en condiciones de fallo. Se puede conseguir de dos maneras diferentes:

- *Diversidad de rutas:* enlaces de transmisión similares que recorren rutas separadas geográficamente, como garantía contra una avería en una de las rutas.
- *Diversidad de medios:* los enlaces de transmisión utilizan varios medios distintos, disminuyendo así la vulnerabilidad ante un fallo.

Las técnicas complementarias de redundancia y de planificación de la restauración dan una seguridad aún mayor a la diversidad de medios y de rutas. La necesidad de redundancia surge de la necesidad de mantener un servicio mínimo aceptable en condiciones de emergencia. La planificación de la restauración da los medios para aprovechar rápidamente la capacidad redundante y conseguir un deterioro mínimo de la calidad de servicio.

La red internacional, bajo su forma actual, está estructurada hasta cierto punto según los circuitos anteriores. Entre el Reino Unido y el continente europeo, las principales arterias de tráfico están diversificadas por rutas y medios, utilizando varios cables submarinos de banda ancha, y enlaces de microondas a través del Canal de la Mancha. Cada rama de la red dispone de cierta capacidad redundante, existiendo procedimientos para re-encaminar el tráfico en el caso de fallo de una cualquiera de las ramas.

Procedimientos análogos se han aplicado en algunas rutas intercontinentales. Un ejemplo significativo es el caso del Atlántico Norte. En este caso, la diversidad de medios la dan los trayectos por cable y por satélite, demostrándose así la interdependencia mutua de cables y de satélites en la red mundial. La red de cables ASEAN, actualmente en construcción, cubrirá la misma necesidad en el Pacífico Occidental, donde, hasta hace poco, las comunicaciones regionales dependían por completo de los satélites del Océano Pacífico y del Océano Indico.

Inversiones e ingresos

El desarrollo de la red internacional hasta alcanzar su estado actual ha requerido grandes inversiones de capital. No obstante, también los ingresos han sido enormes, dando lugar a unas grandes tasas de rentabilidad de las inversiones.

Inversiones en la red internacional

La red mundial de estaciones terrenas, satélites de Intelsat y cables submarinos constituyen un claro exponente de una considerable inversión de capital. El análisis de los datos de coste disponibles (información publicada y nuestros propios datos), relativos a los segmentos espacial y terreno de Intelsat, y también de los sistemas de cable submarino, nos da el perfil inversión/tiempo que aparece en la figura 8.

La evolución de las inversiones anuales muestra que tras

el gran progreso inicial de la red de cables submarinos, hubo un incremento relativamente pequeño hasta 1973. Mientras tanto, la inversión se dirigió preferentemente a la expansión de la red de comunicaciones por satélite: aumentó rápidamente el número de estaciones terrenas, lanzándose sucesivas generaciones de satélites. Hacia 1974 prácticamente se habían equilibrado las inversiones en cables submarinos y en satélites. Los nuevos sistemas

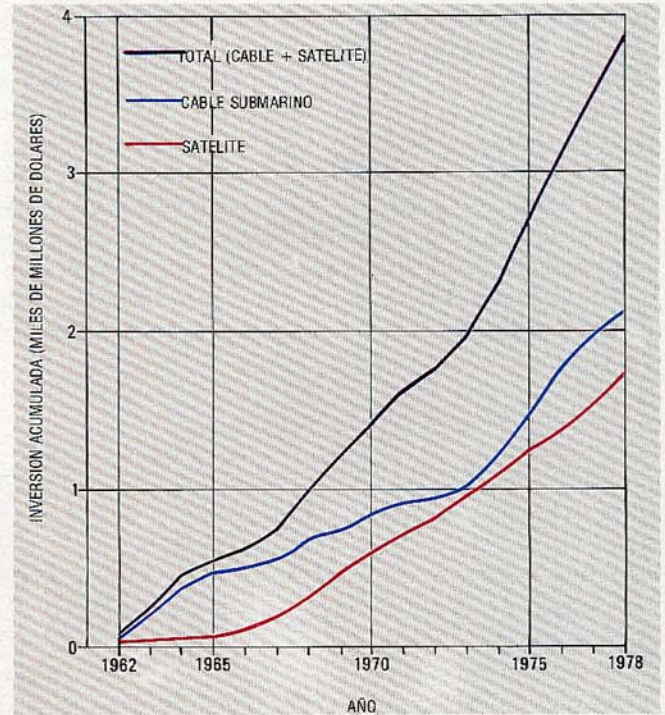


Fig. 8 Inversión acumulada en las redes de cable submarino y de satélites.

transocénicos que entraron en servicio en el período 1973-78 (CANTAT-2, TRANSPAC-2, TAT-6, COLUMBUS) hicieron aumentar notablemente la inversión en cables submarinos.

Durante este período se invirtieron, a nivel mundial, más de 1000 millones de dólares en sistemas submarinos, lo cual no hace sino demostrar la confianza que, a largo plazo, se ha depositado en la tecnología de cables submarinos. Tal nivel de inversiones ha de estar asimismo forzosamente basado en un análisis crítico y bien fundado de la economía relativa y de los atractivos funcionales de la red de telecomunicaciones submarinas. Durante el mismo período, la inversión en la red de satélites (Intelsat) fue de unos 750 millones de dólares.

A lo largo de un período mucho más largo (1962-78), se estima que el coste global de los medios de transmisión internacional sobre cable submarino asciende a 2000 millones de dólares, siendo además de unos 1800 millones la cifra correspondiente a los sistemas por satélite.

Quizás pueda resultar interesante el examen de algunos datos estadísticos en este aspecto. A finales de 1978, la red

de cable tenía 104.000 circuitos, lo cual da una inversión media, por circuito de 19.200 dólares, por término medio. Por otro lado, en el sistema Intelsat sólo se utilizaban 12.638 circuitos, lo cual da una inversión por circuito utilizado a finales de 1978, de 142.500 dólares.

Si tuviéramos en cuenta la capacidad total disponible en el segmento espacial (4 x 6000 circuitos), la inversión promedio resultante sería de 75.000 dólares por circuito.

Estos ejemplos demuestran inmediatamente que en los sistemas por satélite se necesita una inversión por circuito mucho mayor, como consecuencia de la corta vida del vehículo espacial y de la prematura obsolescencia tecnológica de las primitivas generaciones de satélites Intelsat. También se demuestra que las comparaciones de coste hay que realizarlas con gran cuidado, sobre todo si se efectúan aisladamente.

Hay que añadir que la cifra impresionante de 3800 millones de dólares invertidos hasta la fecha en la red internacional, no incluye una cantidad importante y creciente, correspondiente a los sistemas de satélites nacionales existente y a los regionales ya planificados (por ejemplo, los de USA, Canadá, Indonesia, ARABSAT, el satélite Europeo de Comunicaciones, etc.).

Ingresos

Evidentemente, el nivel de inversiones mencionado anteriormente ha de estar acompañado por un alto potencial de rentabilidad. Las comunicaciones internacionales en verdad representan una gran fuente de ingresos, como indica lo sucedido en USA [11]. Sólo las compañías explotadoras en los Estados Unidos recibieron más de 1.350 millones de dólares como ingresos procedentes de los servicios internacionales en 1978. La figura 9 muestra los ingresos anuales de dichas compañías entre 1951 y 1978, divididos en tráfico telefónico y de grafía. El diagrama ilustra un fenómeno bien conocido. Hasta que se llegó a establecer un buen servicio de comunicaciones de voz (antes de 1956), los ingresos procedentes de los servicios de grafía superaban claramente a los procedentes del servicio telefónico. Cuando mejoró la calidad del servicio telefónico, el tráfico telefónico se convirtió rápidamente en el factor predominante en los ingresos, creciendo del 22% en 1951, al 71% en 1978.

Este ejemplo, sacado de USA, es típico de la tendencia aplicable al resto de países con medios y servicios de comunicación modernos. Asimismo, establece las bases para el dimensionado de la red internacional en lo que se refiere a circuitos y anchura de banda.

Con el fin de aportar otro dato más sobre el nivel financiero de las operaciones internacionales, se han analizado y resumido en la tabla 8 los ingresos para una muestra de siete países (Administraciones) [11, 12]. En conjunto, estas siete Administraciones representan el 60% del tráfico mundial internacional.

Estas cifras indican sin duda alguna que, en términos financieros, las comunicaciones internacionales caen dentro de la clasificación de industria puntera.

Aunque se dispone de menos información en lo que se refiere a rentabilidad, es bien sabido que el segmento internacional es una parte muy rentable de la actividad de una administración. Los datos publicados apoyan esta afirmación [11, 12]. Tales niveles de rentabilidad continúan estimulando una inversión cada vez mayor en la ampliación de la red.

Planes futuros

Ya se ha comprometido una inversión de unos 500 millones de dólares en el programa Intelsat V para el segmento espacial. Las modificaciones que hay que realizar en las estaciones terrenas para que puedan trabajar con Intelsat V, junto con las nuevas estaciones en la banda 11-14 GHz, representarán otros 100 millones de dólares como mínimo. Ya se han iniciado estudios para la definición del sistema y calendario de la nueva generación de satélites (Intelsat VI), para la cual hay que esperar una inversión de capital por encima de los 500 millones de dólares.

Por otro lado, hay muchos países que están planificando nuevos enlaces submarinos. La tabla 9 detalla el programa de construcción conocido hasta finales de 1981 [13]. Durante 1980 y 1981 entrarán progresivamente en servicio trece rutas, las cuales representan más de 10.000 millas náuticas y 12 millones de circuitos-milla, con un coste estimado de unos 480 millones de dólares.

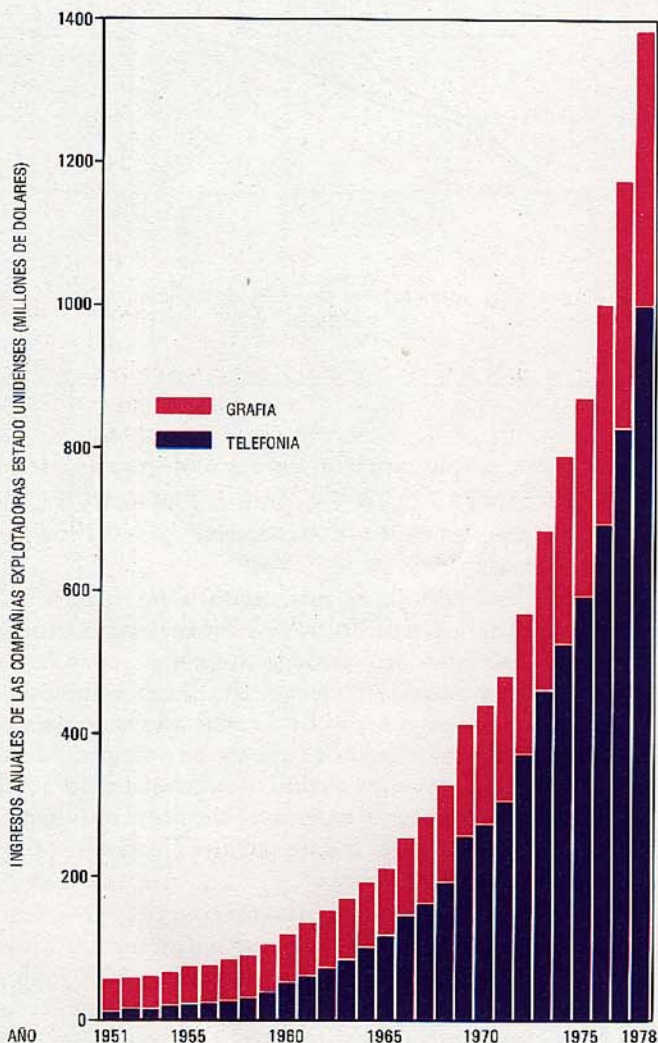


Fig. 9 Ingresos obtenidos por las compañías explotadoras norteamericanas procedentes de los servicios internacionales tanto de grafía como de telefonía.

Tabla 8 - Ingresos procedentes del servicio internacional

Administración	Ingresos (millones de dólares de EE. UU.)	
	Anuales en 1978	Acumulados en el período 1970 a 1978
Cíes. de servicio de EE. UU.	1.388	7.343
British Post Office	1.176	5.174
Cable & Wireless	354	1.425
CTNE (España)	253	872
Embratal (Brasil)	238	672
OTCA (Australia)	117	604
Teleglobe-Canadá	90	481
Total	3.616	16.571

Especial significado tienen en esta tabla varios proyectos en los que los países en vías de desarrollo, por primera vez, establecerán conexiones por cable submarino para complementar sus actuales medios de transmisión vía satélite.

Aspectos económicos

No son fáciles las comparaciones económicas entre los sistemas vía cable y vía satélite. Aunque se han escrito varios artículos sobre el tema, sigue siendo un tema polémico [14, 15, 16, 17].

No obstante, las Administraciones y la USISC apoyan la construcción de sistemas submarinos, por lo que su método de evaluación económica debe de ser válido. Después de todo, son ellos quienes realizan las inversiones, operan los medios de transmisión y finalmente reciben los beneficios financieros.

Dada la dispar naturaleza de los sistemas por cable (circuitos punto a punto) y por satélite (distribución de circuitos multipunto), no es suficiente realizar comparaciones basadas en:

- inversión de capital
- inversión en el segmento espacial
- coste incremental de un circuito.

Es pues necesario garantizar un uso correcto de los distintos parámetros aplicables a los circuitos por cable y por satélite. Una comparación significativa es la basada en las cargas anuales por medio circuito. En el caso de los circuitos por cable, el cálculo de dichas cargas es sencillo. En el caso de los circuitos por satélite, la utilización de las cargas por medio circuito es una aproximación directa del coste verdadero, puesto que tiene en cuenta los costes de operación de la(s) estación(es) terrena(s) y el producto final de la inversión de Intelsat (es decir, lo que se cobra por la utilización del segmento espacial).

Es pues evidente que, basándose en la carga anual por medio circuito, se realiza siempre una comparación entre elementos homólogos. Este hecho ha sido reconocido por muchas Administraciones y la USISC [16].

Sistemas submarinos

La carga anual para circuitos por cable submarino A_c , bien definida por la experiencia, se puede expresar en fun-

ción de la inversión inicial C_c . Para calcular las cargas anuales, se tienen en cuenta tres elementos de coste principales:

- depreciación (vida de 25 años): 4%
- coste del dinero, por ejemplo: 10%
- operación y mantenimiento: 1%

que arrojan un total del 15%.

En algunos casos, especialmente en países como USA, en donde las cargas anuales forman parte de la tarifa, se pueden incluir asimismo los impuestos dentro de las cargas anuales.

Tabla 9 - Sistemas submarinos previstos para 1980 y 1981

Ruta	Capacidad (circuitos)	Longitud (millas náuticas)	Circuitos- milla náutica (miles)
Costa de Marfil-Nigeria	480	565	271
Malasia Oriental-Occidental	1.200	462	554
Reino Unido-España 3	4.140	423	1.751
Singapur-Indonesia	480	570	274
Reino Unido-Dinamarca 3	3.900	297	1.151
Francia-Argelia 3	2.580	492	1.107
Japón-Corea	2.700	151	408
Siria-Grecia	480	630	302
India-Malasia (IOCOM)	480	1.350	648
Islas Vírgenes-Brasil	640	2.250	1.440
Islas Vírgenes-Venezuela 2	640	550	352
Guam-Taiwán	640	1.700	1.088
Francia-Grecia	2.580	1.053	2.717
Total nuevas instalaciones	20.940	10.493	12.063

Las cargas anuales totales para circuitos por cable tienen a variar dependiendo de factores tales como coste real del dinero, normas de depreciación y costes de mantenimiento, pero los valores reseñados más arriba son válidos para una arteria principal de transmisión a larga distancia.

Si se realiza un estudio económico de un sistema completo por cable (en contraposición a simplemente la adquisición de derechos irrevocables de uso de circuitos), hay que considerar otro factor: el porcentaje de llenado o utilización media eficaz de los circuitos del cable. Para ello se deduce el factor estimado de llenado F del sistema, que para una vida de 25 años viene dado por:

$$F = \frac{(n_1 + n_2 + \dots + n_{25})}{25N}$$

en donde

n_1, n_2, \dots - número de circuitos con tráfico en los años 1 a 25.

N - capacidad del sistema; esta estará normalmente planificada para que el factor de llenado F esté entre 0,70 y 0,80.

La carga anual por medio circuito para un cable con un coste inicial C_c , una capacidad de N circuitos y un factor de llenado F (excluyendo los impuestos) sería:

$$A_c = \frac{0,15C_c}{2NF}$$

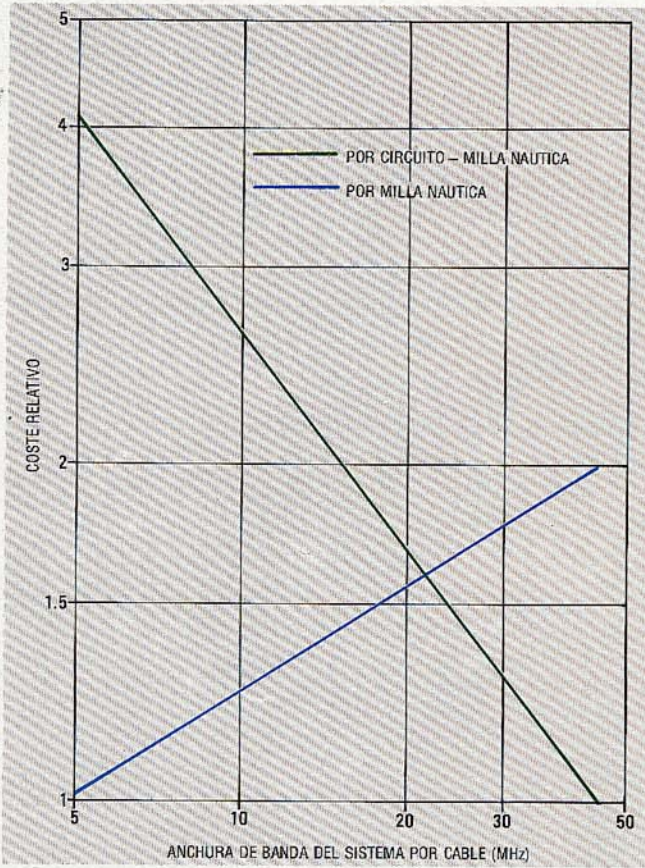


Fig. 10 Costes de los sistemas de cable submarino por milla náutica y por circuito-milla náutica, mostrando cómo la introducción de los cables modernos de banda ancha ha reducido espectacularmente dichos costes.

La inversión inicial es función de:

- la capacidad del sistema (frecuencia máxima f)
- perfil de la ruta (relación entre los segmentos en aguas superficiales y profundas)
- distancia a la planta de fabricación del cable.

La experiencia acumulada indica que suponiendo que el desarrollo de nuevos sistemas de banda ancha se basa en la evolución de la anterior tecnología, se puede utilizar una ley empírica basada en una raíz cúbica para predicciones aproximadas de coste. El coste de un sistema de 14 MHz (1840 circuitos de 3 kHz) para un perfil de ruta medio puede estimarse en 60.000 dólares por milla de sistema, a precios de 1981.

Así pues, el valor de C_c se puede aproximar mediante la ecuación:

$$C_c = 60.000 (f_n/f_o)^{3/2} \text{ dólares por milla náutica}$$

en donde:

$$f_o = 14 \text{ MHz}$$

$$f_n = \text{frecuencia del sistema en MHz.}$$

La relación se muestra, en términos relativos, en la figura 10, la cual pone claramente de manifiesto la economía de escala ofrecida por los sistemas modernos de cable de banda ancha.

Utilizando la información anterior y la figura 10, se puede deducir un margen de valores de A_c para un diseño o longitud de sistema dados.

Comunicaciones por satélite

La composición de los costes anuales A_s es algo más compleja en este caso; consta de los elementos:

- la carga del segmento terreno, A_t
- la carga del segmento espacial, S .

A_t está relacionada con la inversión, operación, mantenimiento y modernización tecnología del equipo que permite trabajar con el segmento espacial. En una primera aproximación, la carga anual, no relacionada con los circuitos, basada en el coste de la estación y carga anual por ruta, relacionada con el número de portadoras de transmisión y recepción, complejidad del equipo, modernización del funcionamiento, etc., se puede combinar teniendo en cuenta todas las inversiones de capital relacionadas C_s .

Los principales elementos de coste de A_t son:

- depreciación (10 años): 10%
- coste del dinero: 10%
- operación y mantenimiento: 10%

lo cual da un total de A_t del 30%, es decir, que la carga anual por medio circuito en el segmento terreno, A_t es $0,30 C_s/N$ en donde

C_s = inversión total en la estación terrena. Varía notablemente según la complejidad y capacidad, pero es razonable una cifra entre 5 y 7 millones de dólares, siendo 6 millones una cifra típica. No obstante, los costes han sido muy superiores en algunas ocasiones (10-15 millones de dólares) [14].

N = número total de circuitos activos en la estación terrena.

La figura 11 muestra la utilización de la capacidad de antena de las estaciones terrenas del sistema Intelsat a mediados de 1979. Sorprende hasta cierto punto que la utilización media mundial de las estaciones terrenas era de sólo 170 circuitos por estación [6]. Exceptuando solo ocho estaciones que manejan cantidades por encima de 500 circuitos (o sea, por encima de la capacidad de un sistema submarino a 5 MHz), había 116 estaciones cuya utilización estaba por debajo de la media mundial, existiendo 69 estaciones con menos de 50 circuitos. Esta baja utilización hay que tenerla en cuenta a la hora de hacer análisis económicos, o cuando se aducen grandes ventajas de coste para las comunicaciones vía satélite.

Volviendo al segmento espacial, hay que pagar a Intelsat un alquiler (es decir, la carga anual S) por la utilización de los satélites. La unidad básica es el medio circuito, asociado con el satélite y una estación terrena. Desde el principio de las comunicaciones espaciales en 1965, Intelsat ha logrado importantes reducciones en las cargas. En la actualidad, (1980) la carga anual es de 5.120 dólares, que puede compararse favorablemente con los 20.000 dólares que había que pagar hace tan solo diez años. La predicción para 1984 es de 4.200 dólares, y su consecución dependerá del éxito de la serie Intelsat V y de la fecha de introducción de los diseños sucesivos.

La carga anual total A para medio circuito por satélite es $A_s = A_t + S$. La experiencia indica que A_t es el sumando

más importante, sobre todo para las estaciones terrenas que manejan tráficos relativamente modestos. No obstante, como en el caso de los satélites, las cargas son independientes de la distancia, se aplican lo mismo a rutas cortas, medianas o largas.

Comparación de costes satélite-cable

Partiendo de la más simple perspectiva económica, se alcanza el punto de indiferencia económica cuando $A_c = A_s$.

En el caso de A_c hay una dependencia de la longitud del sistema y de su capacidad. En el caso de A_s , las variaciones son debidas a los distintos valores de A_i para cada compañía explotadora, y a cambios anuales de los valores de S .

Por lo tanto, cualesquiera suposiciones concretas, relativas a valores reales para los elementos mencionados más arriba, solo son válidas para un caso concreto. No obstante, las fórmulas dadas en este artículo dan suficientes datos para deducir tal información para los parámetros reales en consideración. Se puede así demostrar que para las principales arterias de tráfico, los sistemas submarinos ofrecen unas ventajas económicas muy atractivas, además de otras ventajas tales como:

- Circuitos de gran calidad, prácticamente libres de retar-

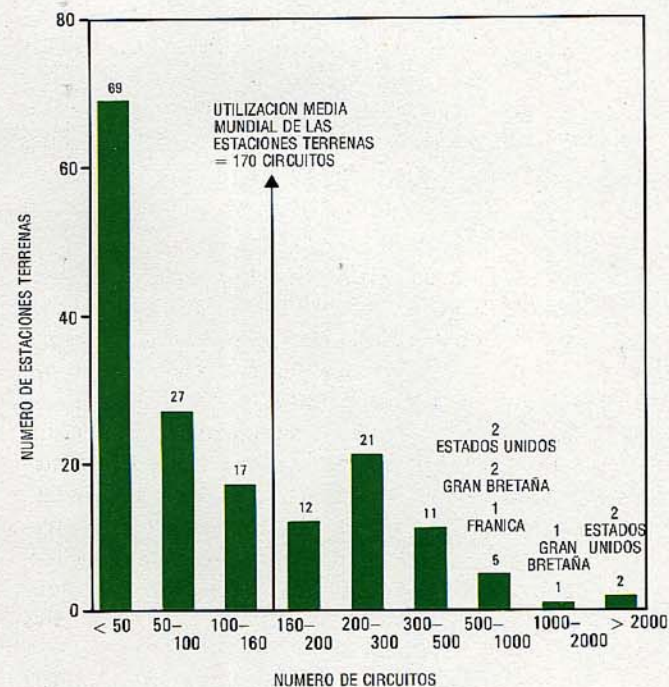


Fig. 11 Utilización de la capacidad de las estaciones terrenas del sistema Intelsat a mediados de 1979.

dos lo cual, a diferencia de lo que ocurre con los satélites, permite la conexión en tándem para salvar grandes distancias.

- Una notable fiabilidad de funcionamiento.
- Una larga vida del sistema, sin constantes modificaciones del equipo y de las rutinas de funcionamiento, con los costes consiguientes.

El futuro

Las Administraciones, a nivel mundial, están hoy día claramente del lado de una utilización equilibrada de los sistemas vía cable y vía satélite, para conseguir sus objetivos de comunicación internacional. Incluso conociendo los planes para la introducción de los Intelsat V, los países que manejan una cantidad sustancial de tráfico están también planificando nuevos sistemas de cable submarino. Varios de estos países ya han contratado nuevos sistemas por cable (tabla 9). Muchos otros sistemas se encuentran en distintas etapas de planificación (Atlántico Sur, Asia Sudoriental, Pacífico, Indico, Caribe y Cuenca Mediterránea). Unos 19 sistemas se hallan en fase de planificación, lo cual representa una longitud de ruta potencial de 20.000 millas náuticas, y casi 40 millones de circuitos-milla.

Esta expansión será esencial para poder satisfacer los tráficos que se prevén, no sólo en el caso de servicios ya establecidos, sino también para nuevas necesidades relacionadas con la transferencia rápida de información visual o escrita.

Naturalmente, la tecnología de satélites responderá a esta demanda desarrollando nuevas series de satélites para Intelsat u otros sistemas nacionales o regionales.

No obstante, la tecnología de sistemas submarinos responderá también con mayores anchuras de banda, a medida que el tráfico lo demande, y naturalmente con costes inferiores por circuito-milla. Esto se logrará con mejoras de los diseños actuales, o mediante la introducción de nuevos elementos y técnicas, tales como los sistemas de fibra óptica [18].

La interacción competitiva de los sistemas submarinos y por satélite ha jugado un papel importante en la estimulación del progreso tecnológico en ambas áreas, y en la consecución de un servicio internacional mundial mejor y más barato. Las ventajas son reales, puesto que a pesar de la notable inflación anual, el coste actual de una llamada intercontinental es muy inferior al de la era de los circuitos por radio de alta frecuencia [19].

Es de esperar que continúe esta rivalidad tecnológica a lo largo de la próxima década, proporcionando así el elemento catalizador para lograr una red global de comunicaciones barata, integrada, segura, amplia y fiable.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a la dirección de Standard Telephones and Cables por haber permitido utilizar los datos contenidos en este artículo, y a sus colegas que les ayudaron en los estudios detallados. En cualquier caso, las opiniones expresadas en este artículo son sólo las de los autores.

Referencias

- [1] B. M. Dawidziuk: The Role of Submarine Systems in the Global Communications Network; IEE International Conference on Submarine Telecommunications Systems. Publicación n° 183, págs. 14-17, febrero 1980.
- [2] P. Valle et al.: Le Systeme Sous-marin S. 25; L'Echo des Recherches (79), enero 1975, págs. 10-19.
- [3] SG Undersea Cable System: Número especial de BSTJ; volumen 57, septiembre 1978, n° 7, parte I, págs. 2313-2564.
- [4] H. Tabata, N. Ide: A New 2700 Channel Submarine Coaxial System; Japan Telecoms Review, abril 1974, págs. 115-123.

- [5] Sistema de cable submarino NG-1; Comunicaciones Eléctricas, 1978, volumen 53, n° 2, págs. 122-155.
- [6] INTELSAT: Informes de situación de los sistemas (junio 1968-junio 1979).
- [7] Unión Internacional de Telecomunicaciones; Regional and World Plan Committee Publications, Ginebra 1974-1979.
- [8] Unión Internacional de Telecomunicaciones; Anuario estadístico de las telecomunicaciones del sector público 5ª edición, 1978; 6ª edición, 1979; 7ª edición, 1980. Todas de Ginebra.
- [9] International Monetary Fund; International Financial Statistics, Washington, USA, 1975-1979.
- [10] Cyprus Telecommunications Authority Annual Reports, Nicosia, 1974-1978.
- [11] Federal Communications Commission; Statistics of Communication Common Carriers, Washington, USA, 1951-1978.
- [12] Annual Reports and Accounts: Cable & Wireless; CTNE, OTCA, British Post Office, Embratel, Teleglobe-Canadá, 1968-1978.
- [13] CCITT/CCIR Plan mundial, París 1980, Documento provisional n° 26.
- [14] B. I. Edelson et al.: Cost Effectiveness in Global Satellite Communications; IEE Communications Society Magazine, enero 1977, págs. 16-27.
- [15] B. M. Dawidziuk: Have Satellites Sunk the Submarine Cables; Telecommunications, volumen 9, n° 3, marzo 1975, págs. 25-41.
- [16] In the Matter of Transatlantic Telecommunications: Policy to be followed in Future Licensing of Facilities for overseas Communications, Docket N° 18875. Federal Communications Commission, Washington, USA. US International Carriers Submissions (1976-1978).
- [17] Federal Communications Commission, Washington, COMSAT's Submissions, 1976-1978.
- [18] J. F. Tilly: Submarine Systems; Phil. Trans. R. Soc. Lond. A289, págs. 151-158 (1958).
- [19] J. E. Cole et al.: US International Telecommunication Rate History; O. T. Report 75-77, US Dept. of Commerce, Washington, USA, noviembre 1975.

B. M. Dawidziuk nació en Polonia en 1926, habiéndose licenciado en ingeniería en la Universidad de Londres. Desde 1952 a 1964 trabajó en el diseño, desarrollo e ingeniería de los sistemas submarinos de telecomunicación. Posteriormente ha estado relacionado con estudios técnicos y económicos en la red internacional. En la actualidad es director de planificación y desarrollo de mercados en la División de sistemas Submarinos de STC.

H. F. Preston nació cerca de Londres en 1930. Tras un período de 8 años en la industria, dedicó 11 años a su trabajo en la Administración de los PTT de Nigeria, trabajando en la planificación y operación de su red nacional. Desde 1966 se ha dedicado a estudios de tráfico y tarifas, y a evoluciones económicas relacionadas con los sistemas submarinos de telecomunicación. En la actualidad es director de planificación de mercado en la División de Sistemas Submarinos de STC.

Modernos sintetizadores de frecuencia multicanales para equipos radiotelefónicos

La moderna tecnología de semiconductores ha hecho posible utilizar fundamentalmente nuevas técnicas para generar las numerosas frecuencias portadoras y auxiliares necesarias en la más reciente generación de equipos radiotelefónicos. Otras ventajas de los últimos diseños son una considerable reducción en peso y tamaño.

H.-P. KETTERLING

Standard Elektrik Lorenz AG, Berlín, República Federal de Alemania

Introducción

La tecnología de los modernos equipos radiotelefónicos se hace cada día más compleja y sofisticada. Nuevos componentes, demandas más exigentes, mayor número de canales y la creciente presión para una mayor reducción de coste, han originado el abandono de las soluciones convencionales por nuevos conceptos en la construcción de los equipos de radio. Este artículo ilustra las características principales y las tendencias en el desarrollo de sintetizadores de frecuencia multicanales, corazón de los equipos radiotelefónicos modernos.

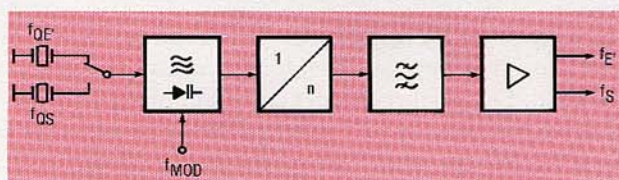
Sintetizadores de frecuencia multicanales convencionales

Los constituyentes más importantes de un equipo radiotelefónico son ordinariamente un receptor, un transmisor y un sintetizador de frecuencia que genera diversas frecuencias de transmisión modulables y las frecuencias auxiliares necesarias para convertir las frecuencias de recepción en primera, y si es necesario, segunda frecuencia intermedia [1]. La figura 1 muestra el diagrama de bloques de un equipo de esta naturaleza.

El sintetizador de frecuencia más sencillo consiste en dos osciladores de cristal (no es posible conseguir la precisión de frecuencia necesaria con otros osciladores), con frecuencias que en algunos casos deben todavía multiplicarse. Uno de los osciladores debe ser capaz de modulación, a no ser que se utilice un modulador separado.

Para equipos simplex o semi-duplex, el coste del sintetizador de frecuencia puede reducirse utilizando el mismo tipo de oscilador y multiplicador para transmisor y receptor; en este caso, el oscilador debe contener cristales con-

mutables. Los equipos con modulación de frecuencia o de fase utilizan generalmente un oscilador de cristal controlado por voltaje (VCXO, de voltage controlled crystal oscillator). Los moduladores independientes sólo pueden ser moduladores de fase y para lograr la necesaria desviación de fase y de frecuencia deben utilizar multiplicadores multietapas. La figura 2 muestra un sencillo sintetizador de frecuencia para un equipo de un sólo canal, tal como el ra-



Ejemplo: CB, bandas de 7 m y 4 m $n = 1$
 banda de 2 m $n = 2$
 banda de 0,7 m $n = 2 \times 3 = 6$

f_{OE}, f_S : Frecuencias armónicas mf_0 , con $m = (1, 3, 5, (7, 9 \dots))$

Fig. 2 Sintetizador de frecuencia de cristal de un solo canal.

dioteléfono SE 205-1620 W 1 y el SE 205-4520 W 1 diseñados por Standard Elektrik Lorenz (SEL) para las bandas de 2 m y 0,7 m [2]. No se consideran aquí los moduladores independientes para modulación de amplitud y transmisión de banda lateral única.

Se necesitan dos cristales para cada canal simplex o semi-duplex y, por tanto, a medida que el número de canales aumenta, el número de cristales se hace intolerablemente grande, lo que conduce a un elevado coste y a problemas de

Fig. 1 Estructura básica de un equipo radiotelefónico móvil.

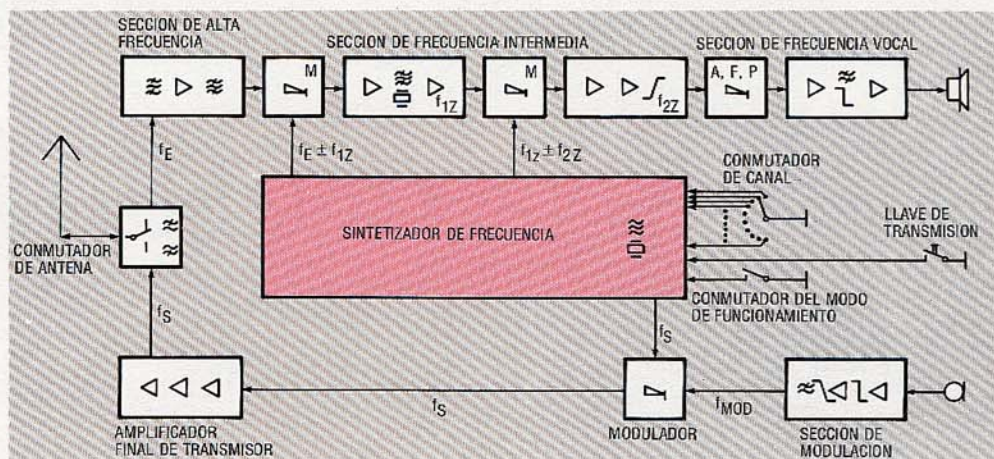


Tabla de abreviaturas

f_E	- frecuencia de recepción
$f_{E'}$	- frecuencia auxiliar de recepción
f_S	- frecuencia de transmisión
f_{1Z}	- primera frecuencia intermedia
f_{MOD}	- frecuencia de modulación
f_Q	- frecuencia de cristal
f_{QS}	- frecuencia del cristal transmisor
$f_{QE'}$	- frecuencia del cristal receptor
f_O	- frecuencia del cristal fundamental
f_U	- frecuencia del cristal de conversión
f_V	- frecuencia del VCO
f_R	- frecuencia de referencia
f_G	- frecuencia de corte del bucle de control
f_T	- frecuencia de entrada del divisor
f_B	- frecuencia del oscilador de gama
Δf_K	- separación del canal adyacente, modelo de canal
Δf_{BG}	- separación dúplex o de doble vía
a, b, t, j	- números naturales enteros
m, n, r, p, q	- números enteros que expresan relaciones de división

conmutación en los osciladores. En esta situación, son de particular interés los cristales de alta precisión y de canal orientado. Es posible proceder con un número considerablemente menor de cristales introduciendo un oscilador de cristal de conversión que genera el desplazamiento de frecuencia necesario entre el transmisor y el receptor (Fig. 3). Empleando un oscilador de cristal controlado por voltaje y mezclando su frecuencia con las frecuencias auxiliares del receptor, es posible obtener tanto una capacidad de modulación sencilla como una facilidad de síntesis de frecuencia dúplex.

Sin embargo, con un número de canales muy grande, incluso este ahorro es insuficiente. En este caso es posible,

por ejemplo, utilizar mezcladores de frecuencia de décadas, como se muestra en la figura 4 [3]. Si se debe hacer previsión para conmutar del modo simplex al semi-dúplex, o para trabajar en modo dúplex con intercambio de banda, deben utilizarse dos frecuencias de oscilador de conversión.

A pesar de la extraordinaria reducción en el número de cristales, los sintetizadores de mezcla de frecuencia multicanales utilizan circuitos de alta complejidad que además de los osciladores, multiplicadores, amplificadores separadores y mezcladores, contienen muchos circuitos selectivos que con frecuencia son muy costosos. El problema en esta clase de sintetizadores de frecuencia es que sin la selección adecuada, las señales de salida deseadas incluyen todavía una proporción demasiado grande de otras frecuencias, lo que conduce a emisiones no deseadas en el transmisor y a la recepción de espúrios en el receptor. La diferencia entre los niveles de las frecuencias deseadas y no deseadas debe ser de alrededor de 80 dB y en casos especiales superior a esta cifra. Además, los numerosos procesos de multiplicación y mezcla pueden crear condiciones desfavorables para las tolerancias de frecuencia que pueden ser muy difíciles de controlar, especialmente en las bandas de frecuencias más elevadas.

En equipos diseñados para trabajar en márgenes de temperatura ambiente más amplios o con tolerancia de frecuencia más estrechas (por ejemplo, estaciones fijas), la dependencia de temperatura de un cierto número de osciladores debe compensarse, o bien disponer un control de temperatura termostático.

A principios de los años 60 eran comunes los equipos que utilizaban estas técnicas, pero los problemas asociados con tales diseños condujeron a la búsqueda de conceptos más sencillos.

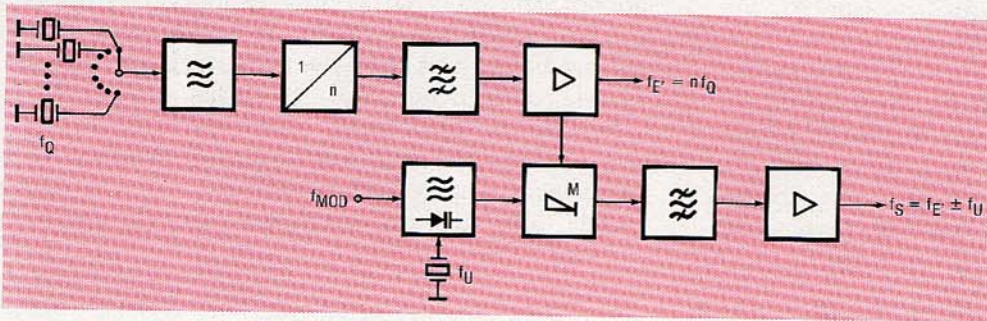


Fig. 3 Sintetizador de frecuencia multicanal de cristal.

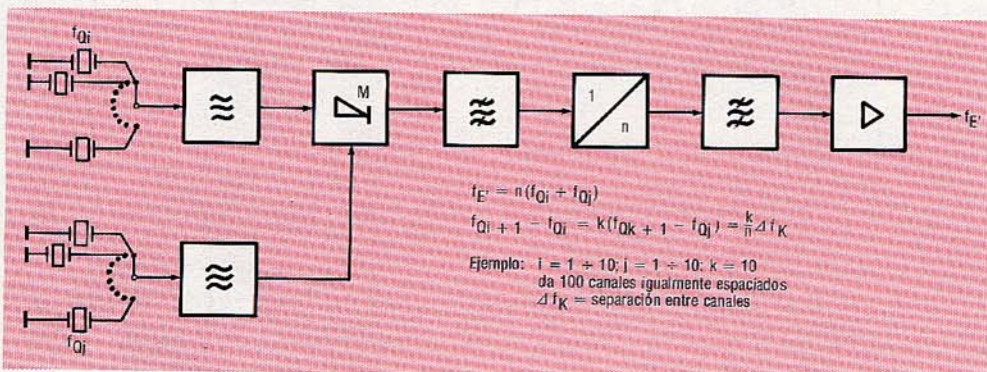


Fig. 4 Sintetizador multicanal de cristal por mezcla de frecuencias.

Principio del sintetizador

El primer paso en el camino hacia la moderna síntesis de frecuencia fue la introducción de los bucles de bloqueo de fase o bucles de sincronismo (Fig. 5). Según este principio, la fase de un oscilador controlado por voltaje (VCO) se compara con una frecuencia de referencia mediante un discriminador y cualquier diferencia de fase se corrige de manera automática. Como cualquier otro bucle de control,

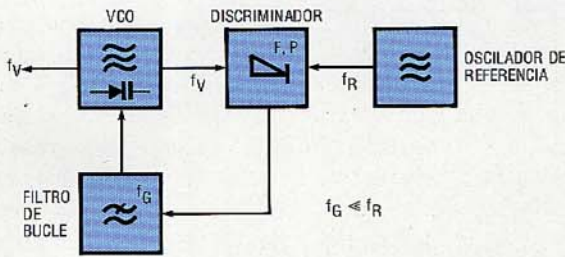


Fig. 5 Principio del bucle de enclavamiento de fase.

este sistema de control tiene errores residuales. La ventaja del bucle de enclavamiento de fase es que a pesar de tener un error de fase residual no tiene, sin embargo, error de frecuencia residual, en contraste con el bucle de enclavamiento de frecuencia. De esta manera, no se introducen tolerancias de frecuencia adicionales. Debido a su transformación paso-bajo/paso-banda, el circuito de bloqueo de fase actúa como un filtro paso-banda extremadamente estrecho, eliminando, por tanto, virtualmente los productos no deseados. Forma un circuito selectivo con características que, en muchos casos, no pueden obtenerse utilizando filtros de cristal. Por ejemplo, para una frecuencia de corte del bucle de 5 kHz y una frecuencia de oscilador de 500 MHz es posible lograr un factor Q de 50.000. Los bucles de bloqueo de fase de esta clase constituyen un medio efectivo de eliminar problemas de selección al sintetizar frecuencias de mezcla. Estos circuitos se utilizaron ya en radiotelefonía a principios de los años 60.

El equipo de seis canales SE 205-1620BGW6 desarrollado por SEL para aplicaciones privadas en la banda de 2 m es un ejemplo moderno de combinación de cristales simples y un circuito de bloqueo de fase para la síntesis de frecuencia [2].

También son importantes en la síntesis de frecuencia los circuitos contadores y de división de frecuencia con relaciones divisoras conmutables, que se derivan de la tecno-

logía digital. La fabricación de divisores programables utilizando componentes semiconductores discretos es irremediamente antieconómica y, por tanto, no resultaron viables hasta que se dispuso de los adecuados circuitos integrados digitales. Aunque inicialmente estos divisores tuvieron que obtenerse de flip-flops individuales y más tarde de sencillos contadores combinados con un número relativamente grande de puertas lógicas, desde hace varios años, se dispuso de divisores programables integrados completos. La combinación de un bucle de bloqueo de fase con divisores programables da como resultado el circuito sintetizador que se muestra en la figura 6; éste permite generar sencillamente una cualquiera de un grupo total de frecuencias individuales posibles por la simple conmutación de la relación del divisor. La separación mínima es igual a la frecuencia de referencia. Si esta última está estabilizada por cristal, entonces esta técnica ofrece un medio efectivo de generar un amplio número de frecuencias estabilizadas por cristal utilizando solamente un cristal. De esta manera, se ha resuelto fundamentalmente el problema de un diseño sencillo para los sintetizadores de frecuencia multicanales de alta calidad [3].

Debe señalarse que en la actualidad el discriminador se diseña ordinariamente como un discriminador digital combinado de frecuencia y de fase, y la frecuencia de referencia se genera usualmente a partir de un cristal de frecuencia más elevada; la frecuencia se reduce luego utilizando un divisor fijo. Esto hace posible utilizar cristales de fabricación más económica. Puesto que estos cristales determinan la estabilidad de frecuencia de los equipos, deberán ser de una calidad adecuadamente elevada. Desde hace algunos años ha sido ya posible combinar todos los circuitos digitales necesarios para esta finalidad en un solo circuito de gran escala de integración (LSI).

Las dificultades que se encuentran en la implantación de estos sintetizadores residen en las limitaciones de la frecuencia de entrada de los divisores programables que han de diseñarse como divisores síncronos y sólo pueden utilizarse para elevadas frecuencias de entrada y, por tanto, sólo con un elevado consumo de corriente.

Sintetizador mezclador con diseño de bucle doble y sencillo

El problema de obtener frecuencias de entrada al divisor de al menos, varios MHz a partir de altas frecuencias de un VCO (hasta 1 GHz aproximadamente) se resolvió inicialmente mediante una mezcla extra, frecuentemente con la

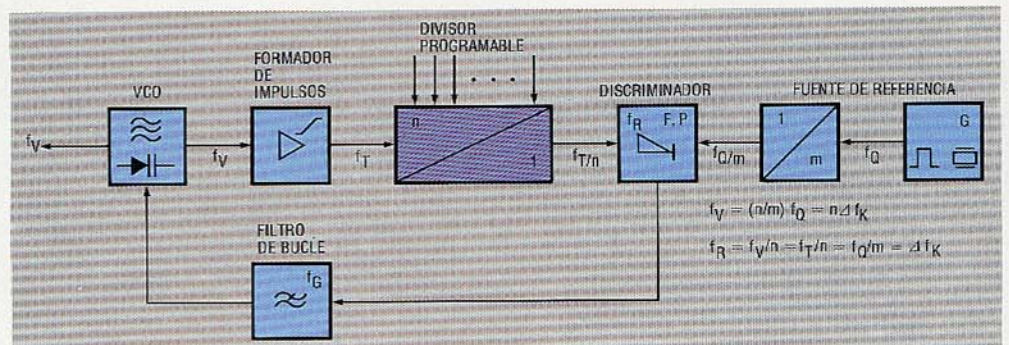


Fig. 6 Principio del sintetizador.

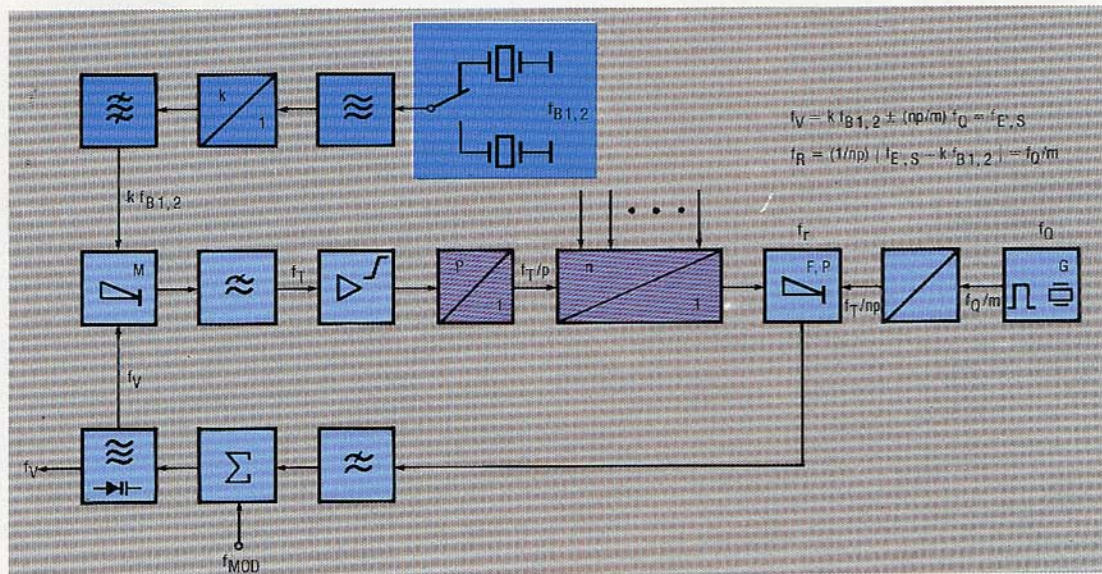


Fig. 7 Sintetizador mezclador de un solo bucle.

adición de un predivisor fijo que trabaja considerablemente más rápido que un divisor programable (Fig. 7). La influencia del predivisor fijo en el esquema de distribución de frecuencias que pueden generarse por el sintetizador, se elimina reduciendo la frecuencia de referencia en el mismo factor. Este procedimiento hace posible tratar con divisores programables de baja corriente y relativamente lentos e incorporar una constante aditiva arbitraria en la ley de formación de la frecuencia. Si la frecuencia f_B del oscilador de bandas o auxiliar es conmutable, se obtiene un sintetizador de frecuencia multicanal sencillo e incluso versátil para equipos simplex y semi-dúplex.

Para equipos que trabajan en dúplex completo es posible conectar un segundo bucle de control al sintetizador o rea-

lizar una mezcla con una segunda frecuencia. Por lo que respecta a los requisitos para intercambio de banda, deben aquí utilizarse también dos frecuencias. La figura 8 muestra la estructura de este sintetizador de frecuencia.

Debe mencionarse que el divisor programable para equipos multicanales que requieren acceso a todas las frecuencias disponibles está gobernado directamente por los conmutadores de canal o por un circuito adecuado. Ejemplos de esto son los equipos multicanales de SEL para los servicios de seguridad. El FuG 8b-1 que trabaja en la banda de 4 m y el FuG 9c en la banda de 2 m.

En los equipos que utilizan solamente unos pocos canales, como ocurre ordinariamente en el mercado privado, sólo algunos de los canales disponibles pueden ser accesi-

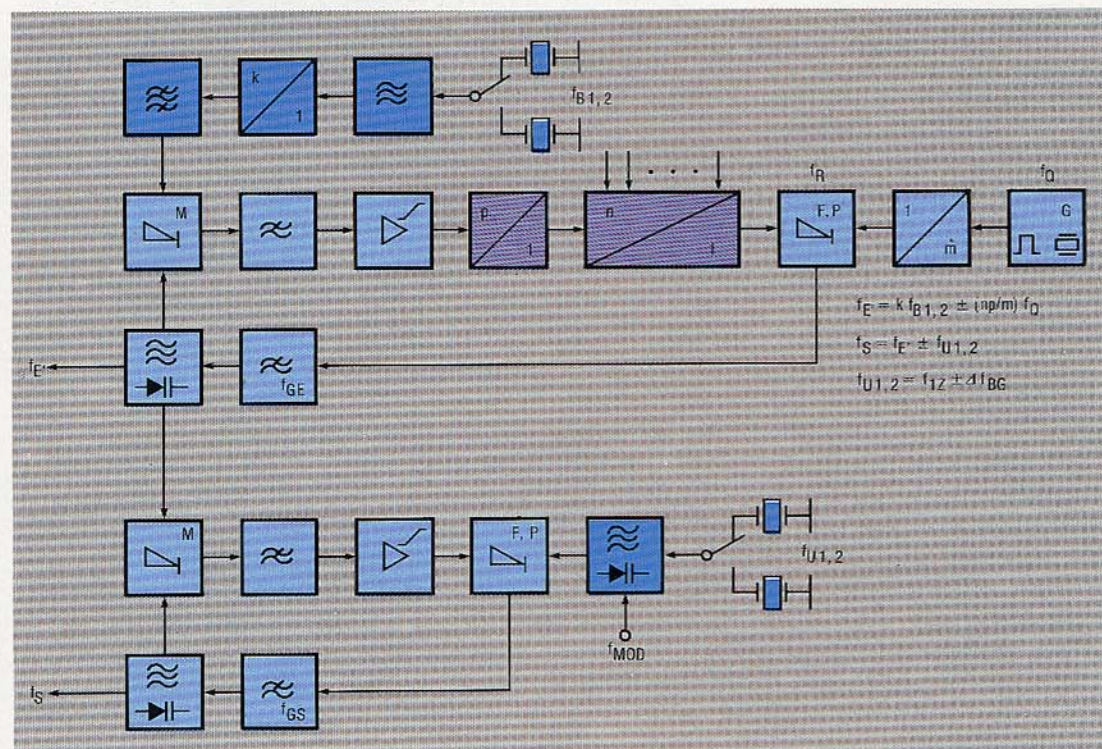


Fig. 8 Sintetizador mezclador de doble bucle.

bles. Es, pues, usual el control de los canales mediante una memoria programable de sólo lectura específica del usuario (PROM) que permite seleccionar diversas frecuencias a partir de la banda correspondiente en cualquier secuencia deseada. El equipo radiotelefónico SE 205-420W10 para la banda de 7 m y el equipo SE 205-820BGW10 para la banda de 4 m, ambos diseñados para el mercado privado, incorporan estas características.

de frecuencia no deseadas, relativamente amplias, del transmisor no son captadas por el receptor.

Otro problema está planteado por las emisiones no deseadas del transmisor que tienen lugar a ambos lados de la portadora, en los armónicos de la frecuencia de referencia. Este problema puede superarse mediante un cuidadoso diseño de los filtros del bucle y evitando la corriente de fuga y los acoplos no deseados por las masas.



El nuevo equipo de radio móvil SE 205 desarrollado por SEL. Emplea técnicas modernas de síntesis de frecuencia para realizar un dispositivo que proporciona un gran número de canales, siendo pequeño y de poco peso.

En la actualidad, un sintetizador-mezclador es más económico para equipos con pequeño número de canales que un sintetizador de frecuencia a base de cuarzos.

Problemas técnicos

Un problema fundamental de los sintetizadores discutidos hasta aquí reside en el VCO. Los sonidos transmitidos por los sólidos, las vibraciones y la diafonía eléctrica causan modulación espúria que reduce adicionalmente la estabilidad a corto plazo del VCO, la cual es ya considerablemente inferior que la de los osciladores con cristal. El bucle de enclavamiento de fase transmite la pureza espectral de una buena frecuencia de referencia al VCO solamente dentro de la anchura de banda definida por el filtro del bucle. Un excesivo ruido básico de portadora y un inadecuado rechazo de canal adyacente son los defectos más serios que se presentan en los sistemas modulados en frecuencia o en fase y sólo pueden superarse mediante apantallamiento eléctrico y montando el VCO de forma tal que amortigüe las ondas sonoras transmitidas a través de los sólidos y las vibraciones. Esto es el resultado directo de la baja frecuencia de corte del bucle, que está condicionada a las bajas frecuencias de referencia y a la modulación directa del bucle de control. En el caso de modulación de amplitud, este efecto no es significativo porque incluso las desviaciones

Si la modulación se realiza directamente en el bucle de control (como, por ejemplo, en la figura 7) la frecuencia de corte del bucle debe estar claramente por debajo de la frecuencia de modulación más baja que se ha de transmitir; de lo contrario habría dificultades con la respuesta frecuencia y la estabilidad del bucle. Frecuencias de corte muy bajas en el bucle de enclavamiento de fase producen de nuevo largos tiempos de transición cuando se cambian los canales y se hacen conmutaciones entre transmisor/receptor y esto solamente puede mantenerse dentro de límites tolerables mediante disposiciones especiales de conmutación. La dependencia de voltaje de la desviación de frecuencia del VCO, que normalmente cambia en el margen de sintonía, produce desviaciones media y de pico dependientes del canal, que han de eliminarse mediante linealización o preénfasis de la característica o por amplificación de la modulación dependiente del canal. Sin embargo, este problema se encuentra principalmente en sintetizadores de frecuencia multicanales de banda ancha directamente modulados.

Si se emplea un segundo bucle de enclavamiento de fase para el transmisor puede obtenerse una anchura de banda mayor ya que éste tiene usualmente una frecuencia de referencia más alta. El segundo VCO es considerablemente menos crítico debido a que las interferencias eléctrica y mecá-

nica se han estabilizado en sumo grado. Puesto que la frecuencia de corte está también muy alejada de la frecuencia de modulación más elevada que tiene lugar, la modulación puede introducirse a través de la frecuencia de referencia utilizando sencillamente un oscilador de cristal controlado por voltaje (VCXO). Esta es una manera elegante de superar la falta de estabilidad de la característica de desviación. En términos económicos, esta solución más compleja generalmente sólo es justificable en equipos dúplex.

Como nota marginal debe mencionarse que recientemente se han propuesto frecuentemente y se han llevado a la práctica osciladores controlados por voltaje con filtros de onda de superficie. Estos tienen una estabilidad a corto plazo muy buena y virtualmente no muestran sensibilidad acústica. Sin embargo, la desventaja de estos osciladores de onda acústica superficial es que el margen de sintonía está confinado a una anchura de banda relativa de pequeño porcentaje, que los hace inadecuados para uso en sintetizadores de frecuencia de banda ancha.

Sintetizadores de división directa

Sería deseable utilizar la sencilla estructura de sintetizador mostrada en la figura 6 directamente y sin restricciones también para las bandas de frecuencia superiores. La única dificultad reside en producir el divisor síncrono rápido y compleja que se necesita. Después de todo, han de esperarse frecuencias de entrada del divisor de hasta 500 MHz y relaciones del divisor de hasta 10^5 , dependiendo del margen de frecuencias. Para los diversos servicios son de interés diferentes modelos de canal, en Europa ordinariamente 25, 20, 12,5 y 10 kHz, y el desplazamiento de estos modelos presenta problemas adicionales. Se admite que la introducción de predivisores fijos reduce estos problemas pero no los elimina. Recientemente se han superado estas dificultades combinando divisores síncronos libremente programables y relativamente lentos con divisores síncronos rápidos que se pueden conmutar solamente entre dos (o más, en casos especiales) relaciones de divisores. Esto es posible debido a que, aunque se necesitan altas relaciones de divisores para sintetizadores de radiofrecuencia, solamente se necesitan cambios relativamente menores en las relaciones de divisores.

El principio de estos tipos de divisores se ilustra en el circuito de la figura 9 que contiene dos predivisores fijos y dos contadores descendentes síncronos programables. Supongamos que los contadores acaban de ser preajustados y que el conmutador S está en posición normal. Después de los impulsos pqa , el divisor a alcanza la posición cero, se para y actúa al conmutador S. Después de otros impulsos $(b-a)pr$, el divisor b alcanza también la posición cero, transmite un impulsos de salida y asegura que ambos divisores ajustables están de nuevo preajustados haciendo, por tanto, que el conmutador S vuelva a la posición normal y que comience un nuevo ciclo [4, 6]. Si se eligen, por ejemplo, predivisores con relaciones de 10 y 11, entonces la relación total de divisores consta de dos sencillas partes de décadas.

Una solución más reciente y técnicamente más elegante al mismo problema utiliza un sencillo predivisor que puede conmutarse entre dos relaciones de divisores; los dos divisores síncronos están combinados en un circuito LSI en el cual están también integrados el discriminador, el oscilador de referencia de cristal y el divisor fijo (Fig. 10). Si el divisor de frecuencia de referencia es también conmutable, entonces el mismo circuito puede también utilizarse para diferentes modelos de canal sin cambiar el cristal de referencia. El predivisor fijo solamente es necesario para frecuencias de entrada extremadamente altas de varios centenares de MHz y con frecuencia puede omitirse o incorporarse en el predivisor conmutable. De esta manera, es posible producir sintetizadores de frecuencia multicanales de un solo bucle flexible con dos circuitos integrados y un cristal. También son posibles diseños de doble bucle utilizando divisores fijos adecuados con solamente un cristal. Finalmente, la segunda frecuencia de conversión necesaria en los dobles superheterodinos puede también obtenerse a partir de la misma frecuencia del cristal.

Sin embargo, los sintetizadores de división directa no están exentos de sus propios problemas. Se necesitan osciladores controlados por voltaje muy complejos y discriminadores y filtros de bucle cuidadosamente optimizados. Sin embargo, a pesar de la flexibilidad aumentada, el diseño es más simple y los problemas de selección son más fáciles de resolver que en el caso de sintetizadores de frecuencia multicanales convencionales [6].

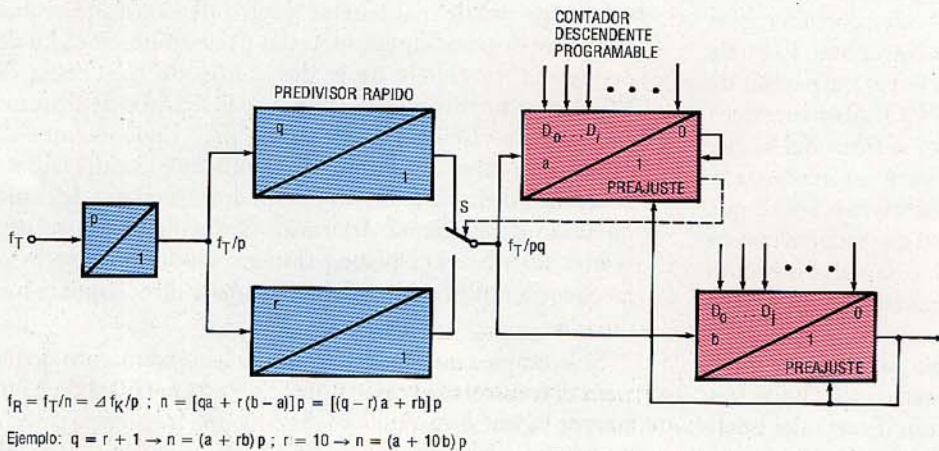


Fig. 9 Divisor síncrono rápido con absorción del impulso.

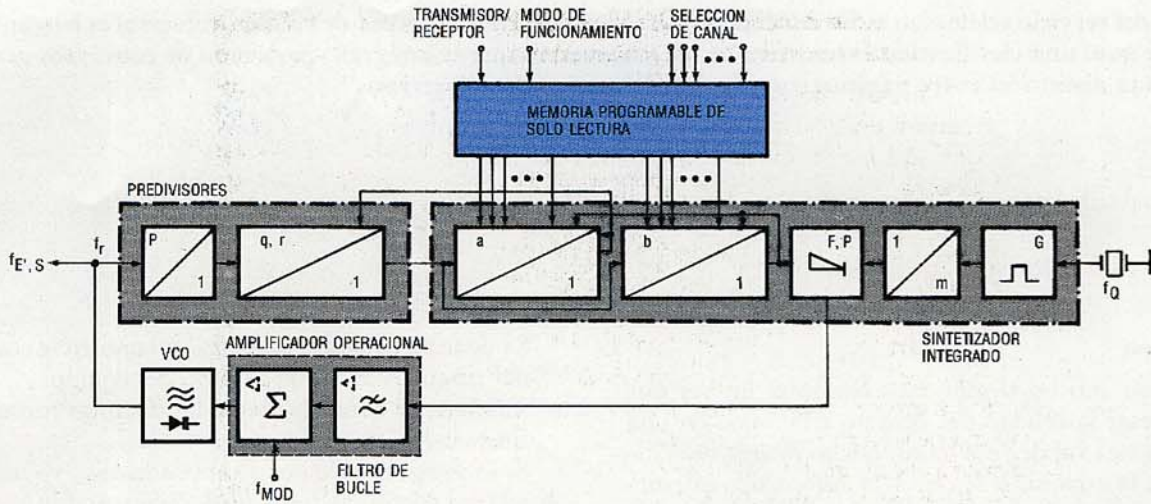


Fig. 10 Sintetizador de un solo bucle y división directa.

Conclusiones

Los avances en el campo de los componentes semiconductores integrados han simplificado considerablemente el diseño de sintetizadores de frecuencia multicanales. Esto ha hecho posible satisfacer las demandas más exigentes en modernos equipos radiotelefónicos móviles con respecto a sus características, su margen de aplicación, fiabilidad y facilidad de manejo.

SEL ha utilizado estos avances tecnológicos para desarrollar equipos radiotelefónicos más pequeños, de menor peso y con características que son muy superiores a las de generaciones anteriores de este tipo de equipos. Las ventajas de los modernos sintetizadores de frecuencia en equipos radiotelefónicos multicanales se ven más palpablemente en su utilización por servicios y organizaciones de seguridad, compañías de suministros de energía y usuarios privados que trabajan con amplios sistemas radiotelefónicos.

Referencias

[1] W. Giese: Funksprechen – Möglichkeiten und Anwendungen (Radio-telefonía – posibilidades y aplicaciones); Berliner Union, Stuttgart 1971, 2ª edición 1976, págs. 103–108.

[2] H.-P. Ketterling y M. Klein: SE 205 – Una serie de radiotelefonos compactos; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 51 (1976) n° 4, págs. 267–271.
 [3] R. Klinger: Phasensynchronisierte Vielkanaloszillatoren (Osciladores multicanales con sincronismo de fase); SEL-Nachrichten 1968, volumen 16 n° 2, págs. 56–69.
 [4] J. Nichols y C. Shinn: Pulse swallowing; EDN, octubre 1970.
 [5] J. M. Bryant: Radio Communications Handbook; Plessey Semiconductors, 1977, págs. 70–78.
 [6] E. G. Breeze: High Frequency Digital PLL Synthesizer, Fairchild Journal of Semiconductor Progress, 1977, volumen 6, págs. 8–14.

Hans-Peter Ketterling nació en Berlín en 1941 y estudió ingeniería de comunicaciones de 1961 a 1969 en la Universidad Técnica de aquella ciudad. Durante los tres años anteriores a la obtención de su diploma, trabajó también en la cátedra de ingeniería de telecomunicación. En 1969 incorporó a SEL, en Berlín, donde desde 1970 ha tenido a su cargo el laboratorio de principios y sistemas en la sección de desarrollo de equipos radiomóviles civiles. El Sr. Ketterling ha realizado diversos estudios para nuevos proyectos de desarrollo y posteriormente ha dirigido alguno de estos proyectos.

La calidad del servicio telefónico

La calidad del servicio telefónico es un concepto cuya expresión en una forma de validez universal es bastante difícil. Se propone aquí una clasificación exhaustiva de los parámetros que la integran, partiendo de conceptos generales y haciendo una distinción entre parámetros de calidad "internos" y "externos".

R. MOSCH

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

Desde hace mucho tiempo ha existido el interés por poder expresar la calidad del servicio telefónico en una forma que tenga validez universal. Dicho interés fue estimulado por la expansión del servicio automático interurbano, la introducción de nuevos sistemas de conmutación y, más modernamente, por la transición hacia las técnicas digitales. La literatura existente sobre el tema se remonta a 25 años, habiendo sido objeto de discusión en el CCITT desde el período de estudio 1964-1968. Hasta ahora se ha definido la calidad del servicio principalmente desde el punto de vista de la conmutación. En un principio sólo se consideraba la congestión de tráfico; sin embargo, con posterioridad se intentó incluir aspectos relacionados con la fiabilidad [1, 2]. A menudo se ha excluido a la transmisión, o se ha tratado de forma aislada o parcial [3].

Este estudio va dirigido hacia una descripción exhaustiva de la calidad de servicio global de una red telefónica, mediante un conjunto completo de parámetros de calidad de servicio; de esta forma, la calidad de servicio será el objeto de un análisis fenomenológico. En primer lugar se describen someramente las ideas básicas y se definen dos formas características de presentación de la calidad de servicio. Se deduce a continuación, con la ayuda de un modelo, una clasificación exhaustiva de los parámetros de calidad de servicio, partiendo de la cumbre y descendiendo paso a paso a los detalles. Se explican algunas de las relaciones más importantes y finalmente se muestra la utilidad, en aplicaciones prácticas, de las nuevas definiciones y nueva clasificación.

Ideas básicas

Mucho se ha escrito acerca de la calidad de servicio, pero rara vez ha sido analizada con suficiente profundidad. A menudo sólo se han analizado partes de la red telefónica, concretamente el equipo de conmutación. No cabe duda que ciertas áreas, tales como la conmutación y el tráfico, han sido estudiadas con profundidad, pero otras en cambio sólo se han tocado de pasada o se han ignorado por completo [4, 5, 6].

Para garantizar que este estudio considera todos los factores que afectan a la calidad de servicio, se le basa en las siguientes consideraciones:

- Se analiza una red telefónica nacional completa, incluyendo los dispositivos de conmutación, vías de transmisión y equipos de abonando.
- Se toma como caso típico una conexión telefónica interurbana nacional.
- Se estudia tanto la transmisión como la conmutación (el tráfico se incluye dentro de esta última).

- Se tiene en cuenta la fiabilidad y también la concepción del sistema y el dimensionado del equipo.
- También se tiene en cuenta las distintas formas de influencia humana.

Se investiga todo lo que un abonado observa cuando utiliza la red telefónica, a fin de identificar todos los parámetros que colectivamente expresan la calidad de servicio. Este usuario individual permanece separado del grupo constituido por todos los demás usuarios que, de distintas maneras, influyen en el comportamiento de la red y por tanto en la calidad de servicio observada por dicho usuario individual.

Hay que hacer notar que este artículo examina sólo la calidad de servicio (calidad desde el punto de vista del usuario) y no la calidad de explotación (calidad desde el punto de vista de la Administración explotadora).

Dualidad de los parámetros de calidad de servicio

La experiencia común en ingeniería demuestra que una o más causas, entre todas las posibles, y en principio desconocidas son las responsables de los síntomas de fallo de un mecanismo, y que pueden existir diferentes relaciones entre causa y síntoma.

En una red telefónica también se puede hallar una dualidad equivalente de causa y síntoma. El abonado ve la red desde el exterior juzgándola por los que puedan denominarse "parámetros externos de calidad de servicio". Análogamente los "parámetros internos de calidad de servicio" describirían todas las condiciones y los sucesos internos que de alguna manera influyen sobre la calidad de servicio de la red.

Así pues se puede describir de dos maneras la calidad global de servicio. Más adelante veremos que esta distinción tiene un significado que va más allá de un puro formalismo; nos da el punto de partida para una clasificación general, como se muestra en la figura 1.

Parámetros externos de calidad de servicio

El abonado medio sabe muy poco acerca de la red telefónica. Naturalmente conoce su aspecto desde fuera y hasta es posible que alguna vez haya leído el folleto de instrucciones. Sin embargo, la vasta red telefónica para él no es más que una caja negra, de la cual no sabe nada. Así pues, cuando juzga la calidad de servicio que esta caja negra le ofrece, lo hace basándose en sus propias observaciones, realizadas en el curso de las llamadas que efectúa.

Cuando un usuario envía a la red telefónica una petición de conmutación al levantar el microtélefono y marcar el número deseado, lo primero que puede observar es si su petición se maneja correctamente. Todo lo relacionado con el

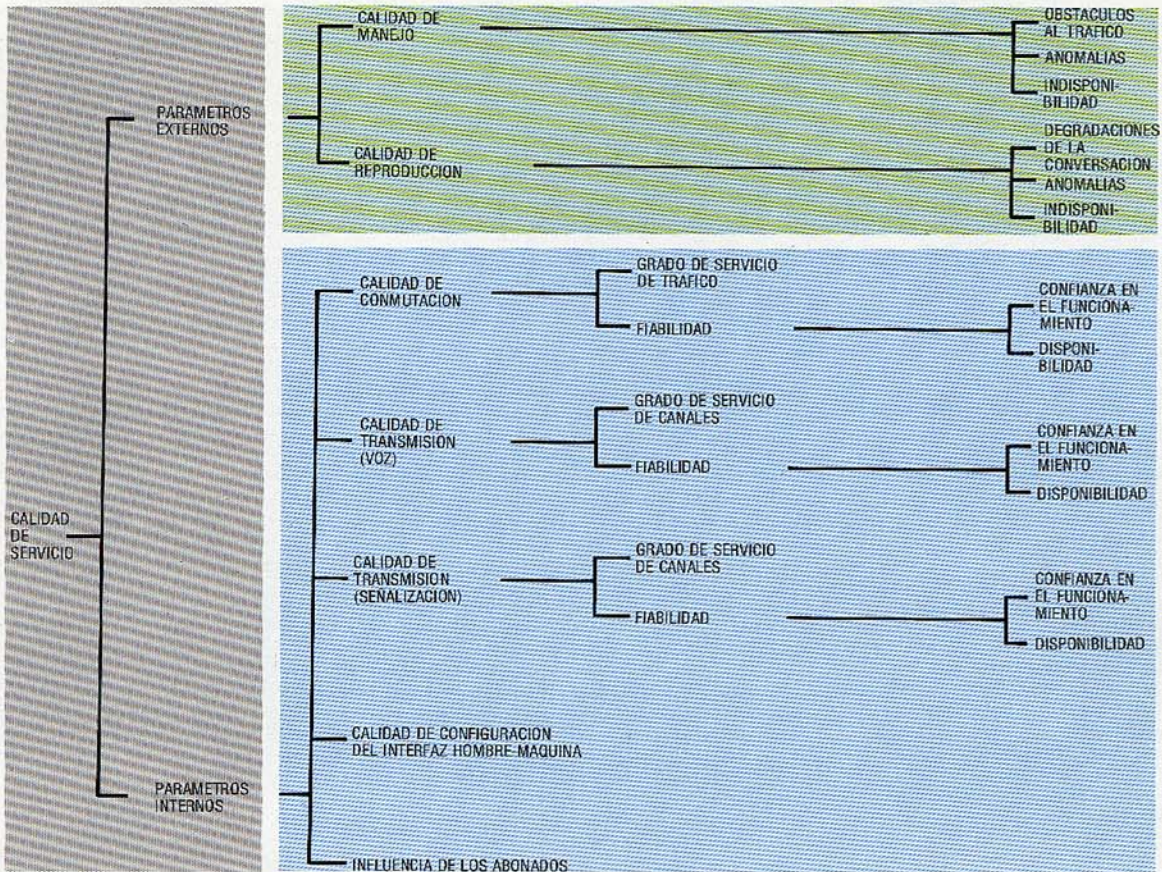


Fig. 1 Clasificación completa de los parámetros internos y externos de calidad del servicio. Esta se subdivide en tres áreas que muestran la diferenciación entre los parámetros internos y externos de la calidad de servicio, y su descomposición en sus partes principales.

establecimiento y posterior reposición de una llamada puede resumirse con el término “calidad de manejo”. Dentro de esta categoría se puede distinguir entre:

- obstrucciones de tráfico (por ejemplo, rechazos y demoras),
- anomalías (por ejemplo, conexiones dobles y erróneas),
- indisponibilidad (por ejemplo, de una línea o de un grupo de líneas).

En cuanto se ha establecido la conexión, el usuario puede determinar cómo se reproduce la voz del abonado llamado. Surge así el término “calidad de reproducción” que designa a la segunda categoría de parámetros externos de calidad de servicio, dentro de la cual podemos distinguir entre:

- degradaciones de la conversión (por ejemplo, inteligibilidad, naturalidad),
- anomalías (por ejemplo, breves interrupciones, diafonía),
- indisponibilidad (por ejemplo, imposibilidad de establecer una conversación).

La clasificación en el área gris de la figura 1 se puede pues ampliar a dos niveles más como se señala con el área verde de la figura. La forma en que se asignan las seis subdivisiones a los parámetros externos de calidad de servicio, dentro de la clasificación, no requiere gran explicación. Una lista completa aparece en la cabecera de la tabla 1. La mayoría

de los términos o son ampliamente conocidos o resultan auto-explicativos; tan sólo dos de ellos requieren una explicación algo más detallada.

“Rechazo” significa que el abonado que llama recibe tono de ocupado durante le establecimiento de una llamada, es decir, que su petición de conmutación ha sido rechazada. Las causas pueden ser muy variadas, por lo cual es necesaria esta designación especial. Los sufijos mín. y máx. ponen de manifiesto que no a todos los abonados les afectan los rechazos en la misma medida, por lo que, aparte del valor medio, hay que considerar también su distribución.

“Indisponibilidad” (como subdivisión de la calidad de manejo) es difícil de definir, principalmente porque los sistemas de conmutación funcionan basándose en el principio de espera, por lo que el abonado que llama no puede discernir si continúa el proceso de espera o si el equipo no funciona correctamente. A efectos prácticos se propone la siguiente definición:

“Se considera que no se dispone de servicio telefónico cuando el abonado que llama no recibe tono de invitación a marcar, con independencia del tiempo que espere”. El equipo de conmutación utiliza el tono de invitación a marcar para significar que está preparado para ser utilizado; si con posterioridad surgen irregularidades, éstas se clasifican como anomalías.

Tabla 1

Parámetros de calidad de servicio externa	Parámetros de calidad de servicio interna																															
	Calidad de manejo	Obstáculos de tráfico	Demora del tono de invit. a marcar	Rechazo (mín., máx.)	Dem. del tono de llam. (dem. de la llam.)	Dem. de establecim. de la conexión	Demora en la reposición	Abonado llamado ocupado	Abonado llamado no contesta	Anomalías	Conexión doble	Conexión errónea	Conexión incompleta	Error en el registro de mensajes	Reposición prematura	Ausencia de reposición	Sin tono, tono erróneo	Indisponibilidad	Una sola línea	Grupo de líneas	Todas las líneas (Central de comm.)	Calidad de reproducción	Degradación de la conversación	Inteligibilidad	Naturalidad	Eficacia (obst. debidos al retardo)	Anomalías	Interrupciones breves	Diafonía inteligible	Indisponibilidad	Conversación imposible	Interr. de la transm. en un sentido
Calidad de conmutación																																
Grado de servicio de tráfico																																
Congestión interna (mín., máx.); red de conmutación																																
Congestión externa; red de conmutación																																
Control de congestión																																
Demora de tono de invitación a marcar																																
Demora de conmutación																																
Demora de señales de selección																																
Demora de contestación (parte)																																
Demora de reposición (parte)																																
Fiabilidad																																
Confianza en el funcionamiento																																
Fallo parcial; equipo																																
Fallo esporádico; equipo																																
Fallo parcial; aparato de abonado																																
Fallo esporádico; aparato de abonado																																
Disponibilidad																																
Avería total; equipo																																
Avería total; aparato de abonado																																
Calidad de transmisión (Voz)																																
Grado de servicio de canales																																
Anchura de banda																																
Posición de la banda de frecuencia																																
Desviación de la frecuencia																																
Atenuación (valor, distorsión, fluctuación)																																
Margen dinámico																																
Distorsión																																
Relación señal/ruido																																
Diafonía																																
Pérdida de retorno (eco, doble eco, efecto local)																																
Tiempo de propagación (valor, dist., fluct.)																																
Fiabilidad																																
Confianza en el funcionamiento																																
Interr. breve; un solo canal, parte o toda una ruta																																
Interrupción breve; aparato de abonado																																
Disponibilidad																																
Avería total; un solo canal, parte o toda una ruta																																
Avería total; aparato de abonado																																
Calidad de transmisión (Señalización)																																
Grado de servicio de canales																																
Velocidad de señalización																																
Tasa de errores de señalización																																
Fiabilidad																																
Confianza en el funcionamiento																																
Fallo parcial; un solo canal, parte o toda una ruta																																
Fallo esporádico; aparato de abonado																																
Disponibilidad																																
Avería total; un solo canal, parte o toda una ruta																																
Calidad de configuración del interfaz hombre-máquina																																
Procedimientos de control de abonados																																
Tonos																																
Limitaciones de los períodos de espera																																
Estructura de tarifas																																
Regl. para la reut. de núm. de guía que han qued. vac.																																
Idoneidad de los elem. de present. y de manejo																																
Guía; servicio de información																																
Instrucciones operacionales																																
Influencia de los abonados																																
Interrupción de establecimiento de la llamada																																
Utilización de un número de guía erróneo																																
Error en el discado																																
Receptor repuesto tarde, o no repuesto																																
Superación de los límites de espera																																
Indiferencia ante los tonos o interpret. errónea																																
Acción prem. del abonado en situaciones de demora																																
Intensidad de tráfico saliente (por abonado)																																
Intensidad de tráfico entrante (por abonado)																																
Comportamiento en el caso de nuevos intentos																																
Abonado llamado no contesta																																

Parámetros internos de calidad de servicio

En el ejemplo anterior se ha visto la red como una "caja negra". A continuación se va a examinar más detenidamente su contenido, con el fin de establecer las causas de los efectos observados por el usuario: los parámetros internos de calidad de servicio.

Se mantiene la acostumbrada diferenciación entre transmisión y conmutación, pero definiendo con mayor precisión la frontera entre ambos.

La conmutación cubre todo lo relacionado con el establecimiento y la reposición de la llamada, incluyendo todas las funciones auxiliares, como la tarificación, por ejemplo. Por lo tanto, la conmutación abarca desde el gancho conmutador del abonado que llama hasta el punto análogo del aparato del abonado llamado. La señalización también se considera como parte de la conmutación pero la transmisión propiamente dicha de las señales se considera como una función de transmisión. El tráfico se incluye asimismo dentro de la conmutación, no como algo aparte, que era lo que solía hacerse en el pasado. La transmisión está constituida fundamentalmente por todo lo relacionado con el camino de conversación de la conexión. Abarca desde el micrófono del abonado que llama, hasta el auricular del llamado y viceversa e incluyendo todo el camino que recorre la conversación a través del equipo de conmutación. La transmisión de señales de conmutación se trata como una subdivisión especial de la transmisión, incluyendo el transmisor de señalización en un extremo y el receptor de señalización en el otro. El interfaz entre conmutación y transmisión queda definido por los contactos de los circuitos puerta antes del transmisor de señalización y después del receptor, respectivamente.

En ambos campos, la configuración del sistema, o sea, su concepción y dimensionado, influye sobre la calidad de servicio. Dicha influencia puede designarse como "configuración de tráfico" para el sistema de conmutación y "configuración de canales" para el sistema de transmisión. Los parámetros de calidad de servicio correspondientes se denominan grado de servicio de tráfico y grado de servicio de canales.

La fiabilidad de un dispositivo se puede definir en función de la duración y la frecuencia de sus averías totales (indisponibilidad) [7]. No obstante, para el equipo completo, y sobre todo en el caso de grandes instalaciones, es conveniente añadir otra categoría, denominada "funcionamiento incorrecto". Tal diferenciación ya ha sido discutida [8], introduciendo aquí el término "confianza en el funcionamiento" para esta característica específica.

Otra grupo de parámetros internos de calidad de servicio está relacionado con los seres humanos en el interfaz hombre-máquina. Las dificultades originadas por un diseño pobre de este interfaz se expresan mediante los correspondientes parámetros de calidad, bajo el título de "calidad de configuración del interfaz hombre-máquina". En este punto se tienen en cuenta la mayoría de los factores humanos que han sido objeto de amplia discusión en los últimos veinte años.

"Influencia de los abonados" es el último grupo de parámetros internos de calidad de servicio. En él se resume la influencia ejercida por el resto de los usuarios sobre la calidad de servicio, tal como la ve un usuario concreto. Mu-

chos de los parámetros comprendidos en esta categoría también están relacionados con los factores humanos.

Se puede completar ahora la figura 1, tal y como se muestra por el área azul, añadiendo los factores anteriormente mencionados. A cada parámetro de calidad de servicio se le puede asignar un lugar, bajo uno de los títulos que aparecen a la derecha del diagrama.

En la tabla 1 se listan concisamente en la columna de la izquierda los parámetros internos de calidad de servicio, de forma que cada título cubre varios parámetros para no alargar la lista y facilitar su lectura. El tráfico originado y terminado, por abonado (en promedio y su distribución), se listan bajo el título "influencia de los abonados", puesto que son los parámetros internos de calidad de servicio que determinan la probabilidad de hallar ocupado al abonado llamado, que es un parámetro externo de calidad de servicio. El tráfico medio por abonado, el grado de desequilibrio entre el tráfico de distintas líneas de abonado y la relación entre tráfico originado y terminado, por línea, son todos factores que influyen sobre la probabilidad de hallar ocupada la línea del abonado llamado. Nótese que dicha influencia no depende de la concepción del sistema ni del dimensionado del equipo de conmutación, factores ambos que afectan grandemente a todos los parámetros de grado de servicio de tráfico, listados en la parte superior de la columna de la izquierda de la tabla 1.

Relaciones y dependencias

Las definiciones muestran claramente que los parámetros internos de calidad de servicio se reflejan en los parámetros externos de calidad de servicio.

La existencia de una relación se marca con una X en la tabla 1, en la intersección de la fila y columna correspondiente. Las cruces de una columna indican las contribuciones al correspondiente parámetro externo de calidad de servicio. La aparición de varias cruces en una misma fila (es decir, para el mismo parámetro interno de calidad de servicio) indican su influencia con o sin los otros. Existen cuatro casos característicos:

- Relación directa (por ejemplo, demora del tono de invitación a marcar).
- Combinación de varios parámetros internos con un único parámetro externo (por ejemplo, inteligibilidad).
- Varios parámetros internos que afectan al mismo parámetro externo (por ejemplo, rechazo).
- Efectos alternativos del mismo parámetro interno sobre diferentes parámetros externos (por ejemplo, un fallo parcial del equipo de conmutación).

En muchos casos la asignación depende de la concepción del sistema, sobre todo del método de señalización y de las técnicas utilizadas para elevar la fiabilidad del sistema. Vale la pena detenerse por un momento en mencionar casos complejos como puede ser el del fallo total, no detectado, de un circuito de enlace (por ejemplo, como consecuencia del fallo de un modulador de canal, un elemento que es específico del equipo de transmisión). Este hecho puede dar lugar, por ejemplo, a una o más conexiones incompletas, o a un rechazo simple, dependiendo de la concepción del sistema. En principio se sospecharía que la causa de ambos síntomas está dentro del equipo de conmutación. Este ejemplo pone de manifiesto cómo la distinción entre pa-

rámetros internos y externos puede clarificar tales relaciones. La teoría de transmisión enseña que las atenuaciones de los distintos elementos que constituyen una conexión se van sumando para dar la atenuación total; lo mismo se puede decir del ruido, distorsión, diafonía, etc. Estos parámetros de calidad de servicio acumulativos también se pueden hallar dentro del campo de la conmutación; la probabilidad de congestión aumenta a medida que se eleva el número de centros de conmutación que intervienen en una conexión [9], lo mismo que la demora de tono de llamada, la demora de reposición, etc., aunque las características de acumulación no sean necesariamente las mismas.

Varios parámetros de calidad de servicio dependen de la carga de servicio manejada por la conmutación y la transmisión. Constituyen los "parámetros de referencia", respectivos, cuyos valores deben darse siempre cuando se realizan asertos acerca de la calidad de servicio, para que tales asertos tengan sentido. Los parámetros internos correspondientes se encuentran bajo los epígrafes "grado de servicio de tráfico" y "grado de servicio de canales". Nótese que la carga de tráfico no se puede expresar, en general, como intensidad de tráfico solamente; para una descripción completa se necesitan muchos otros detalles, tales como la proporción en que intervienen distintos tipos de llamadas [10].

Casi todos los parámetros de calidad de servicio no sólo dependen de la carga, sino que tiene un efecto retroactivo, comparable con la realimentación positiva, dando lugar a una carga que es aún mayor. Este efecto se nota sobre todo con la congestión, que hace que los abonados afectados inicien nuevos intentos de llamada, que dan lugar a un aumento de la carga. Estos efectos retroactivos pueden ser muy acusados cuando parte del equipo falla y el tráfico ha de ser cursado por el equipo que aún permanece en servicio. Otros parámetros de calidad de servicio tienen menos efecto sobre la carga, en algunos casos prácticamente insignificantes, aunque teóricamente siempre existe un cierto efecto retroactivo. Si al mismo tiempo crece la carga (es decir, porque aumenta el tráfico ofrecido), el efecto es una degradación de la calidad de servicio que ya no es lineal, sino progresiva.

Se ha intentado muchas veces expresar la calidad de servicio global mediante un valor único que combinase de alguna manera los numerosos parámetros de calidad de servicio individuales [1, 2, 11]; también el CCITT ha tratado el tema ampliamente. Hoy día se estima generalmente que una medida integral de la calidad no puede definirse eficazmente, y por tanto carece de sentido práctico [1, 2, 5, 11].

Aplicaciones prácticas

En los párrafos anteriores se ha pretendido describir exhaustivamente la calidad del servicio telefónico, identificar todos los factores significativos, y entender sus características e interdependencias. Ha servido de modelo una red telefónica nacional, habiéndose considerado una conexión interurbana nacional. A efectos prácticos, sólo quedan unas cuantas cuestiones más:

– ¿Cómo pueden especificarse los parámetros de calidad de servicio que sean aceptables para el abonado y económicamente viables para la Administración?

- ¿Cómo puede establecerse la calidad de servicio real en una red telefónica?
- ¿Cómo pueden determinarse las causas de una calidad de servicio no satisfactoria?

Valores permisibles para los parámetros externos de calidad de servicio

Los parámetros de calidad de servicio describen principalmente deficiencias del servicio telefónico que no se pueden eliminar por completo, pero cuya gravedad puede variar entre límites muy amplios. La tolerancia del abonado establece uno de los límites, y los recursos técnicos y humanos de la Administración el otro.

La experiencia ha demostrado que el abonado tiene mucha paciencia y que normalmente sólo se queja del servicio cuando surgen dificultades muy graves. Los inconvenientes circunstanciales apenas si son notados por el abonado, cuando están por debajo de su "umbral de irritación". La costumbre juega también un papel muy importante. Los resultados de las encuestas de opinión entre los abonados, han revelado claramente estos efectos. Estas encuestas proporcionan una buena base de partida para el establecimiento de especificaciones de calidad de servicio [9]. Si las encuestas no proporcionan la precisión necesaria, se pueden complementar con investigaciones sistemáticas.

La transición entre lo bueno y lo malo se produce sin solución de continuidad para todos los parámetros de calidad de servicio, lo cual conduce a diferencias de opinión y a dificultades para ponerse de acuerdo sobre especificaciones de calidad de servicio. Sin embargo, también implica que una vez que se ha establecido un valor, esté no es especialmente crítico siempre que permanezca dentro de la amplia área de transición.

Valores permisibles para los parámetros internos de calidad de servicio

Una vez que se han especificado los valores para los parámetros externos de calidad de servicio, automáticamente determinan el margen global para los valores de los parámetros internos, quedando sólo pendiente la asignación a las distintas áreas de influencia y a las partes individuales de la red. La tabla 1 muestra como se consigue esto. Para un parámetro externo dado, se leen los parámetros internos correspondientes, asignando a cada uno una porción adecuada del valor del parámetro externo considerado. El proceso se repite, modificando los valores cuando es necesario, hasta que se obtiene el debido acuerdo. El procedimiento se aplica a todos los parámetros externos hasta que finalmente se obtiene una lista completa para todos los parámetros internos de calidad de servicio. A primera vista puede parecer que esta tarea es demasiado extensa, pero en la práctica se dispone de valores empíricos detallados para la mayoría de los casos, por lo que el tiempo requerido no es excesivo.

Subdivisión de los valores de los parámetros internos de calidad de servicio

Hasta ahora la exposición precedente se ha basado en una conexión telefónica nacional completa. En la sección anterior se hizo una clasificación teniendo en cuenta la in-

fluencia de las distintas áreas (técnica, humana, etc.). No obstante, en la práctica una conexión telefónica implica varios elementos (centrales, equipo de transmisión, líneas, etc.); es interesante saber qué proporción del total se puede asignar a cada elemento, que interviene en una conexión. Por lo tanto, los valores de los parámetros internos de calidad de servicio han de ser subdivididos de manera análoga a como se hace con la atenuación en el plan de transmisión. Para conmutación el procedimiento es similar; por ejemplo, la asignación de pérdidas de tráfico o de grado de servicio [9]. El resto de los parámetros internos se pueden tratar de la misma forma. El resultado final es una lista detallada que contiene los parámetros de calidad de servicio para todos los equipos, líneas, etc., que se usan en la conexión. Las llamadas urbanas, internacionales, etc. se tratan análogamente.

Medida de la calidad de servicio

Las medidas de la calidad de servicio en una red telefónica se clasifican en tres grupos:

- Medidas de la carga de servicio en transmisión y conmutación.
- Medidas de los parámetros externos de calidad de servicio para determinar hasta que punto el abonado recibe la calidad de servicio planificada.
- Medida de los parámetros internos de calidad de servicio, para detectar rápidamente las desviaciones respecto de los valores normales, y sus causas.

La medida frecuente de la carga de tráfico es necesaria porque una sobrecarga lleva a una degradación rápida de los parámetros reales de calidad de servicio, sobre todo cuando se está llegando al final de un período de planificación, cuando ya se ha utilizado toda la capacidad que inicialmente estaba en reserva. La carga de transmisión viene generalmente fijada por la concepción del sistema y el dimensionado (margen dinámico, anchura de banda, etc.), por lo que las medidas rutinarias son innecesarias.

Las medidas de los parámetros externos de calidad de servicio proporcionan la información más directa acerca de la calidad de servicio real. Por otra parte, tales medidas, bajo la forma de observaciones de servicio, por ejemplo, son bastante onerosas y requieren una cantidad elevada de personal. Además, rara vez es posible la determinación simultánea de la correspondiente carga de tráfico, cuyo conocimiento es imprescindible para realizar cualquier valoración de la calidad de servicio. No obstante, este tipo de medida de la calidad de servicio es indispensable, puesto que aporta muchos detalles cuya detección sería de otra manera difícil, o incluso imposible.

La situación es mucho más favorable en el caso de la medida de parámetros internos de calidad de servicio. Se pueden examinar por separado las distintas partes de la red (equipos, líneas, etc.) para determinar si se mantienen los valores permitidos, al mismo tiempo que se prueban indirectamente los parámetros externos de calidad de servicio correspondientes. Estas medidas dan una información más o menos directa acerca de las causas de las desviaciones respecto de las condiciones nominales, permitiendo que se tome una pronta acción correctiva. Esta es una ventaja significativa para todos los parámetros de calidad de servicio asociados con sucesos aleatorios que afecten a la fiabilidad,

siendo por esta razón tan importante la medida de los parámetros internos de calidad de servicio [12, 13]. Algunos de los restantes parámetros internos de calidad de servicio no es necesario medirlos separadamente, porque están relacionados a través de una función conocida con la carga, especialmente con la carga de tráfico, y se deducen de ella.

Por último, hay otros parámetros de calidad de servicio, tales como anchura de banda, frecuencia de canal, o velocidad de señalización, que están fijados por diseño del sistema y no hay que medirlos, puesto que es muy improbable un cambio espontáneo.

Conclusiones

En este artículo se propone una forma general de presentación de la calidad de servicio telefónico que difiere de las que generalmente se ha adoptada en el pasado. Ha sido pues inevitable la introducción de algunos conceptos nuevos; a estas alturas hay que considerarlos como conceptos de trabajo. Quizá el lector haya echado de menos la información cuantitativa. Esta ha sido omitida deliberadamente, con el fin de no desviar la atención de las ideas básicas, cuya clasificación nos ha parecido prioritaria.

Referencias

- [1] Definitionen für Güteerkmale in der Vermittlungstechnik, NTG 0901/1201, Entwurf 1958, NTZ 1959, Parte 5, págs. 263-264.
- [2] R. Meisel: Die Güte des Dienstes in Fernsprech-Wählnetzen. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962, págs. 245-284.
- [3] CCITT, Libro Naranja, 1976, tomo V (Calidad de transmisión telefónica).
- [4] J. P. Dartois: Los conceptos de grado de servicio y calidad de servicio en centrales telefónicas públicas; Comunicaciones Eléctricas, 1977, volumen 52, n.º 4, págs. 305-319.
- [5] H. Oden: Nachrichtenvermittlung, 1975, Oldenbourg Verlag, 1975, München.
- [6] G. Gosztony, K. Ranko, R. Chapuis: The grade of service in the world-wide telephone network; Telecommunication Journal (1979), volumen 46, n.º 9, págs. 556-565 y n.º 10 (1979) págs. 627-633.
- [7] Zuverlässigkeit elektrischer Geräte, Anlagen und Systeme; DIN 40042, Vornorm 1970.
- [8] R. Mosch: Ausnutzung einseitiger Wertetrends zur Erhöhung der Zuverlässigkeit; NTG-Tagung Nuremberg 1965, Tagungsbericht, págs. 39-40.
- [9] CCITT, Libro Naranja, 1976, tomo II.2 (Explotación, calidad de servicio y tarificación telefónicas).
- [10] G. Dietrich: Modelo de tráfico para los sistemas telefónicos de control centralizado; Comunicaciones Eléctricas, 1975, volumen 50, n.º 1, págs. 55-61.
- [11] B. W. M. Ahlstedt: Assessment of operations reliability in automatic telephone traffic; ITC París, 1961, Doc. n.º 3.
- [12] H. Spiegel, F. Wittig: Verkehrsuntersuchungen im Selbstwählferndienst mit der Probeverbindungseinrichtung und der Verkehrsbeobachtungseinrichtung; Fernmelde-Praxis 44 (1967) 11, págs. 417-448.
- [13] H. Höttges: Automatic trunk testing and measuring in the electronic switching system EWSF. ISS 76, comunicación 141-5.

Rudolf Mosch nació en Leipzig, Alemania, en 1914. Estudió telecomunicación en el Politécnico de Dresde, en donde obtuvo su diploma en 1939. Posteriormente trabajó en radiofrecuencia, telemetría y sistemas de control remoto. En 1949 ingresó en la compañía Mix & Genest, antecesora de SEL. Ha trabajado en transmisión telefónica y en conmutación telefónica.

En la actualidad el Sr. Mosch es consultor de la dirección de desarrollo de las líneas de productos de sistemas de conmutación y equipo de abonado. Es miembro de la Sociedad Alemana de Telecomunicación y de la Asociación de Ingenieros Alemanes Eléctricos y Electrónicos.

Oficinas Editoriales

La correspondencia relacionada con los diferentes versiones de Electrical Communication debe dirigirse al editor correspondiente:

Michael Deason
Electrical Communication
Great Eastern House
Edinburgh Way
Harlow, Essex
England

René Thévin
Revue des Télécommunications
18-20 rue Grange Dame Rose
78 140 Vélizy-Villacoublay
France

Otto Grewe
Elektrisches Nachrichtenwesen
Hellmuth-Hirth-Straße 42
7000 Stuttgart 40
Deutsche Bundesrepublik

Juan Antonio Gómez García
Comunicaciones Eléctricas
José Ortega y Gasset, 22
Madrid-6
España

TP-4600E: Bitplexor para telegrafía y datos

El TP-4600E es un sistema múltiple por división en el tiempo, dependiente del código y de la velocidad, con entrelazado de bits, para telegrafía anisócrona y transmisión de datos conforme con la Recomendación R.101 del CCITT.

Presenta, frente a los sistemas de telegrafía armónica, la ventaja de proveer prácticamente el doble de canales telegráficos, permitiendo establecer hasta 46 comunicaciones telegráficas simultáneas por un canal telefónico a través de un modem de datos síncrono de 2400 bit/s, incorporado en el equipo (opcionalmente externo). Este modem cumple con la Recomendación V.26 del CCITT y dispone de un igualador de amplitud y retardo (seleccionable mediante un puente).

El sistema permite trabajar con las dos alternativas A y B de la Recomendación R.101, a cuyo fin dispone de tres versiones intercambiables de la lógica de multiplexación-demultiplexación: versión alternativa A, versión alternativa B, versión alternativa A/B. Esta última, diseñada con microprocesadores, permite la elección de la alternativa de trabajo mediante el simple cambio de un puente de programación.

En el TP-4600E existe una unidad independiente para cada canal, ofre-

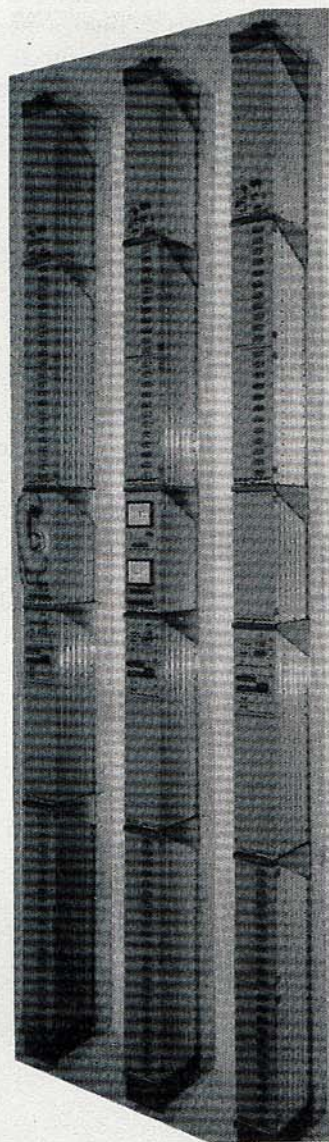
ciendo así la ventaja de poder seleccionar las características de un canal (velocidad, código, etc.). Se dispone de dos tipos de unidad de canal: una específica para 50 Bd y otra programable para las velocidades de 50 a 300 Bd.

El sistema va equipado en una columna VSEP* incorporando todas las unidades necesarias, incluida la fuente de alimentación, para dar servicio a 46 canales telegráficos o de datos. La alimentación puede ser a través de batería o de tensión de red, existiendo la posibilidad de alimentación redundante.

La construcción modular y sencilla del TP-4600E, así como las facilidades de supervisión y diagnóstico de que está dotado, garantizan un fácil mantenimiento, exento, por otra parte, de los ajustes y pruebas rutinarias características de los sistemas de canales FDM convencionales. Para ello incorpora, opcionalmente, aparatos de medida, unidad de teléfono y circuitos de órdenes y, principalmente, una unidad de control que supervisa el estado de los canales (exceso de distorsión, línea abierta, tráfico de entrada, tráfico de salida, etc.) y permite la ejecución de bucles locales. Con esta misma unidad de control se puede además supervisar y controlar un terminal distante, con sólo hacer un puente, por el que se establece automáticamente un canal

* Marca registrada del sistema ITT

bidireccional de supervisión entre ambos extremos. Este canal ocupa el intervalo de tiempo 23 de la trama en la alternativa A, o el intervalo de tiempo 24 en la alternativa B (estos intervalos de tiempo se han escogido de modo que resulte mínimamente afectada la obtención de canales de velocidad superior). Por este canal de supervisión se envía al extremo distante la



Tres equipos TP-4600E montados en sus respectivas columnas V-SEP. Cada equipo lleva diferentes unidades auxiliares.

Pruebas de campo de un sistema TDMA de 120 Mbit/s

Acabamos de suministrar un terminal TDMA (Acceso múltiple por división en el tiempo) de 120 Mbit/s para la estación terrena de Usingen, en la República Federal de Alemania. Este sistema de acceso múltiple por división en el tiempo será utilizado para pruebas de campo en unión con el Satélite Orbital Europeo de Prueba. Estas pruebas proporcionarán experiencias para el futuro Sistema de Satélite Europeo de Comunicaciones que utilizará acceso múltiple por división en el tiempo. La entrada en funcionamiento del Sistema de Satélite Europeo de Comunicaciones está prevista para 1983.

Este terminal TDMA ha sido desarrollado y construido por un consorcio de seis compañías alemanas y francesas bajo el liderazgo de SEL. Está basado en el anterior terminal TDMA-S2 de 60 Mbit/s y cumple todas las especificaciones de CEPT. Existen dos módulos de interconexión diferentes para adaptar el sistema a la red terrestre: uno para la transmisión transparente de canales de conversación codificados en PCM, y otro que incluye facilidades de interpolación de conversaciones digitales.

Durante las pruebas iniciales del terminal en la estación terrena de Usingen, alcanzó todos los valores especificados.

*Standard Elektrik Lorenz,
República Federal de Alemania*

condición de alarma en cada uno de los canales, y además las órdenes de ejecución de bucle remoto de canal.

El TP-4600E, diseñado y fabricado por Standard Eléctrica, S.A., está siendo actualmente utilizado por la Administración Española para dar servicio a circuitos nacionales e internacionales de la red Télex.

Standard Eléctrica, S.A., España

Comunicación bidireccional por infrarrojos

Este nuevo sistema de comunicación utiliza una luz infrarroja para hacer posible que dos o más personas se comuniquen en áreas con ruido ambiente muy elevado (hasta 120 dB) en las que las comunicaciones vocales bidireccionales eran anteriormente imposibles. Al utilizar la banda infrarroja cercana, las fuentes de fuertes interferencias electromagnéticas que se encuentran normalmente en las plantas ruidosas, ya no son de importancia. El sistema se actúa por la voz y consta de unos cascos antirruído de elevada eficiencia (40 dB de atenuación) que alojan los transmisores y receptores de in-

frarrojos. El resto del equipo electrónico y las baterías recargables están alojadas en una caja de plástico que lleva el usuario, y que se conecta a los cascos a través de un cable flexible.

A los cascos están unidos dos micrófonos. Uno de ellos es un micrófono diferencial cancelador de ruido situado cerca de la boca, mientras que el otro actúa como una referencia de captación de ruido. Se comparan las presiones sonoras de los dos micrófonos y la diferencia de presión se utiliza para la actuación vocal del emisor.

Sobre los cascos se disponen doce diodos emisores de luz infrarroja de GaAs, de forma que produzcan un diagrama de radiación en el plano horizontal alrededor del usuario, con un



Nuevo sistema de comunicación bidireccional por rayos infrarrojos desarrollado por SRT que tiene un alcance de 12 m. Permite a los usuarios comunicarse en ambientes ruidosos, que de otra manera no permitiría conversaciones bidireccionales.

Cable de fibras ópticas desplegable en el campo

La División de Cables and Wires de Standard Elektrik Lorenz ha desarrollado un cable de fibras ópticas desplegable en el campo para aplicaciones civiles y militares, que tiene importantes ventajas sobre los cables convencionales. El nuevo cable consta de dos fibras revestidas de plástico y un relleno que forman un núcleo aproximadamente circular que se recubre con una cinta de poliéster y se rodea de miembros resistentes de Kevlar. La cubierta del cable es de poli-cloruro de vinilo (PVC) que es resistente a las bajas temperaturas.

Las terminaciones del cable están equipadas con conectores de aspecto muy similar a las versiones convencionales. Sin embargo son ligeramente más largos y llevan un LED que actúa como transmisor óptico y un diodo PIN que actúa como receptor.

Comparado con un cable convencional, este cable de fibra óptica, resistente a la corrosión, es mucho más delgado y ligero. Un carrete estándar admite 1.600 m de cable de fibras ópticas desplegable en el campo, de 5 mm de diámetro.

*Standard Elektrik Lorenz,
República Federal de Alemania*



Sistema de transmisión por cable de fibras ópticas desplegable en el campo, que funciona entre 256 y 1.152 bit/s. Los aparatos telefónicos para el canal de servicio se conectan a las unidades de terminación de línea.

alcance efectivo de unos 12 m. Asimismo, unidos a estos cascos existen seis diodos receptores de infrarrojos PIN, que están equipados con preamplificadores individuales para reducir las interferencias procedentes de fuentes extrañas radiantes de energía. Esta disposición de diodos PIN tiene una característica de recepción omnidireccional.

La persona que habla, escucha su propia voz a través de sus diodos PIN y sus auriculares. Este efecto local indica que el mensaje se está transmitiendo, y elimina el sentimiento de claustrofobia que puede ocurrir cuando un usuario no puede escuchar su propia voz como resultado de la atenuación de los auriculares y el elevado ruido ambiente.

Además de conversaciones bidireccionales entre personas, el nuevo sistema ofrece también facilidades de recepción de mensajes y música FM en circuito cerrado; puede también interconectarse con el sistema INTERCOM* 511. Utilizando la última facilidad, pueden realizarse llamadas selectivas a y desde usuarios separados que se ven, en cualquier zona ruidosa. El alcance operacional puede aumentarse instalando repetidores de infrarrojos colocados en la pared, que se interconectan a través de dos hilos paralelos.

Standard Radio & Telefon, Suecia

* Marca registrada del sistema ITT

Modems de datos 2082 y 2084

Los modems de datos 2082 y 2084 funcionan en el margen de velocidad media sobre líneas dedicadas 4/2 hilos con facilidad de llamada por disco a 2 hilos, o líneas conmutadas a 2 hilos. Ambos cumplen con las Recomendaciones V.24, V.25, V.28, V.52 y V.54 del CCITT.

El modem 2082 cumple también la Recomendación V.23 del CCITT para transmisión asíncrona a una velocidad máxima de 1200 bit/s, o transmisión síncrona a 1200 bit/s con una velocidad reducida de 600 bit/s para líneas de transmisión de pobre calidad. Utiliza modulación FSK (desplazamiento de frecuencia).

El modem 2084, de mayor velocidad, cumple con las Recomendaciones V.26 y V.26 bis del CCITT para transmisión síncrona a 2400 bit/s con una velocidad reducida de 1200 bit/s, utilizando modulación diferencial 4/2 fases.

Ambos modelos llevan incorporados un generador patrón de prueba de 511 bits y un detector de errores, lo que permite realizar pruebas de acuerdo con la Recomendación V.24 del CCITT, sin equipo de prueba adicional. Las pruebas se realizan fácilmente, facilitando de esta forma la localización de un elemento defectuoso en un enlace de transmisión.

Se dispone opcionalmente de un canal de retorno funcionando a una velocidad máxima de 150 bit/s, que puede también utilizarse para el establecimiento desatendido de un bucle del lado del interfaz del modem remoto. Las facilidades de prueba pueden utilizarse también para el canal de retorno.

Para funcionamiento sobre líneas de pobre calidad pueden equiparse opcionalmente uno o dos ecualizadores.

El diseño modular del equipo implica que la placa básica, la placa de canal de retorno y las placas de ecualizadores son idénticas en los dos mode-

los, diferenciándose las dos versiones solamente en la placa de modem y en el panel frontal.

Standard Radio & Telefon, Suecia



Modems de datos 2082 y 2084 diseñados por SRT para el margen de velocidad media.

Inaugurado el complejo telefónico de Tlemcen, en Argelia

El complejo industrial telefónico de Tlemcen fue inaugurado por el Presidente de Argelia, Mr. Chadli, el 26 de febrero de 1980.

Este nuevo complejo telefónico fue diseñado, construido y equipado por Standard Eléctrica, S. A., bajo un contrato recibido de la empresa argelina Société Nationale de Fabrication et de Montage du Matériel Électrique et Électronique (Sonelec). Este contrato cubría la construcción y puesta en marcha de un complejo industrial autosuficiente, capaz de producir anualmente 100.000 líneas telefónicas equivalentes y 40.000 aparatos telefónicos. Está completamente dirigido, operado y controlado por personal ar-

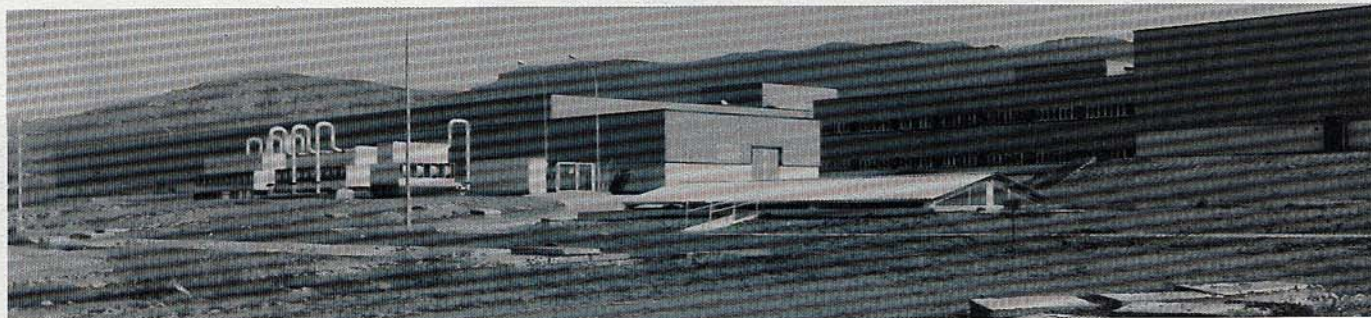
gelino. La responsabilidad de Standard Eléctrica, S. A., incluía:

- Diseño y construcción de la fábrica y un área residencial cercana (85.000 m² de superficie).
- Adquisición e instalación de la totalidad del equipo industrial (100.000 unidades físicas).
- Reclutamiento y entrenamiento de las 3.000 personas necesarias para hacer funcionar el complejo.
- Completa transferencia de tecnología (es decir, licencias, "know-how", documentación).
- Organización, dirección y funcionamiento de la fábrica durante sus primeras etapas, hasta que la total responsabilidad sea transferida al personal argelino en la aceptación final.

- Asistencia técnica después de la aceptación final en las áreas de dirección de la fábrica, investigación y desarrollo, control de calidad, mantenimiento de equipos, ingeniería de clientes, e instalación y mantenimiento del producto.

Desde que empezó el funcionamiento en 1979, 1.200 empleados argelinos han terminado el entrenamiento y han comenzado sus trabajos en la fábrica. Aunque aún no se han alcanzado los objetivos finales de producción, dos centrales telefónicas y 20.000 aparatos de abonado fabricados en este complejo han sido satisfactoriamente instalados para la administración argelina.

Standard Eléctrica, S. A., España



Una vista del complejo industrial telefónico de Tlemcen, en Argelia, que fue inaugurado por el Presidente de Argelia, Mr. Chadli, el 26 de febrero de 1980.

Panel sinóptico didáctico del sistema METACONTA 10CN

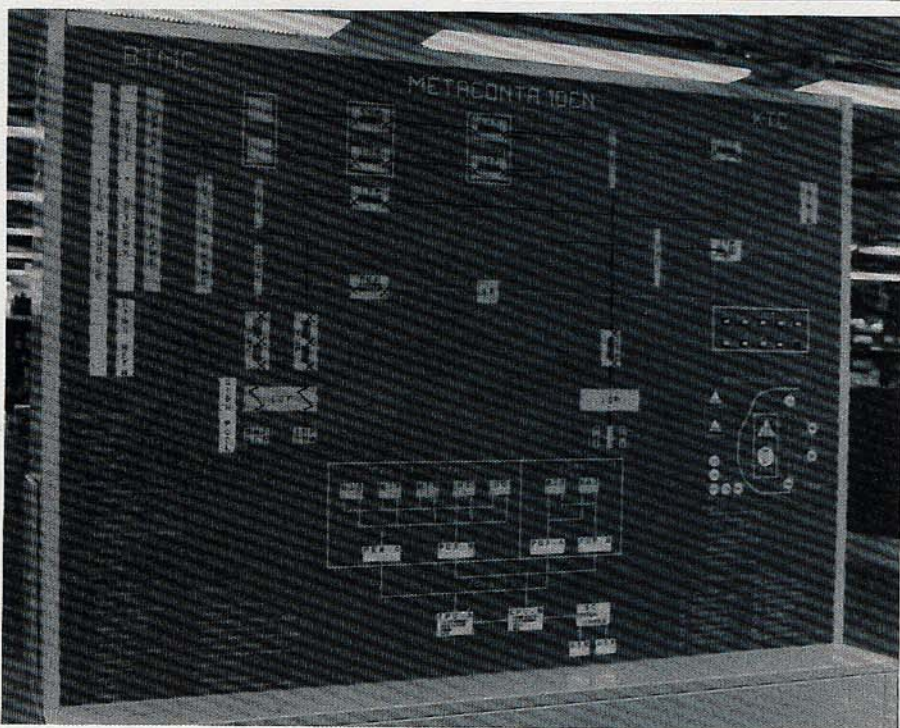
Recientemente hemos entregado al Ministerio de Comunicaciones de Corea del Sur un panel sinóptico del sistema METACONTA* 10CN para fines didácticos. Este panel, que se puede colocar en cualquier sitio, se utilizará con una central de entrenamiento, permitiendo a un instructor mostrar el establecimiento de los siguientes tipos de llamadas:

- llamadas locales (que se originan y terminan)
- llamadas entrantes (que entran y terminan)
- llamadas salientes (que se originan y salen)
- llamadas salientes-entrantes (que se originan y salen, y que entran y terminan)
- llamadas de tránsito (que entran y salen).

Los diferentes circuitos periféricos se indican mediante lámparas intermitentes si la intervención de ese circuito periférico concreto es necesaria para el posterior tratamiento de la llamada. Otros circuitos asociados a la red y los circuitos de señalización se indican mediante lámparas fijas.

Las conexiones entre los circuitos y los conmutadores se indican mediante

* Marca registrada del sistema ITT



Panel sinóptico desarrollado por BTM para el Ministerio de Comunicaciones de Corea del Sur. Este panel será usado conjuntamente con una central de entrenamiento para mostrar como se establecen diferentes tipos de llamadas.

luces secuenciales hasta que la conmutación se ha completado, en cuyo momento se reemplazan por lámparas permanentes.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

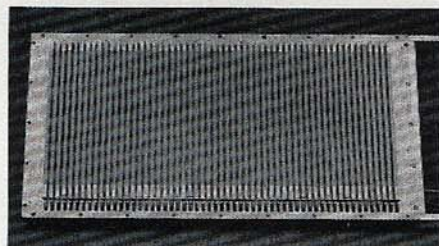
Antena de exploración electrónica

Esta nueva antena de radar, de banda X (ver fotografía), es una antena plana de elementos múltiples desfasados. Unos 60 elementos radiantes independientes son accionados a través de una red de alimentación y de cambiadores digitales de fase de 4 bitios a base de diodos PIN, de tal manera que el lóbulo principal del diagrama de radiación de la antena se explora electrónicamente en azimut, y pueden captarse y seguirse de forma prácticamente simultánea varios blancos. Los elementos radiantes independientes se encuentran en el lado estrecho de una guíaonda rectangular con ranuras, siendo las ranuras excitadas por una onda electromagnética continua.

Cable con pantalla de cobre y los cambiadores de fase conectan los elementos radiantes independientes y la red de alimentación. Esta última es una compleja construcción de guíaondas. La energía se acopla a los elementos radiantes, a través de acopladores

transversales igualmente espaciados, desde un alimentador principal que lleva una onda electromagnética continua. Los acopladores transversales están dimensionados de tal forma que se obtiene una distribución de corriente que da como resultado un bajo nivel de lóbulos laterales.

Para un ángulo de exploración dado, el ajuste óptimo del cambiador de fase se determina mediante una única medida semiautomática y un programa de ordenador de optimización. Todos los valores posibles de amplitud y de fase en los elementos de radiación se obtienen mediante medi-



Antena de exploración electrónica con un bajo nivel de lóbulos laterales.

das, de forma que los errores de amplitud y de fase pueden tenerse en cuenta por el programa de optimización. Este último determina el ajuste óptimo de los cambiadores de fase para un ángulo de exploración dado (es decir un frente de fases). Una vez que se ha calculado el diagrama de radiación de la antena por estos ajustes de los cambiadores de fase, la característica de error de fase (que resulta de la cuantificación y de los errores de fase del sistema de alimentación) puede variarse mediante el desplazamiento paralelo del frente de fases, con el fin de aumentar la atenuación del pico del lóbulo lateral. La información de la posición del cambiador de fase que se obtiene de esta forma se utiliza para programar la memoria de sólo lectura que controla las etapas divisoras de los cambiadores de fase.

Este procedimiento permite determinar el ajuste del cambiador de fase y optimizar la antena. Puesto que se conoce por la experiencia que la diferencia entre el diagrama de radiación medido en campo lejano y el diagrama de radiación calculado teóricamente es despreciable, este procedimiento es un método económico para la prueba de este complejo sistema de antenas.

Standard Elektrik Lorenz, República Federal de Alemania

UNIMAT 4070: PABX de capacidad media

La gama de centralitas privadas automáticas (PABX) UNIMAT* se ha ampliado recientemente con la aparición de la centralita UNIMAT 4070, de capacidad media, que se presenta en tres versiones: 2 W 30, 2 W 80 y 2 W 180. Todas ellas cumplen las últimas disposiciones del PTT de la República Federal de Alemania. Las capacidades de las nuevas versiones van de 10 a 180 extensiones y de 2 a 24 líneas externas.

Al igual que sucede con las PABX UNIMAT 4080 de mayor capacidad, las características principales son una red de conmutación completamente electrónica y control por programa almacenado basado en microprocesador. Ambas características son fundamentales para la realización de un teléfono "inteligente". Marcando un código numérico (a menudo de una sola cifra), el usuario de la extensión puede activar o cancelar una amplia



Posición de operadora en la versión 2 W 30 de la PABX UNIMAT 4070.

gama de facilidades tales como transferencia de extensión ausente, rellema automática, repetición automática de la última llamada y facilidad de "no molesten".

Durante la fase de diseño de la PABX UNIMAT 4070 se prestó especial atención a la facilidad de funcionamiento tanto de la posición de ope-

radora como de los aparatos de abonado. Las tareas de las operadoras se han simplificado mediante trabajo de concentración con distribución automática de llamadas, liberación automática de llamadas, marcaje abreviado, pulsadores de llamada numerados y la existencia de nítidas pantallas alfanuméricas. Estas pantallas presentan información, casi siempre en texto completo, sobre el tipo de llamada (línea de central pública, extensión), y sobre el estado de la extensión (libre, ocupada, "no molesten"), permitiendo que las llamadas sean tratadas fluidamente incluso durante períodos de picos de trabajo.

Tres importantes compañías desarrollan componentes normalizados para fibra óptica

Tres compañías de Estados Unidos de América (Du Pont, Honeywell e ITT) han desarrollado componentes normalizados para un nuevo sistema de fibra óptica, el interfaz HDC. Constituye un enlace de datos por fibra óptica, de bajo coste, para aplicaciones de pequeña distancia y media velocidad.

El interfaz HDC es un completo enlace de datos, punto a punto, que ofrece varias ventajas:

- inmunidad frente a interferencias electromagnéticas
- utiliza conectores eléctricos normalizados
- la flexibilidad de la fibra y del cable es comparable a la del hilo de cobre
- velocidad de datos hasta 30 Mbit/s
- alcance óptico hasta 30 m
- disponibilidad de salidas TTL y CMOS compatibles
- bajo coste (apreciablemente menor que los actuales enlaces de fibra óptica)
- poco peso y pequeño tamaño
- mínimo diseño adicional.

El nuevo sistema utiliza transmisores y detectores con un elemento micro-óptico integrado de Spectronics,

una división de Honeywell, cable de fibra óptica con núcleo de plástico "Pifax" de Du Pont, conectores híbridos miniatura y detectores de diodos de ITT Cannon Electric.

En el mundo de la transmisión por fibra óptica, la compatibilidad de los componentes es la clave del éxito del sistema. Hasta ahora esto se ha conseguido en el laboratorio gracias a especialistas altamente entrenados que adaptaban cables, fuentes, detectores y conectores. Respondiendo a necesidades de los clientes, las tres compañías diseñaron y añadieron a sus líneas de productos propios componentes compatibles. Aplicaciones de transmisión analógica y digital a corta distancia para proceso de datos, instrumentación médica, automatización de oficinas y controles industriales, se beneficiarán de esta solución.

La flexibilidad es una característica básica del interfaz HDC, ya que los componentes pueden comprarse por separado a tres compañías y pueden ser montados por el usuario. Los componentes pueden ser sustituidos por equivalentes. El interfaz HDC, ya montado, podrá conseguirse en ITT Cannon Electric.

ITT Cannon Electric,
Estados Unidos de América



El aparato telefónico CONSUL*, que fue diseñado para su utilización con la gama UNIMAT de PABX.

El sistema UNIMAT 4070 puede adaptarse para que cumpla una amplia gama de necesidades del cliente sin más que seleccionar las unidades apropiadas de las opciones modulares de hardware y software. Este concepto asegura también que puedan ser incorporadas rápidamente nuevas demandas del cliente.

Standard Elektrik Lorenz,
República Federal de Alemania

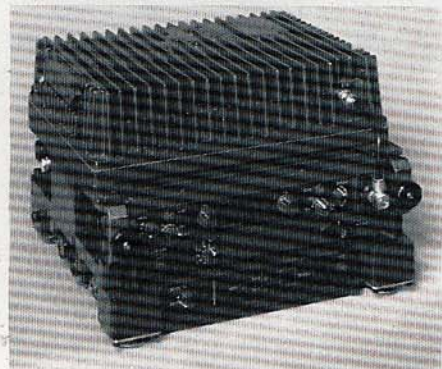
* Marca registrada del sistema ITT.

Equipo militar de VHF

Los radiotransmisores portátiles de VHF, SEM 170/171 están diseñados para funcionamiento en una sola dirección sobre 2000 canales de radio en el margen de frecuencias de 30 a 79,975 MHz con una separación entre canales de 25 kHz. Diseñados para aplicaciones militares, la potencia de salida en radiofrecuencia es de 2/0,2 W para el modelo SEM 170 y de 20/2 W para el modelo SEM 171.

Se entrega con una bolsa de transporte, una antena extensible de 0,4 m ó de 1 m, un microteléfono o microplastrón, y una caja de baterías. Esta caja de baterías lleva 10 pilas de níquel-cadmio o pilas primarias (modelo SEM 170) que proporcionan 24 horas de funcionamiento, ó 20 pilas de níquel-cadmio (modelo SEM 171) para 12 horas de funcionamiento.

La unidad principal del SEM 170 sirve también como unidad de control para los radiotransmisores móviles SEM 180/190. Está diseñada para transmisión analógica y digital de señales moduladas en frecuencia. Las frecuencias se seleccionan utilizando dos conmutadores rotatorios; pudiéndose almacenar 4 canales preestablecidos. Para asegurar la seguridad de todas las comunicaciones, los aparatos pueden equiparse opcionalmente con una unidad de cifrado analógica o digital.



Radiotransmisor SEM 190 para vehículo, que consta de los siguientes módulos, de arriba a abajo: radiotransmisor básico SE 170 con unidad de cifrado digital, bastidor para vehículo, etapa de potencia de 40 W y placa de montaje con equipo de prueba incorporado.

Combinando la unidad principal del aparato SEM 170 con las subunidades apropiadas, se obtiene la versión para vehículo SEM 180, que tiene una potencia de transmisor de 3/0,3 W. La

versión para vehículo está colocada sobre una placa de montaje que incorpora amortiguadores; su bastidor incluye todas las unidades adicionales necesarias para el funcionamiento en movimiento, tales como un regulador de 24 V y un amplificador del altavoz de 1 W. Opcionalmente puede disponerse de un codificador para sintonía de la antena del vehículo y un filtro paso banda sintonizado automáticamente. Mediante la adición de la subunidad enchufable LS 190, el equipo SEM 180 puede ampliarse a una estación de vehículo SEM 190, con una potencia del transmisor de 40 W. La placa de montaje puede acomodar un máximo de dos aparatos móviles y una etapa de potencia de 40 W, permitiendo que puedan montarse un aparato SEM 180 y otro SEM 190, o dos aparatos SEM 180, para el funciona-

miento de dos circuitos de radio diferentes.

La placa de montaje contiene la protección contra extracorrientes para dos aparatos, la conexión entre la batería del vehículo y el sistema de intercomunicación y un equipo de prueba de incorporación opcional. Esta disposición puede utilizarse para funcionamiento como estación repetidora en la que la señal captada por un receptor se retransmite automáticamente por el segundo aparato a diferente frecuencia.

Un conector de 19 polos situado en la placa de montaje permite conectar un sistema de intercomunicación de vehículos, permitiendo de esta forma el funcionamiento de un máximo de 4 aparatos telefónicos.

Standard Elektrik Lorenz, República Federal de Alemania

Equipo de control de polución de petróleo para petroleros construidos en el Japón

Procedente de unos astilleros japoneses hemos obtenido un importante pedido de equipo de comprobación de la contaminación de petróleo en el agua descargada en el mar por los petroleros.

El sistema Oilcon fue desarrollado por Standard Telecommunication Laboratories, en Harlow. Utiliza tecnología a base de láser y fibras ópticas para medir y registrar el contenido en petróleo del agua de lastre y de la sentina, en partes por millón.

Utilizado correctamente, el sistema Oilcon ayudará a los propietarios de los petroleros a evitar la polución de los océanos e, incidentalmente, las fuertes multas que pueden producirse por la descarga inadvertida de agua contaminada. El sistema cumple las exigencias de la convención de 1973 de IMCO (Intergovernmental Maritime Consultative Organization) para la prevención de la contaminación de petróleo por los barcos.

El sistema Oilcon puede utilizarse de tres maneras: las medidas del contenido de petróleo en el agua pueden imprimirse en un gráfico; el sistema puede desconectar las bombas tan pronto como el contenido en petróleo alcance los límites de IMCO; o puede combinarse con un sistema de separa-

ción de agua y petróleo de forma que el petróleo se mantiene a bordo en un tanque y solamente se bombea al mar el agua limpia.

Los monitores son robustos, fiables, de rápida respuesta y no son sensibles a las variaciones de gradación del petróleo. Son sencillos de manejar, adecuados para instalaciones en zonas peligrosas, e ideales para su utilización en salas de máquinas desatendidas.

International Marine Radio Company, Reino Unido

Importantes pedidos de teléfonos de teclado

El British Post Office acaba de adjudicar importantes pedidos de teléfonos de teclado y cápsulas receptoras y emisoras. Entre estos pedidos se encuentra uno de Quickstep Deltaphones de STC, que es el mayor pedido individual de teléfonos adjudicado a una compañía por el Post Office.

Además de los Deltaphones, que el Post Office comercializa como Trimphones de teclado, estamos suministrando también teléfonos tipo 756 del Post Office, la versión de teclado del teléfono normalizado de disco giratorio 746.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Instalación en aguas profundas de un cable telefónico submarino de fibras ópticas

En febrero de 1980, hemos completado las pruebas de instalación del que probablemente es el primer cable submarino de telecomunicaciones de fibra óptica del mundo, tendido por un barco convencional en aguas sometidas a las mareas. El bucle de cable de prueba de 9,5 km fue tendido por el barco cablero "Iris" del British Post Office en Loch Fyne, en la costa occidental de Escocia. El agua relativamente profunda y movida es típica del área del Mar del Norte en donde creemos que los sistemas de cables submarinos de comunicaciones de fibra óptica tienen su primera aplicación comercial. Una caja de regenerador, con sus terminaciones mecánicas, ha sido tendida junto con el cable y poste-

riormente será equipada con el necesario equipo electrónico de regeneración.

El cable utilizará un sistema de transmisión digital y será capaz de cursar tráfico telefónico, de datos y televisión.

El cable de aguas profundas, diseñado y fabricado por la División de Sistemas Submarinos de STC, contiene seis fibras ópticas y está armado en la forma convencional.

Se tardará varios años en desarrollar la tecnología hasta conseguir la alta fiabilidad necesaria en los sistemas de cables submarinos. El propósito es producir sistemas de elevada capacidad que sean compatibles con las redes digitales en expansión en todo el mundo, y a un precio inferior al de los actuales sistemas analógicos.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Instalado un cable principal con 320 fibras ópticas

En Berlín, donde el Deutsche Bundespost ha estado realizando una prueba de campo de transmisión óptica desde 1978, tuvo lugar el 29 de julio de 1980 un importante paso hacia adelante para las técnicas de fibra óptica. Ese día, un cable de fibra óptica con 320 fibras fue tendido en el interior de la red de conductos existentes, realizando de esta forma la primera etapa de la construcción de una red de líneas de abonado de fibra óptica. Partiendo de la central local de Assmannshauser Strasse, la ruta discurre sobre una distancia de 880 m a lo largo de Rüdeshheimer y Geisenheimer Strasse hasta el cruce con Raenthaler Strasse. Este cable de 900 m de fibra óptica, que se piensa que es el mayor del mundo en lo que se refiere al número de fibras, fue fabricado por Standard Elektrik Lorenz, una empresa alemana asociada a I.T.T.

Más de 300 km de fibra óptica muy fina tuvieron que fabricarse a partir de la más pura sílice fundida. Estas fibras de índice gradual tienen un diámetro del núcleo de $50 \mu\text{m}$ y un diámetro exterior de $125 \mu\text{m}$, y la protección mecánica la proporciona una cubierta rígida de plástico de aproximadamente 1 mm de espesor. El cable fue fabricado mediante el trenzado de haces de

cables en varias etapas, estando formada la unidad básica por 16 fibras dispuestas alrededor de un elemento plástico central (Kevlar). Cinco unidades básicas, trenzadas de nuevo y dotadas de una cubierta de PVC forman un haz de 80 fibras. Cuatro de estos haces forman el núcleo del cable principal de 320 fibras que posee una cubierta de PVC de color naranja de 59 mm de diámetro.

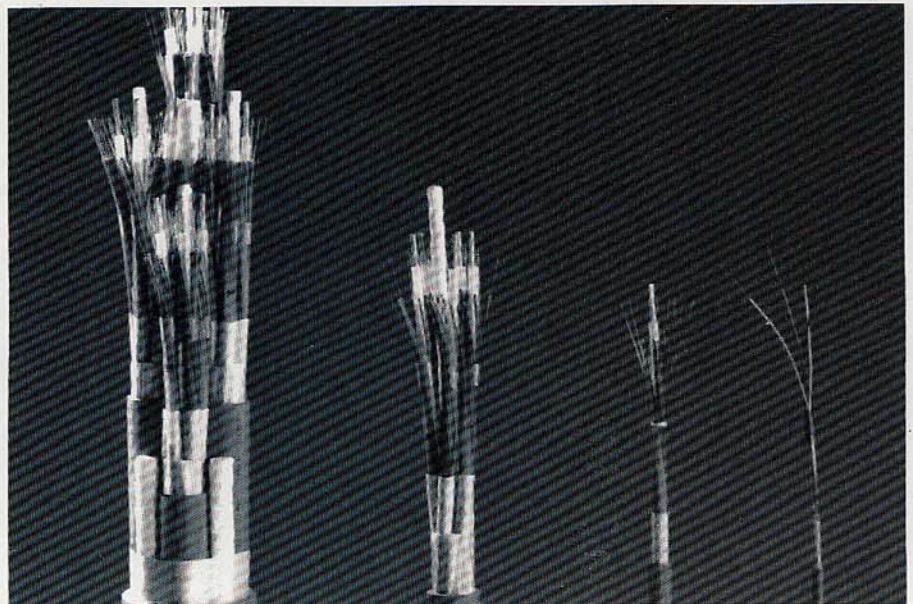
Al no entrar en su constitución el metal, el cable pesa sólo 1950 kg. Sin

embargo la resistencia a la tracción es superior a 25 kN (2,5 toneladas), lo que permite tirar de toda la longitud de cable sin cortar. El gasto de instalación y conexión (empalme) se reducen de esta forma considerablemente.

Etapas adicionales de construcción de la red consisten en la segregación radial del cable principal, primero en cables de distribución de 80 fibras y después en cables de acometida de 16 ó de 8 fibras. Desde las plantas sótano de las 38 casas que participan en la prueba de campo, partirán dos fibras a cada uno de los 150 abonados individuales. La distancia media a la central es de 1,4 km. En los puntos de segregación del cable (registros o plantas sótanos), las fibras de los diversos tipos de cable deben empalmarse mediante soldadura por arco bajo el microscopio. Para transformar las señales eléctricas en ópticas, y viceversa, se instalan transductores optoelectrónicos en la central y en las casas de los abonados.

La anchura de banda, superior a 100 MHz, que proporcionan estas fibras ópticas se utiliza sólo mínimamente por los canales telefónicos de 3 kHz. Cuando acabe el proyecto, probablemente a finales de 1980, la red que conduce a estos abonados tendrá, por tanto, reservas suficientes para futuros servicios de banda ancha (televisión, videoteléfono) del Deutsche Bundespost.

Standard Elektrik Lorenz, República Federal de Alemania



Los cuatro tipos de cable utilizados por el Deutsche Bundespost para la prueba de campo de una red de línea de abonado por fibra óptica. De izquierda a derecha son: Cable principal de 320 fibras, cable de distribución de 80 fibras, cable de acometida de 16 fibras y cable de instalación con dos fibras y dos hilos de cobre.

Central electrónica TXE4 número cien para el British Post Office

La central telefónica electrónica TXE4 número cien fabricada por Standard Telephones and Cables, ha sido entregada al British Post Office en Bromley, Kent, en mayo de 1980. Hasta el momento STC ha entregado al British Post Office un millón de líneas de equipo TXE4.

STC diseñó y desarrolló el sistema TXE4 en unión con el British Post Office y para él. Entró por vez primera en servicio público en una central de prueba en la central de Tudor, en el norte de Londres, tras lo que el British Post Office realizó una amplia evaluación económica y técnica del sistema antes de adjudicarnos un contrato para realizar la ingeniería del equipo con vistas a su fabricación en serie. El primer modelo de producción fue instalado en la central de Rectory, en Birmingham, en 1975. Desde entonces, el ritmo de entrega de instalaciones TXE4 por parte de STC ha crecido de forma continua hasta su nivel actual de aproximadamente una central por semana.

TXE4 es un sistema electrónico analógico con una red de conmutación de relés reed, en el que las señales de voz se encaminan a través de relés reed sellados herméticamente y controlados por circuitos electrónicos de es-

tado sólido. Se utilizan bloques funcionales normalizados para proporcionar un sistema sencillo de concepto, versátil en su aplicación, fundamentalmente insensible a los fallos y fácilmente ampliable para cumplir las demandas variantes del cliente. Está diseñado para centrales locales de 2.000 a 40.000 líneas; la central instalada en Bromley se ampliará hasta 25.000 líneas.

*Standard Telephones and Cables,
Reino Unido*

Radioavisadores de gran alcance para el British Post Office

Standard Telephones and Cables acaba de recibir del British Post Office un importante contrato para el suministro de radioavisadores avanzados de gran alcance. El contrato cubre el suministro de 30.000 compactos radioavisadores (buscapersonas) en los próximos 12 meses, lo que le convierte en el mayor pedido individual de radioavisadores realizado hasta el momento por el British Post Office.

El radioavisador de STC, que utiliza un circuito integrado especialmente desarrollado para este fin, es un poco mayor que un encendedor de cigarrillos y pesa solamente 60 gramos. Cada radioavisador tiene asignado un conjunto único de números telefónicos.

Las llamadas dirigidas a cualquiera de los números telefónicos asignados al radioavisador hacen que desde una estación central se retransmita una señal de radio determinada. Una de las cuatro diferentes y fácilmente identificables configuraciones de pitidos indica el origen de la llamada al usuario. Si éste no desea ser molestado, puede conectar la memoria que forma parte de la unidad, con lo que las llamadas se almacenan y pueden leerse más tarde.

Este nuevo radioavisador utiliza el código POCSAG (Post Office Coding Standardization Advisory Group) que ha sido recientemente acordado entre el British Post Office y los principales fabricantes con vistas a su utilización en otros sistemas de radioavisadores de gran alcance.

Un formato de codificación de dirección de gran velocidad de llamada proporciona al radioavisador una cobertura de grandes zonas y zonas de gran densidad de población con una única radiofrecuencia. El sistema del Post Office funciona a 150 MHz y trabaja digitalmente a 512 bit/s. El código de dirección utilizado permite operar hasta un máximo de 2 millones de receptores con cuatro direcciones únicas, con una velocidad de llamada superior a 15 llamadas por segundo.

*Standard Telephones and Cables,
Reino Unido*