

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

RESUMEN

VOLUMEN 49 (1974) NÚMERO 4

En este número	376
Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Aspectos generales del proyecto, por <i>J. F. Tilly, H. J. Barker y T. L. Houghton</i>	378
Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Descripción del cable y tendido, por <i>J. E. Kinsey y M. J. Hedges</i>	385
Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Equipo terminal, por <i>C. V. Barber</i>	393
Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Equipo de supervisión de repetidores sumergidos, por <i>R. K. Morris</i>	404
Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Equipo de alimentación, por <i>P. S. Kelly</i>	410
Diseño eléctrico de las centrales Metaconta L, por <i>J. M. Tyszka</i>	417
El procesador ITT 3200 en el sistema de conmutación Metaconta. Mantenimiento y disponibilidad, por <i>X. Penet y T. Cagnac</i>	425
Modelo de ruleta para la simulación simultánea de tráfico de señalización y conversación, por <i>J. E. Villar de Villacián y J. R. de los Mozos Marqués</i>	432
Sistema rural TW-10 E, por <i>I. Rodado Gómez</i>	439
La diafonía en el área local y el secreto de las conversaciones, por <i>H. Williams, H. W. Silcock y D. Sibbald</i>	446
Sistema de comunicación 6400 ADX basado en ordenadores para una agencia de prensa alemana, por <i>R. H. Steadman y D. C. Mc Donall</i>	459
Notas de investigación:	
ITT desempeña un papel fundamental en las comunicaciones de tierra del sistema Westar, por <i>E. Brussel</i>	467
ITT Federal Electric, seleccionada para instalar una red principal de comunicaciones en España, por <i>L. Brown</i>	468
Standard Telecommunication Laboratories (STL) exhibe logros de investigación avanzada, en la exposición de dispositivos de estado sólido, por <i>F. Brice</i>	470
Nuevas realizaciones	473
Índice de los artículos del Volumen 49 por materias	II
Índice de los artículos del Volumen 49 por autores	V
Índice de nuevas realizaciones	VII

Editor principal: Pierre Mornet

Director en Español: J. A. Gómez García, Ramírez de Prado 5, Madrid - 7

En este número

Cantat 2 — Sistemas de cable submarino:

Aspectos generales del proyecto

El sistema de cable submarino de 14 MHz de gran capacidad Cantat 2, enlaza el Reino Unido y Canadá, y proporciona 1840 canales de 3 kHz. A lo largo de sus 2800 millas náuticas (5189 km) utiliza 473 repetidores sumergidos y 31 señalizadores. El cable es un cable ligero de 37,3 mm (1,47 pulgadas) enterrado en la zona de la plataforma continental de Nova Scotia y armado en la zona costera del Reino Unido.

El sistema está basado en los sistemas preliminares de gran capacidad de 14 MHz, pero fue modificado para cumplir las exigencias del British Post Office y de la Administración Canadiense. El Cantat 2 emplea un número de repetidores en tandem mayor que el usado en sistemas anteriores. La fiabilidad de los transistores usados en los repetidores sumergidos fue incrementada desde una tasa de fallo de 1 entre 500 en 25 años, hasta alcanzar 1 entre 4000 en 25 años. Esto se consiguió gracias a una especial colaboración entre el BPO e ITT-SC.

El contrato fue firmado a principios de 1971, y el proyecto fue completado en marzo de 1974 algo antes de la fecha fijada.

Gracias a las técnicas de planificación PERT, una estrecha coordinación entre todas las partes interesadas a través de grupos de trabajo, y una sensata utilización de la experiencia acumulada con sistemas similares, este sistema ambicioso y de alto nivel técnico pudo entrar en servicio de modo satisfactorio tres semanas antes de la fecha prevista, a pesar del mal tiempo reinante en el Atlántico durante los últimos tendidos.

Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Descripción del cable y tendido

El tendido del cable del sistema Cantat 2 fue la mayor y más compleja operación de su clase jamás llevada a cabo. En total se instalaron 2800 millas náuticas (5189 km) de cable con 473 repetidores sumergidos y 31 igualadores sumergidos. La instalación se realizó a lo largo de un período continuo de 8 meses.

Se emplearon los tipos principales de cable, todos ellos de diseño básicamente convencional ya experimentado en sistemas anteriores. A profundidades en que había mínimo peligro de sufrir daños, se utilizó cable ligero de 37,3 mm/9,3 mm, y en las zonas en que era probable que los pesqueros de rastreo y las mareas causaran desperfectos se empleó una variante armada de este cable. Se desarrolló un cable especial basado en el diseño del ligero para soportar la tensión creciente al descender el cable al fondo del mar.

El sistema Cantat se tendió en 8 secciones con ayuda de 3 buques cableros. Durante el tendido se puso especial cuidado en asegurarse de que el cable seguía el relieve del fondo del mar dándole una cierta holgura. También fue esencial una navegación precisa para garantizar que se seguía con exactitud la ruta del cable.

El ajuste final de los niveles del sistema se hizo con los 31 igualadores, que se diseñaron y construyeron a bordo. El diseño se simplificó con el empleo de un pequeño computador para determinar las características necesarias de cada igualador 14 horas antes del tendido, y comprobar después la validez de la previsión.

El éxito de las técnicas y los componentes utilizados ha quedado demostrado por la excelente igualación del sistema, que es realmente mejor que en cualquier sistema anterior de STC.

Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Equipo de supervisión de repetidores sumergidos

En todos los sistemas de cable submarino es esencial disponer de una facilidad de medida del funcionamiento de los repetidores sumergidos. En el sistema Cantat 2, esta tarea se realiza mediante un equipo de supervisión de repetidores sumergidos programable y versátil, con una memoria de cinta perforada que conserva información sobre las frecuencias de los filtros de supervisión de banda estrecha que identifican cada repetidor.

El equipo de supervisión puede programarse para seleccionar automáticamente cualquiera de los repetidores a medir o para realizar medidas automáticamente sobre cualquier número de entre todos los repetidores del sistema en cualquier secuencia. El equipo puede también barrer y representar, en un registrador, las características de frecuencia de los filtros de supervisión de los repetidores.

Se dispone de tres velocidades de exploración, lo que permite la medida completa de la línea del Cantat 2 en 1, 2 ó 4 horas. Se proporciona también un control manual para la utilización de los controles del panel frontal de la consola; las medidas manuales pueden ayudarse del método automático si es necesario.

La flexibilidad del sistema ha demostrado ser superior a lo normal, tanto durante la instalación y alineamiento del sistema, como durante el funcionamiento normal desde entonces.

Cantat 2 — Sistema de cable submarino:

Equipo terminal

El equipo terminal del Cantat 2 está formado por el equipo terminal de transmisión, el de piloto y supervisión del sistema, el de supervisión de repetidores sumergidos y el de telealimentación. El sistema completo dispone de 1840 canales bidireccionales de alta calidad con un espaciado de 3 kHz.

El equipo de transmisión traslada y combina 23 supergrupos básicos de 312 a 552 kHz en una señal de banda ancha para transmisión al terminal lejano donde esta señal es descompuesta en los 23 supergrupos básicos. Mucho del equipo está duplicado y conmutación automática para asegurar continuidad de servicio.

El comportamiento del equipo es constantemente supervisado mediante señales piloto y se origina una alarma cuando un nivel de piloto se sale de límites predeterminados.

Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Equipo de alimentación

Para conseguir una vida de duración máxima y una ganancia constante de los repetidores se necesita una alimentación controlada muy exactamente.

El sistema de alimentación del Cantat 2 presenta problemas especiales debido a las altas tensiones que se necesitan. La alimentación por ambos extremos es una característica especial necesaria debido a los 473 repetidores en las 2800 millas náuticas de longitud del cable. Un sistema de transferencia sin corte (hot transfer) permite la conmutación del equipo en funcionamiento al de reserva sin interrupción del servicio.

Aunque el diseño se basó en general en sistemas anteriores, el diseño detallado incluye la utilización de circuitos transistorizados y construcción modular.

Se ha tenido cuidado especial en asegurar la inmunidad del personal de operación y de mantenimiento.

Diseño eléctrico de las centrales Metaconta* L

Este artículo presenta las características generales que determinan el funcionamiento eléctrico del sistema Metaconta* L.

Posteriormente se acomete el análisis de la distribución de alimentación y de los problemas de transmisión de señal en los sistemas semielectrónicos de conmutación telefónica.

Por última se presentan las soluciones escogidas para evitar el influjo de efectos parásitos y asegurar un funcionamiento de alta fiabilidad y exento de perturbaciones.

El procesador ITT 3200 en el sistema de conmutación Metaconta* Mantenimiento y disponibilidad

El procesador ITT 3200 encuentra su aplicación más importante como parte integrante de la unidad de control del sistema de conmutación Metaconta*, habiéndose por tanto diseñado para

* Marca registrada del sistema ITT.

alcanzar los objetivos de fiabilidad impuestos por el sistema. Se han definido el equipo, los circuitos y los programas durante el desarrollo de manera que la conversión de las instalaciones pueda ser realizada por personal de una formación técnica no necesariamente muy elevada. El objeto de este artículo es describir el ITT 3200 bajo los aspectos siguientes: fiabilidad elevada, lo que significa que la tasa de faltas de cada módulo debe ser baja, y mantenimiento simplificado, que trae como consecuencia que la disponibilidad de la unidad central de control (ITT 3200 duplicado) sea muy elevada.

Modelo de ruleta para la simulación simultánea de tráfico de señalización y conversación

Este artículo muestra una ampliación del modelo de ruleta para simular sistemas de llamadas perdidas que no reaparecen. La principal característica de este modelo es la posibilidad que admite de simular fases sucesivas por las que atraviesa una llamada, teniendo en cuenta la dependencia que existe entre el estado en el que una llamada encuentra al sistema al comenzar una fase dada, con el estado del sistema que la misma llamada encontró durante las fases anteriores. Hasta el presente no se había considerado necesario incluir esta dependencia, debido en parte al hecho de que los sistemas estudiados se habrían visto escasamente afectados por ella y, por consiguiente, resultaba más sencillo incluir el tiempo de señalización en el de conversación.

En el artículo se da una descripción detallada del método utilizado para determinar las longitudes de los intervalos del generador de eventos de acuerdo con los diferentes valores de tráfico, duración de las distintas fases, etc. Se hace también una disgresión para tratar las posibles interpretaciones del tráfico cursado obtenido en los resultados, en función de los datos de entrada suministrados.

Finalmente se estudian algunos aspectos prácticos como esfuerzo de programación, lenguajes, etc.

Sistema rural TW-10 E

Las administraciones de Telecomunicación están necesitando hoy día de sistemas de transmisión que permitan la automatización de áreas rurales disponiendo en muchos casos de líneas aéreas con transposiciones de baja frecuencia.

El sistema rural TW-10 E está previsto para el aprovechamiento de éstas con las posibilidades de realizar enlaces entre operadora y abonado con centrales automáticas o bien enlaces entre centrales automáticas. El número máximo de canales son 10, pero utilizando filtros de segregación puede aumentarse el número de canales a utilizar sobre un mismo portador.

La utilización de semiconductores de silicio, circuitos integrados, la realización de circuitos activos de canal en unidades idénticas para todos los canales, la posibilidad de equipar baterías en los terminales de 5 y 2 canales y la incorporación de un circuito de alarma y bloqueo permiten su equipado en centra-

les no atendidas, dando un margen grande de seguridad de funcionamiento y un fácil y económico mantenimiento del mismo.

La diafonía en el área local y el secreto de las conversaciones

Desde un punto de vista social resulta inadmisibles aquella diafonía que no sólo hace que un abonado escuche otra conversación, sino que incluso pueda reconocer las voces de las personas que conversan. Paradójicamente este fenómeno puede darse con mayor facilidad en las redes modernas, con equipo de conmutación de bajo ruido y aparatos de abonado modernos.

El problema es especialmente importante en las áreas locales, siendo el factor más importante el desequilibrio de capacidad entre los pares de los cables de abonado, aunque a la diafonía inteligible contribuyan también otros factores, tales como el volumen de voz, la agudeza auditiva, el ruido y el rendimiento del aparato de abonado.

El estudio profundo de los parámetros del cable ha dado lugar a un diseño mejorado de cables locales, hecho por la compañía sueca IKO asociada a ITT. Dicho cable cubre ampliamente las necesidades actuales, así como las que puedan surgir a lo largo de su vida útil, una vez instalado.

Sistema de comunicación 6400 ADX basado en ordenadores para una agencia de prensa alemana

La Deutsche Presse-Agentur, una de las agencias de prensa más importantes del mundo, procura constantemente mejorar sus métodos de recogida, tratamiento y difusión de noticias, con el fin de lanzar las noticias con adelanto sobre sus competidores. Es esencial, sin embargo, que la rapidez en la manipulación no deteriore el alto nivel de eficiencia que la agencia detenta.

Después de una cuidadosa evaluación de los sistemas posibles para mejorar su servicio, la Deutsche Presse-Agentur seleccionó un sistema de conmutación de mensajes 6400 ADX*. La especificación del sistema fue conjuntamente redactada por la agencia e ingenieros de ITT, quienes la acomodaron minuciosamente a las especiales necesidades relativas a la concentración, edición, distribución, almacenamiento y extracción de noticias. Como facilidades auxiliares se concibieron la actualización automática de los tableros de ligas deportivas, salida impresa de noticias y cómputo contable de los mensajes de entrada y salida.

El sistema 6400 ADX*, que entró en servicio en septiembre de 1973, ha alcanzado todos sus objetivos. En particular, las noticias urgentes pueden ahora llegar a los clientes en unos segundos, en lugar de minutos, y el tiempo transcurrido desde la llegada de noticias de prioridad media hasta su despacho ya editadas, se ha reducido de 45 a 8 minutos. El sistema ha reducido, además, el trabajo extraeditorial lo cual permite a los autores concentrarse en su labor principal.

* Marca registrada del sistema ITT.

Cantat 2 - Sistema de cable submarino: Aspectos generales del proyecto

El sistema de cable submarino de 14 MHz de gran capacidad más largo hasta la fecha, enlaza el Reino Unido y Canadá, proporcionando 1840 canales de 3 kHz. Es más fiable que los sistemas anteriores de 14 MHz y quedó terminado y en condiciones de dar servicio 3 semanas antes de la fecha prefijada. Todo ello gracias a la cooperación y planificación de las partes interesadas.

J. F. TILLY

H. J. BARKER

T. L. HOUGHTON

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

Introducción

El artículo "Sistema de repetidores sumergidos para 1840 circuitos", escrito por A. J. Bennett y G. A. Heath y publicado en Comunicaciones Eléctricas, volumen 46, nº 2 del año 1971, describía el sistema básico desarrollado por STC para satisfacer las necesidades del mercado en aquel momento y su posible aplicación a sistemas de mayor longitud.

El presente artículo describe la aplicación específica de dicho equipo en el sistema Cantat 2, que quedó instalado y listo para el servicio en marzo de 1974, proporcionando 1840 canales de 3 kHz entre el Reino Unido y Canadá.

El sistema requería un número de repetidores trabajando en tandem mayor que el usado en sistemas anteriores. Desde el punto de vista de diseño del sistema era necesario tener gran cuidado en minimizar los desequilibrios acumulativos entre las pérdidas de la sección del cable y la ganancia de los repetidores, a fin de facilitar la eculización. El volumen de equipo sumergido y la naturaleza física de la ruta exigían realizar el tendido en 8 etapas, representando cada una de ellas una fecha crítica prefijada, en la cual unos ciertos repetidores y secciones de cable habían de estar disponibles para ser embarcados. El proyecto exigía, aparte de unas especificaciones técnicas y de

fiabilidad muy estrictas, la producción de un volumen considerable de equipo dentro de un programa muy apretado, con gran número de fechas críticas hasta llegar a su total cumplimiento.

El propósito de este artículo es presentar una visión general de la evolución del contrato y de su consecución. Aunque se ha intentado describir de modo general los aspectos técnicos más significativos, se ha tratado de evitar un exceso de detalles técnicos.

Estos detalles técnicos se describen en otros artículos asociados, a saber:

- Equipo terminal.
- Equipo de alimentación.
- Equipo de supervisión de repetidores sumergidos.
- El cable y su tendido.

Las figuras 1, 2 y 3 son fotografías de las importantes series de equipos situados en el terminal de Widemouth en Devon, Inglaterra.

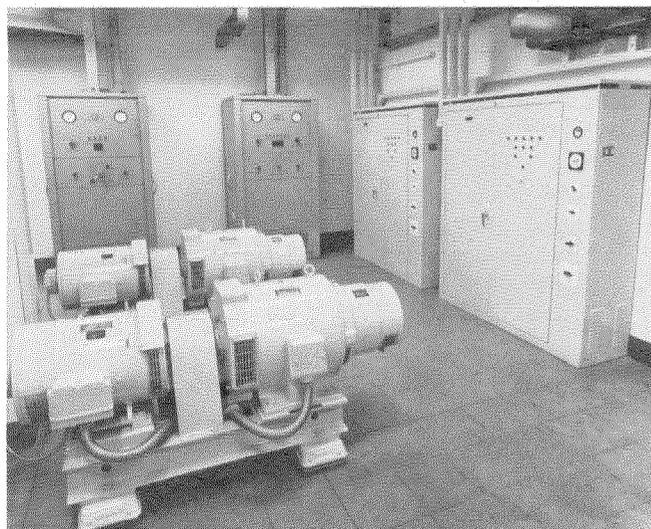


Fig. 1 La foto de la sala de máquinas del terminal de Widemouth muestra los grupos motor-alternador de 400 Hz y los armarios de control asociados.



Fig. 2 Filas de transmisión y alimentación de potencia en el terminal de Widemouth.

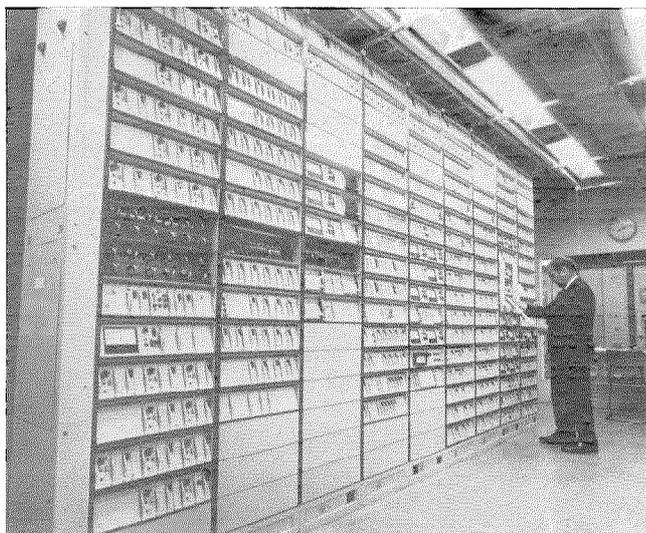


Fig. 3 Equipo de transmisión y piloto del terminal de Widemouth.

Preparación del contrato

En septiembre de 1970, se establecieron ciertos aspectos importantes en los sistemas de cables submarinos de STC.

- Como continuación de una etapa de 20 años de fabricación de sistemas con repetidores a válvulas de gran fiabilidad y funcionamiento perfecto, se contaba con un período de 2 ó 3 años de experiencia similar con repetidores totalmente transistorizados.
- STC había demostrado una capacidad única en el suministro de sistemas de gran longitud, actuando como único contratista, al completar con éxito la instalación del sistema SAT-1 en 1968—69.

La compañía ofrecía en esas fechas sus servicios para la instalación de un sistema transatlántico entre las Islas Canarias y Brasil (BRACAN).

- Se había diseñado un sistema de 14 MHz (1840 canales), y el equipo para un cierto número de contratos estaba ya listo o en vías de fabricación.

Siendo evidente la necesidad de un sistema de gran capacidad entre el Reino Unido y América del Norte, comenzaron las conversaciones entre los responsables del Post Office, la Canadian Overseas Telecommunications Corporation y la Standard Telecommunication and Cables, STC, asociada a ITT. Las conversaciones se centraron sobre la factibilidad de aplicar el sistema de 14 MHz a una ruta tan larga, y el desarrollo de un programa capaz de proporcionar un sistema que estuviera listo para servicio el 1º de marzo de 1974. (Es bien conocido el esfuerzo que en estos trabajos se dedica al cumplimiento de la fecha de entrega; esta fecha se mantuvo como la meta más importante a lo largo de todo el programa, y de hecho todavía se consiguió adelantarla tres semanas).

En un principio, usando la técnica de planificación PERT, se vio claramente que podría ser fabricado el equipo, probado, tendido y completado al sistema en la fecha prevista, aún permitiendo un margen de unos pocos meses para las negociaciones del contrato, y para

que el cliente preparara las especificaciones y detalles técnicos. Sin embargo, ambas partes reconocían la necesidad de resolver un cierto número de problemas técnicos que surgirían debido a que se trataba de la primera aplicación del sistema a un tramo tan largo. El plan PERT determinaba la necesidad de que el trabajo relativo a estos problemas comenzara sin dilación.

Se concertó pues un contrato para el estudio de factibilidad, facilitando así la realización de estos trabajos sin perjuicio de que continuaran su marcha las negociaciones para el contrato principal.

Estudio de factibilidad

A continuación se da un resumen de los requisitos especiales para el proyecto Cantat, algunos comentarios sobre su análisis, y las decisiones que se tomaron.

Fiabilidad de los transistores

Los transistores usados en los amplificadores son del tipo 4A y 10A, y habían de ser suministrados por el Post Office para ser usados en los repetidores del Cantat. Transistores de cada tipo fueron inicialmente desarrollados, fabricados y probados por ITT-SC en Footscray. El plan era que el Post Office subcontratara parte de la producción necesaria a ITT-SC (a través de STC).

Para entonces se habían desarrollado técnicas aceleradas de pruebas de vida y se habían utilizado para validar un lote de transistores y obtener un producto tal que menos de 1 entre 500 llegarían en 25 años a una degradación tal en su funcionamiento que los hicieran específicamente inaceptables.

Se pensaba que este sistema transatlántico requeriría unos 500 repetidores, es decir, 1500 transistores de cada tipo, ó 3000 en total. La cifra se redondeó a 4000 y se fijó un objetivo de 1 entre 4000 en lugar de 1 entre 500 anterior. La intención primitiva era no mejorar los métodos de fabricación y control, esperando que el producto llegaría a cumplir estas exigencias.

Estadísticamente esto exigía lotes autosuficientes de 800 elementos cada uno, lo que conducía a un tamaño del lote de 4000 aproximadamente. La posibilidad de fallos en alcanzar este objetivo era bastante probable, y para mayor seguridad se encargaron 3 lotes de 800 frente a exigencias de algo menos de 2 lotes de 800 (para cada tipo).

Para asegurarse todavía más, se harían dos lotes de transistores 10A y uno de 4A en el Post Office, y un lote de 10A y dos de 4A en ITT-SC, siendo la producción en paralelo, con el fin de aumentar la probabilidad de disponer de al menos un lote de cada tipo al llegar la fecha de fabricación del repetidor.

Estas medidas de precaución son características del cuidado que ha de tomarse para obtener un producto bueno y fiable en la fecha prevista. Los costes de recuperación y los debidos a retrasos son exageradamente elevados en los sistemas de cables submarinos.

Ha de tenerse en cuenta que en el sistema de suministro de transistores descrito, la técnica de validación

de un lote es tal que prácticamente el lote completo (de 800 en este caso) es aceptable o no aceptable, es decir, todos o ninguno son considerados utilizables.

Control de la variación de ganancia con la temperatura

Las fluctuaciones de nivel en la línea, ocasionadas por variación de la atenuación con la temperatura, han sido aceptables en otros sistemas, siendo compensados en los terminales mediante apropiados (y esporádicos) ajustes manuales de los ecualizadores. Estos proporcionan básicamente una familia de curvas (atenuación/frecuencia) que compensan la curva atenuación/frecuencia esperada para las variaciones de temperatura de la línea. Se instalan en ambos extremos, y un simple análisis del comportamiento de los pilotos del sistema que son medidos y registrados, permite ajustar en transmisión y/o recepción los ecualizadores de variación de temperatura.

En el Cantat 2 se consideró que las variaciones podían ser demasiado grandes para que esta técnica fuera practicable. Sin embargo, obtenida una información preliminar de la ruta y de la temperatura, y realizados los cálculos necesarios, se llegó a la conclusión de que no sería precisa ninguna acción especial. Como más adelante se indica, los planes posteriores más detallados respaldaron este acuerdo, y lo que es más importante, el comportamiento final del sistema y los datos adquiridos del comportamiento actual con la temperatura, justificaron por completo esta decisión.

Adviértase que siempre se hace todo lo posible por mantener la máxima sencillez del equipo sumergido, ya que cada elemento añadido es un nuevo riesgo en cuanto a fiabilidad, aparte del aumento en el coste.

Ganancia del repetidor y estabilidad de la ganancia

En cuanto a la ganancia del repetidor, los contratos anteriores de 14 MHz estaban basados en una ganancia de 43 dB a 13,7 MHz. Problemas de comportamiento del sistema, particularmente el ruido, obligaron a cambiar la configuración del sistema, y trabajar con una ganancia de 40 dB, ya que los 43 dB daban unos márgenes inadecuados.

El componente más crítico, con un gran impacto en el comportamiento del sistema debido al envejecimiento, es la resistencia, especialmente en el bucle de realimentación de amplificador.

Aunque la estabilidad de las resistencias de película metálica usadas hasta ahora había sido adecuada en sistemas anteriores, era necesaria una revisión para el Cantat 2, a la vista del efecto de envejecimiento acumulativo de unos 500 repetidores en tandem.

Es muy difícil predecir con el grado de precisión requerida en estos casos, variaciones de un parámetro a lo largo de 20 años, debido a las dificultades de obtener una segura simulación y aceleración del envejecimiento. Las estadísticas disponibles indicaban que en el peor de los casos los márgenes de protección contra el ruido pueden desaparecer debido al envejecimiento de las resistencias, en diez o quince años. No se consideraba impracticable, si fuera necesario, recu-

perar uno o dos ecualizadores sumergidos a la mitad de la vida del sistema, y reemplazarlos o realizar en ellos una compensación adecuada.

El Post Office, por entonces, patrocinaba y controlaba el desarrollo de una resistencia que se esperaba que fuera más estable, y en el Cantat 2 se mantuvo inicialmente abierta la opción para el uso de estas resistencias.

Más adelante, debido a que estas resistencias estaban todavía en período de desarrollo y fabricación, y sobre todo debido a la falta de datos estadísticos suficientes sobre su fiabilidad, se decidió por fin utilizar las resistencias de película metálica iniciales.

Condensadores de alta tensión

La tensión de línea del Cantat 2 se esperaba que fuera del orden de 10 kV, así que con vistas al diseño se tomó una cifra de 12 kV. Los condensadores usados en los filtros separadores de alimentación en ambos extremos de cada repetidor y ecualizador habían de estar previstos para esta tensión, que era doble de la máxima usada hasta entonces.

En esta serie de artículos no se incluyen detalles sobre su desarrollo y fabricación, pero queremos reconocer el esfuerzo de aquéllos que en la División de Condensadores de ITT, en Paington, diseñaron, fabricaron y probaron los condensadores, con éxito y sin apreciables problemas respecto del contrato.

Equipo terminal de transmisión

Tanto el equipo de alimentación como el equipo de transmisión son descritos con detalle en otros artículos.

En el momento de iniciar el estudio de factibilidad, la Compañía STC, muy adelantada en el diseño de estos equipos, estaba en condiciones de negociar con el cliente los cambios detallados que fueran posibles dentro del limitado tiempo del proyecto.

Los componentes usados en estos equipos de tierra son de calidad standard; el alto grado de fiabilidad requerido se consigue mediante elementos redundantes, o bien circuitos redundantes con dispositivos de conmutación automática.

Un aspecto interesante de los sistemas de transmisión es el siguiente: Si se aumenta el ancho de banda de un sistema, las exigencias en el diseño de los repetidores, aunque sean complejas e importantes, representan un trabajo de diseño por una sola vez para un volumen de producción de centenares (o quizá miles) de unidades. En el equipo terminal, el grado de duplicidad y los métodos de conmutación conducen con frecuencia a un trabajo caro de ingeniería para un equipo que va a tener una producción muy limitada. Así pues, los recursos exigidos por estos equipos superan con mucho los necesarios para repetidores, cables y otros equipos sumergidos.

Realización del contrato

Los estudios de factibilidad técnica y las acciones que de éstos se derivaron fueron ultimados con efec-

tividad y rapidez, así que las distintas partes interesadas firmaron un contrato el 28 de abril de 1971. La Compañía sería responsable de todos los aspectos del contrato excepto:

- a) Transistores (suministrados por el Post Office de su propia fabricación, junto con una subcontratación de ITT-SC).
- b) Flete de los buques cableros (proporcionado por el Post Office y la Canadian Overseas Telecommunications Corporation).
- c) Edificios terminales (suministrados por el Post Office y la Canadian Overseas Telecommunications Corporation).

Control del proyecto

Evidentemente hay una gran similitud entre todos los sistemas de cable submarino; invariablemente comprenden equipos múltiples standard, equipo terminal de transmisión para la aplicación del múltiplex a un sistema de dos hilos, equipo de alimentación y de terminación del cable, y equipo sumergido compuesto de cables y accesorios, repetidores y ecualizadores. A todo esto hay que añadir un equipo de prueba especial para supervisión de la línea que permite hacer pruebas con el sistema en operación.

El control del proyecto se basa punto por punto en el contrato. El contrato se subdivide en tantas partes como elementos se han enumerado anteriormente, y para cada una de ellas se define el desarrollo, ingeniería, fabricación, pruebas y programa. La integración de dichos programas con el flete y carga de los barcos, el tendido del equipo sumergido, la prueba y alineamiento del equipo terminal y la prueba final y entrega del sistema se coordinan de acuerdo con la fecha de terminación prefijada en el contrato.

Organización del proyecto

En este aspecto, el Cantat 2 no se consideraba diferente de otros contratos, excepto en el gran volumen de equipo que había de ser suministrado en un tiempo mínimo, y en el reconocimiento de que diariamente podían surgir problemas relativos al diseño, fiabilidad o suministro de materiales y que exigirían la más urgente solución.

Es usual en este tipo de trabajo celebrar trimestralmente reuniones de coordinación del contrato. Los clientes y la compañía revisan los progresos, resuelven los problemas y ajustan sus acciones a los términos del contrato, variando éste de mutuo acuerdo si se considera conveniente.

A la vista de lo anterior se acordó en principio que en el Cantat 2 la Reunión Principal de Coordinación estaría soportada por los grupos técnicos de trabajo, compuestos de representantes de la Compañía y de los clientes.

Se fijaron seis grupos de trabajo, del modo siguiente:

- Desarrollo del cable y métodos de tendido.
- Diseño del equipo terminal (TTE, PFE, SRME)*.
- Ingeniería de sistemas y diseño del repetidor.

- Transistores.
- Inspección.
- Control global del proyecto.

Conforme avanzaba el proyecto surgía la necesidad, de vez en cuando, de formar subgrupos de uno u otro de estos grupos de trabajo para tratar urgentemente de problemas específicos. Durante la fase crítica de inicio de fabricación del repetidor, los clientes aceptaron la sugerencia de la compañía de proporcionar un representante permanente para reducir a un mínimo las líneas de comunicación.

Ya que esta organización resultó acertada, a la vista de los resultados de febrero 1974, citamos a continuación los acuerdos para el Comité de Coordinación de julio de 1971.

Objetivo

Promover, acordar y modificar los planes necesarios para ingeniería, fabricación, tendido, instalación y puesta en servicio.

Tales planes pueden incorporar muchas fechas que no tienen un significado contractual directo, pero que sin embargo son puntos de referencia útiles con vistas al control. Otras tales como RFS**, disponibilidad del edificio, etc., tendrán un significado contractual muy directo.

Después de revisar el plan fijado, detectar las desviaciones de dicho plan, y si fuera necesario, iniciar acciones basadas en la consideración de su posible impacto en el comportamiento del sistema, fecha de entrega y coste.

Método

La pauta para los Grupos de Trabajo era que sus discusiones deberían conducir a decisiones o recomendaciones y acudir al CCC (Comité de Coordinación del Cantat) para toda cuestión relacionada con la realización del contrato.

Las actas de los Grupos de Trabajo debían incluir una breve nota resumiendo el progreso, las decisiones tomadas y los asuntos relacionados con el CCC (las actas cubrirían necesariamente muchas discusiones que no requerían la consideración del CCC, como se ha indicado anteriormente). El uso de gráficos, diagramas de barras y Pert sería considerado en cuanto permitiera una presentación más clara de la información. Es de interés revisar algunas de las cuestiones técnicas más importantes que se trataron en estos Grupos de Trabajo a lo largo del proyecto.

Cuestiones de los Grupos de Trabajo

Ganancia del repetidor y prueba de bloque

En los sistemas de 14 MHz anteriores al Cantat 2, la ganancia del repetidor para la frecuencia más alta

* TTE: Terminal Transmission Equipment = Equipo terminal de transmisión.

PFE: Power Feeding Equipment = Equipo de telealimentación.

SRME: Submerged Repeater Monitoring Equipment = Equipo de supervisión de repetidores sumergidos (ESRS).

** RFS: Ready for Service = Listo para servicio.

de la banda superior era 43 dB. En el Cantat 2, a fin de conseguir un ruido medio ponderado, para un canal de 3 kHz, de menos de 1 pW/km de longitud de ruta (y 2 pW/km para el peor canal), bajo las peores condiciones de temperatura previstas, dejando un margen de 6,2 dB de pérdidas para el caso de una posible reparación, se llegaba a una ganancia necesaria de 40 dB.

La práctica establecida para los sistemas de cable submarino en relación con los ecualizadores sumergidos, es usar la actual experiencia del comportamiento de sistemas de menor longitud, para establecer la curva requerida para los ecualizadores de cada bloque de 15 repetidores. En un sistema de gran longitud, es muy importante minimizar las desviaciones del nivel nominal que se acumulan de sección en sección de repetidor y de bloque en bloque, ya que tales desviaciones afectan al comportamiento de los sistemas frente al ruido, así como a la respuesta de frecuencia en banda ancha, supergrupos, grupos y canales de los terminales.

En este caso, como ya se iban a cambiar la ganancia del repetidor y la respuesta con la frecuencia, se vio la necesidad de utilizar un bloque especial de prueba. Fue realizado conectando juntos 10 repetidores y 10 secciones de cable, midiendo el conjunto y extrapolando para un bloque completo, y compensado mediante los coeficientes ya conocidos para la presión (profundidad) y temperatura en el cable y en los repetidores.

Aparte de su significación técnica, se podrá apreciar que la necesidad de este trabajo suplementario añadió problemas al ya apretado programa de diseño y fabricación del ecualizador.

Dirección de transmisión

La transmisión de la banda superior en un sentido y de la banda inferior en el otro variará con la época del año, puesto que la atenuación del cable y la ganancia de los repetidores varían con la temperatura. Desde luego que las grandes profundidades del centro de Atlántico son un ambiente muy benigno a este respecto, pero en las aguas superficiales de la plataforma continental del Reino Unido y Canadá las variaciones de temperatura del agua son muy acusadas. La variación total de atenuación a 13,7 MHz sobre un tramo de 370 millas marinas en el extremo del Reino Unido es de 16,4 dB y en el extremo de Canadá de 9,8 dB para un tramo de 195 millas.

Al planear el sistema, dejando un margen para estas variaciones y para la posible reparación del cable, se hicieron cálculos para determinar la conveniencia de utilizar como terminal A el terminal del Reino Unido o el canadiense. (El terminal A es el que transmite la banda inferior y recibe la banda superior).

Se decidió que el terminal del Reino Unido fuera el extremo A, ya que con esto se conseguía un aumento del margen de nivel de 1,2 dB, dentro de la limitación impuesta por un ruido máximo de 1 pW/km para el canal de frecuencia más alta; este margen de

nivel descendería a su límite inferior solamente cuando se utilizara todo el margen previsto para reparaciones del cable. Por el contrario, si el extremo del Reino Unido fuera el terminal B, el margen mínimo de nivel definido anteriormente se da ya al principio de la vida del sistema, sin reparación alguna del cable.

Quizá solamente aquellas personas que han llevado a cabo planificaciones detalladas de un sistema apreciarán el laborioso cálculo y cuidado necesarios, pero todo el mundo apreciará la satisfacción que se obtiene al conseguir condiciones de funcionamiento óptimas que lleven a una aplicación más económica del sistema.

Dirección del tendido

El equipo de supervisión (ESRS, en inglés SRME) instalado en las estaciones terminales permite hacer una medida de la ganancia en bucle de cualquier repetidor a través de la línea entre éste y el terminal. Esto es sumamente útil durante el tendido, pues permite una continua supervisión después de la instalación de cada repetidor. En los sistemas primitivos el equipo para medida de la ganancia del bucle se incluía solamente en el terminal B, y de ahí nació la costumbre, o más bien la necesidad de tender el cable en la dirección de B a A.

En el sistema Cantat 2, el dispositivo para medida de la ganancia de bucle existe en ambos extremos. Así pues, la elección de la dirección de tendido se basó en consideraciones marinas, buscando sobre todo realizar el tendido con tiempo favorable. Pensando que podía esperarse mal tiempo en la época prevista para el empalme final, se decidió tender el cable de Este a Oeste. De hecho, el tiempo fue terrible durante el último tendido; puede verse que una decisión de este tipo puede ser causa de que se termine o no a tiempo el proyecto.

Desajustes en aguas superficiales

Ya se ha mencionado la importancia de los efectos de la temperatura sobre la atenuación del cable en aguas poco profundas.

Teniendo en cuenta que en el caso ideal la ganancia del repetidor sobre la banda de frecuencia ha de ser compensada por la sección de cable asociada, la ganancia de los repetidores situados en aguas costeras ha de ser ligeramente diferente de la de la mayoría de los repetidores que se encuentran en aguas profundas. En un sistema de esta longitud, donde es deseable optimizar el comportamiento de cada sección en cada dirección, una compensación de ganancia en cada repetidor y en cada dirección da mejor control que la alternativa más sencilla de cortar una longitud de cable diferente. Las compensaciones de ganancia requeridas fueron logradas mediante un margen de ajuste incluido en los amplificadores.

Rizado causado por las reflexiones

Las desadaptaciones de impedancia que inevitablemente surgen entre cable y repetidores y entre cable

y ecualizadores sumergidos ocasionarían, debido a la repetitividad y regularidad de las secciones nominales, una serie de reflexiones que se suman en fase y se superponen a la respuesta nivel-frecuencia ecualizada de la línea. Para minimizar este efecto se acordó que las secciones de repetidor del cable se cortarían creando dos poblaciones iguales cuyas longitudes medias serían la nominal ± 45 brazas. Las longitudes de corte de las secciones de ecualizador estarían escalonadas a intervalos de 30 brazas.

Es interesante destacar que al tender el sistema los rizados de ecualizadores y repetidores estaban presentes en la línea a niveles aceptables, y la ventaja ganada con las precauciones tomadas se estima del orden de 15 dB respecto de la suma en fase de los rizados.

El grado de precisión obtenible mediante corte de cable con análogo ajuste de ganancia de repetidores viene influenciado por el grado en que las operaciones normales de taller pueden realizar las funciones sin comprometer las salidas. El método establece amplios objetivos como antes se indicó, y el comportamiento que se obtiene con él indica un resultado practicable económico y de éxito.

Protección contra sobretensiones

El cantat 2 exigía una tensión de línea para alimentación más alta que ningún otro sistema de 14 MHz. Por tanto, los dispositivos para proteger de sobretensiones a los repetidores surgidas en el caso de fallo del cable, necesitaban revisión respecto de los diseños previamente establecidos y probados. Se llevó a cabo un programa conjunto entre la Compañía y el centro de investigación del Post Office.

Para los fines de este artículo basta citar la pesada naturaleza de este trabajo, que fue llevado a buen término gracias a las ideas y dedicación de numerosas personas trabajando en un ambiente de gran cooperación.

La línea real había de ser simulada mediante una línea artificial en el laboratorio. De hecho, la diferencia en los resultados de las dos líneas artificiales (en STC y en el Post Office) era tal, que en cierto momento del experimento se encontró conveniente obtener una correlación entre la línea artificial y una línea real (bloque) construida en la factoría de Southampton de STC. Se aplicaron a los cables tensiones de entrada de 10 kV (ligeramente por encima de los 9,6 kV fijados para la implantación del sistema) y se tomaron todo tipo de precauciones.

Los transistores (que representan el punto vulnerable del equipo) debían estar disponibles en número suficiente para permitir su consumo durante las pruebas sin éxito de los circuitos, y para representar muestras adecuadas y típicas que dieran validez al circuito de protección cuando llegase el momento de su prueba. Ya se mencionaron las precauciones tomadas para asegurar el suministro de transistores durante el proyecto y esta demanda adicional en las mismas líneas de suministro no fue bien recibida. Desde luego

que, debido a consideraciones de fiabilidad, está excluido el empleo de transistores previamente usados.

Enterramiento del cable

En los veinte años de historia de los sistemas de repetidores sumergidos hay una experiencia que demuestra que el único problema operacional de importancia es la rotura (o deterioro) del cable por las flotas de pesca que trabajan en las aguas costeras. Ya en la época del proyecto Cantat 2 se tenía cierta experiencia en resolver o atenuar este problema enterrando el equipo sumergido en el fondo del océano.

Las decisiones tomadas fueron las siguientes:

a) El cable sería enterrado a lo largo de la plataforma de Nova Scotia en Canadá.

Se usaría cable ligero protegido de 1,47", o sea 37,34 mm (excepto en áreas particularmente definidas que se usaría cable armado) ya que las pruebas anteriores no mostraron ventaja alguna para el cable ligero armado recubierto de PVC.

Un artefacto sumergible sería usado después del enterramiento del cable para enterrar los repetidores y cables asociados.

b) En la plataforma costera del Reino Unido el cable no sería enterrado, pero se usaría cable armado. El método de enterramiento del cable por chorro a presión se usaría donde fuera practicable.

Todas éstas eran, desde luego, decisiones del cliente, que fueron tomadas al principio del proyecto y eran necesarias para determinar los detalles de la ruta y los tipos de cables.

Equipo de supervisión de repetidores sumergidos (ESRS, en inglés SRME) programable

Comparados con los proyectos anteriores, en lo que a la supervisión de los repetidores se refiere, las exigencias para el Cantat, aunque funcionalmente similares, eran técnicamente más estrictas. El conseguir una frecuencia nominal asignada a cada repetidor, dentro de la banda de frecuencias disponible para señales de supervisión, significaba que estas frecuencias habían de estar separadas 150 Hz (frente a los 450 Hz de separación en sistemas de menos repetidores). Con esta banda más estrecha la frecuencia de transmisión habría de ser desplazada en saltos de 150 Hz, y entonces barrida sobre 500 Hz para localizar el oscilador de repetidor que puede tener una posible desviación del valor nominal de ± 250 Hz. Esto reemplazaría la exploración mecánica continua utilizada anteriormente, ya que el tiempo necesario para hacer un barrido de toda la línea y dar una salida adecuada al registrador de presentación sería excesivamente largo.

Aunque la intención original había sido modificar diseños existentes, se vio que no era posible debido al problema anterior y a otros problemas técnicos asociados. Se acordó cambiar el diseño e incorporar un sintetizador programable. Esta solución, a la vez que resolvía los problemas técnicos proporcionaba

una técnica de búsqueda muy flexible. Mediante una adecuada programación, la secuencia de información recibida puede seguir la secuencia física de los repetidores cualquiera que sea el orden de las frecuencias. En los equipos anteriores con la exploración continua, había de seguirse necesariamente la secuencia de frecuencias. Esta flexibilidad es útil, pues proporciona un ahorro de tiempo al permitir que los repetidores sean fabricados y/o tendidos en cualquier orden.

Terminación del contrato y funcionamiento

Como ya se dijo anteriormente, el sistema fue aceptado unas tres semanas antes de la fecha especificada. Más aún, los clientes encontraron que la lista de deficiencias técnicas y físicas en el momento de la aceptación era sorprendente por su brevedad.

Los problemas que se encontraron no eran pequeños ni en importancia ni en volumen, y se fueron acentuando en el tendido final, cuando el empalme en medio del océano se iba aproximando.

Después de que el tendido había sido interrumpido por una flota pesquera que cortó con "éxito" el cable, siendo preciso recobrar y reparar el cable y dos repetidores, surgió lo peor. Durante 72 horas sopló un viento de unos 50 nudos y una fuerte ola causó daños considerables en el barco, inundándose la cámara de ecualizadores. A pesar de todo continuó el tendido, y el empalme final se realizó con cinco días de adelanto.

La dedicación de todos los que participaron en el trabajo es característica de muchos en la Canadian

Overseas Telecommunications Corporation, en el Post Office, en STC y en Cable and Wireless Limited. Decidieron desde el primer momento que el Cantat 2 fuera un éxito y lo lograron. Desde estas páginas queremos reconocer sinceramente sus esfuerzos.

Referencia

[1] G. A. Heath y A. J. Bennett: Sistema de Repetidores Sumergidos para 1840 circuitos; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1971) N° 2, págs. 96—114.

J. F. Tilly nació en Inglaterra en 1930. Se educó en el St. Catharine's College en Cambridge, y se graduó en matemáticas en 1953. En 1953 se incorporó a la División de Transmisión de Standard Telephones and Cables en North Woolwich. En 1963 llegó a ser miembro del grupo de diseño de repetidores sumergidos, y actualmente es Jefe de Ingeniería de la División de Sistemas Submarinos.

H. J. Barker tiene más de 35 años de experiencia en ingeniería de transmisión y en dirección de proyectos de comunicaciones en general; actualmente es responsable de la coordinación técnica de todos los contratos en la División de Sistemas Submarinos.

Posee un B.Sc. en Física y recibió el título superior en Telecomunicaciones en el Imperial College en Londres antes de incorporarse a STC.

T. L. Houghton nació en Sidcup, Kent, en 1943. Se educó en St. Olave's Grammar School, en Tower Bridge.

Se incorporó a la División de Instalaciones de Transmisión de Standard Telephones and Cables en 1963, y durante 8 años trabajó en la instalación y puesta en marcha de sistemas de cable submarino.

En 1972 fue transferido al Departamento de Proyectos de la División de Sistemas Submarinos, y ahora es jefe de control de Proyectos en los Contratos de Cables Submarinos.

Cantat 2 - Sistema de cable submarino: Descripción del cable y tendido

El Cantat 2 es el sistema de cable submarino más complejo instalado hasta el momento, e incluye 473 repetidores sumergidos y 31 igualadores. Las medidas de longitud y la navegación muy precisas durante el tendido, junto con el empleo de un procesador a bordo para el diseño y la construcción de los igualadores, han garantizado una excelente igualación del conjunto del sistema.

J. E. KINCEY
M. J. HEDGES

Standard Telephones and Cables Limited, Londres Reino Unido

Introducción

El sistema Cantat 2 se tendió en 8 operaciones con ayuda de 3 barcos cableros. La primera operación fue la instalación del cable de costa en el extremo del Reino Unido empleando el buque "Ariel" del Post Office. El barco guardacostas canadiense "John Cabot" hizo dos tendidos: el cable de costa del extremo canadiense y la sección de la plataforma continental. Los otros 5 tendidos se hicieron con el cablero británico "Mercury".

Desde la estación terminal del Reino Unido a la del Canadá se instaló una longitud total de cable de 2.800,097 millas náuticas (5.189,1 km). En total, se precisaron 473 repetidores sumergidos y 31 igualadores sumergidos. La tabla 1 detalla la composición de cada tendido.

Puede dar una idea de la complejidad y volumen de las operaciones el hecho de que la instalación de todo el material sumergido fue virtualmente continua durante 8 meses, a partir de fines de abril de 1973.

El cable

Los tipos de cables que Standard Telephones and Cables Limited, compañía británica de ITT, fabricó para el proyecto Cantat 2 eran esencialmente de diseños convencionales ya antes suministrados a adminis-

traciones de telecomunicación de diversas partes del mundo.

El cable ligero está diseñado para tendidos a profundidades marinas superiores a los 900 metros, donde los riesgos de las mareas, las anclas de los barcos y la pesca de arrastre son mínimos. Para el sistema Cantat 2 se suministraron unos 4440 km de este cable ligero. El diseño del cable era 37,3 mm/9,3 mm, con un diámetro total de 44,5 mm, sin armar y con el elemento que soporta la carga en el centro (Fig. 1a).

El tramo de tierra tendido entre cada estación terminal y la playa en que penetraba el cable en el mar era coaxial de 27,7 mm/6,1 mm y apantallado con cinta de hierro dulce para proteger la transmisión contra interferencias electromagnéticas exteriores. Desde los puntos de entrada en el agua hasta 1,3 km aproximadamente mar adentro, se utilizó una estructura coaxial apantallada similar, y a partir de este punto se supri-

Abreviaturas

CS	- buque cablero;
CCGS	- barco guardacostas canadiense;
CC	- corriente continua;
CPV	- cloruro de polivinilo

Tabla 1. - Composición del tendido

	CS Ariel		CS Mercury					CCGS John Cabot		
	Terminal del Reino Unido		Empalme final					Terminal canadiense		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Totales	
Número de tendido	1	2	3	4	5	6	7	8	Totales	
Número de repetidores	0	35	95	103	105	107	15	13	473	
Número de igualadores	0	2	7	7	7	7	1	0	31	
Longitud de cable armado doble (km)	2,1	40,7	0	0	0	0	0	2,4	45,2	
Longitud de cable armado simple (km)	0	324,3	133,4	0	0	0	55,4	51,7	564,8	
Longitud de cable ligero (km)	0	0	910,3	1158,2	1178,4	1172,1	27,3	0	4446,3	
Longitud de cable protegido (km)	0	0	0	0	0	0	75,4	91	166,4	

Los longitudes del cable armado simple y del cable ligero incluyen los cables compensadores del tendido (trozos de cable unidos al primer tramo de cable de cada tendido para permitir sustituir con facilidad cualquier trozo de cable que sufra daños al recuperar el extremo del tendido previo).

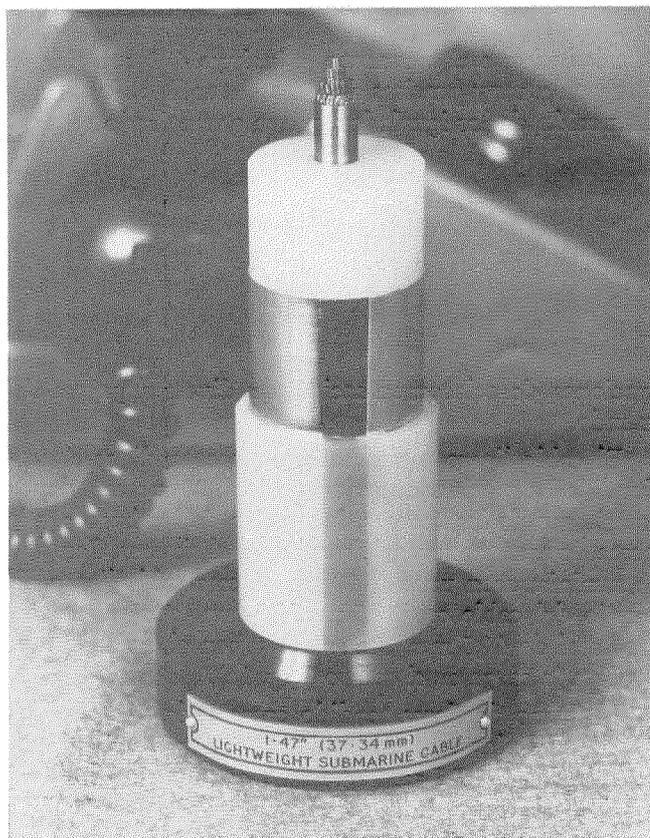


Fig. 1a. Cables empleados en el sistema Cantat 2. Cable ligero de 37,3 mm/9,3 mm utilizado para más de 900 metros, donde el peligro de que sufra daños es mínimo.

mió la cinta de apantallamiento. Con el fin de proteger el cable de daños accidentales debidos a agentes externos, se aplicaron dos capas del hilo grueso de acero suave helicoidalmente alrededor del cable tendido a profundidades inferiores a 73 metros, como muestra la figura 1b. En el extremo europeo del cable, a profundidades entre 73 y 926 metros aproximadamente, la protección de hilo de acero suave se redujo a una capa, lo que permitió aumentar las dimensiones del cable coaxial a 37,3 mm/9,3 mm. Esto disminuyó la atenuación del cable en un 30 % con relación a los tramos armados y apantallados.

En el borde de cada plataforma continental se hizo una transición del cable fuertemente armado para aguas poco profundas al cable ligero para grandes profundidades. Debido a la necesaria dirección de las operaciones de tendido desde los buques cableros, en ambos casos se presentó una situación en la que se tenía cable armado suspendido entre el barco y el fondo del mar mientras se largaba cable ligero en la superficie. Como la cubierta exterior de polietileno del cable ligero presenta una superficie suave y ésta estaba húmeda como resultado de mantener una temperatura uniforme conocida en las bodegas del barco mediante aspersión con agua para facilitar unas pruebas de transmisión significativas durante el tendido, se presentaron dudas sobre la posibilidad de estar largando cable ligero sin control por resbalar éste sobre las ruedas revestidas de caucho de la máquina lineal de largar cable.

Se hicieron pruebas en tierra, comprobándose que la máquina lineal podía alcanzar tensiones de retención de relación 2 a 1 en el cable armado húmedo con respecto al cable ligero húmedo. Por consiguiente, se hizo necesario disponer de un cable de peso por unidad de longitud parecido, cuando estuviera suspendido en el agua, al del cable ligero convencional, es decir 0,44 toneladas por km, pero con las mismas características del cable armado exteriormente en cuanto a su resistencia a resbalar bajo elevadas tensiones de tendido. Con este objeto se decidió utilizar en los primeros 1850 metros de cable ligero a tender, a continuación del cable armado, una configuración armada lo más ligera posible que simulara las características de tendido del cable armado, manteniendo al mismo tiempo la necesaria resistencia a la tracción en la cubierta exterior. Estos objetivos debían alcanzarse, naturalmente, dentro de las limitadas posibilidades de fabricación existentes. El diseño definitivo consistió en un cable convencional ligero de 37,3 mm/9,3 mm con una capa exterior helicoidal de hilos de acero suave revestidos de CPV. De esta forma, el acero le daba resistencia y el CPV llenaba el espacio entre los hilos sin sacrificar gran cosa en cuanto al peso total del cable. Finalmente, se cubrió totalmente esta armadura ligera con una mezcla a base de yute y compuestos bituminosos para obtener una superficie exterior idéntica a la de los cables convencionales de aguas poco profundas. Esta innovación aumentó eficazmente el coeficiente de fricción entre el cable y la máquina de tender hasta que todo el cable armado hubo llegado al fondo del mar y

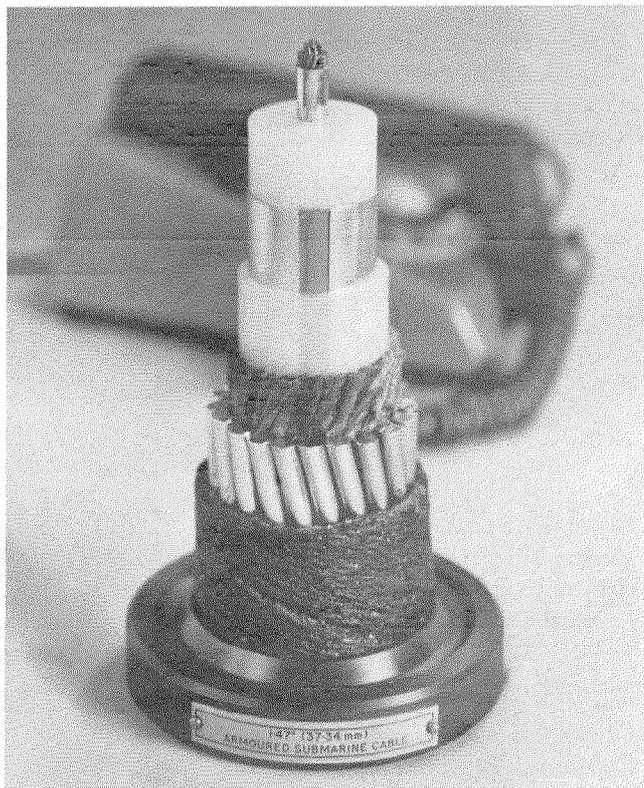


Fig. 1b. Cables empleados en el sistema Cantat 2. Cable armado utilizado donde hay peligro de daños causados por las mareas, la pesca de arrastre, etc.

se redujeron las tensiones de tendido lo suficiente para poder largar el cable de gran profundidad.

En la plataforma continental canadiense se protegió el cable contra daños accidentales a profundidades de 70 a 550 metros depositando el cable en un surco en el fondo marino con una profundidad de hasta 60 cm según el estado del fondo. Esta forma de proteger el cable permitió eliminar la armadura de hilo de acero suave. Sin embargo, debido a las relativamente altas tensiones de tendido a que está sometido el cable para mantener la catenaria correcta entre la proa y el surco, fue necesario desarrollar un nuevo cable especialmente para este fin.

Al eliminar la armadura exterior hubo que incorporar el elemento resistente del cable en la parte central de la estructura coaxial, de forma semejante a la empleada en el cable para grandes profundidades. Debido a las elevadas tensiones en juego, que podían llegar a 8 toneladas, cualquier imperfección en la ruta del cable, ya fuera del barco ya del surco, podía provocar roces, con el consiguiente deterioro de la cubierta del cable y otras partes del mismo. Fue, por ello, necesario dotarle de un revestimiento externo de suficiente espesor y con elevada resistencia a la abrasión. El material que se eligió para este objeto fue polietileno de gran densidad, del que la unidad de fabricación de cables submarinos poseía considerables conocimientos, tanto en cuanto a sus características físicas como a las técnicas de elaboración. El cable final fabricado para el sistema fue un cable ligero convencional de 37,3 mm/9,3 mm para gran profundidad con un elemento de acero muy resistente a la tracción en el centro y una cubierta de polietileno de poca densidad con un espesor nominal de 3,0 mm. Sobre este conjunto se extruyó una cubierta de polietileno muy denso de 3,2 mm de espesor. El diámetro total del cable era de 50 mm, la carga de ruptura unas 10 toneladas, y el peso en el agua 0,47 toneladas por kilómetro. En la figura 1c se muestra una sección de este cable. Antes de que fuera aprobado para el proyecto Cantat 2, se fabricó un cable prototipo de 1 milla náutica de longitud, que se sometió a pruebas de tendido en el surco submarino para confirmar la viabilidad de su fabricación y su manipulación satisfactoria.

Para indicar las zonas en que se utilizaron los diversos tipos de cable en el sistema definitivo se ha preparado la figura 2, que muestra esquemáticamente el perfil de la ruta submarina a lo largo de la cual se tendió el cable y detalla las posiciones de los principales tipos de cable.

Carga

Estiba de cables y repetidores

Los cables, los repetidores y los igualadores se cargaron a bordo de los buques cableros en Southampton. Un torno de arrastre situado en la cubierta de proa del barco pasó el cable de los depósitos de fábrica por un sistema de grúas correderas a las bodegas del buque. Los repetidores y los igualadores llegaron por carretera desde las fábricas de Greenwich y North Woolwich.

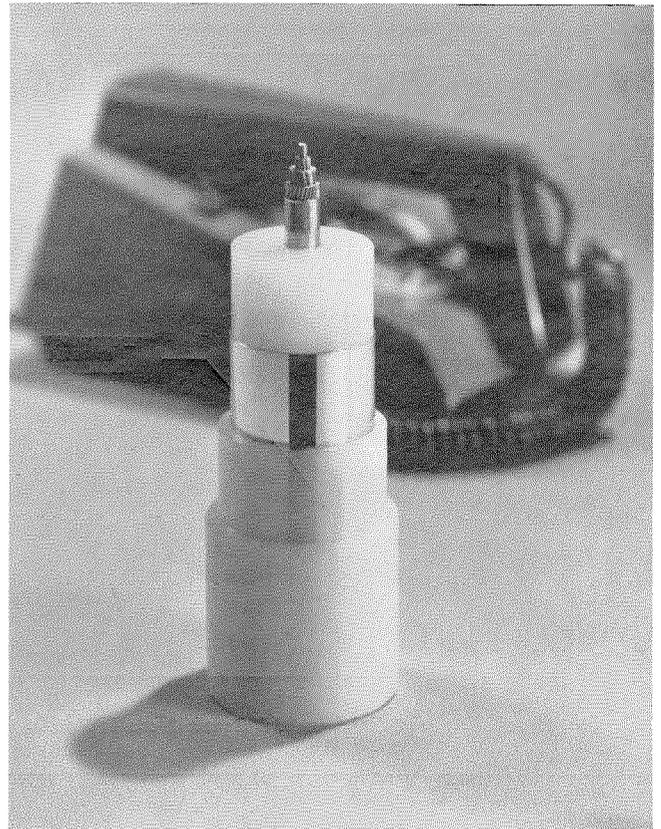


Fig. 1c. Cables empleados en el sistema Cantat 2. Cable especial de elevada resistencia a la tracción desarrollado para soportar las grandes tensiones de tendido que se dan al depositar el cable en un surco abierto en el fondo del mar.

El cable se enrolló a mano en las bodegas de los barcos y los extremos de cada sección se conectaron a un repetidor. En el "CCGS John Cabot" se hizo estiba convencional del cable, estibando secciones contiguas en bodegas diferentes [1].

En el "CS Mercury" se empleó un método distinto de estiba para simplificar la carga. Se cargó en una bodega cierto número de secciones, generalmente 12, en orden inverso al de tendido, llevándose los extremos del cable a una pila de repetidores situada cerca de la boca de la bodega. Cuando el número de secciones cargadas era igual al número de repetidores de una capa de la pila, se continuaba la carga del cable en otra bodega. Esto permitió hacer las uniones de extremos de cable y repetidores, sin el estorbo de tener extremos de cable sobre las conexiones que se hacían ni colocados en pilas en que se estuvieran haciéndose conexiones.

Este procedimiento resultó ser un éxito y fue adoptado como método normal de STC para la carga de este buque cablero.

Conexión de los repetidores a las secciones del cable

La conexión de los extremos de cable a los repetidores y su inspección se hizo de acuerdo con nuestro sistema normalizado, descrito en un artículo anterior [1].

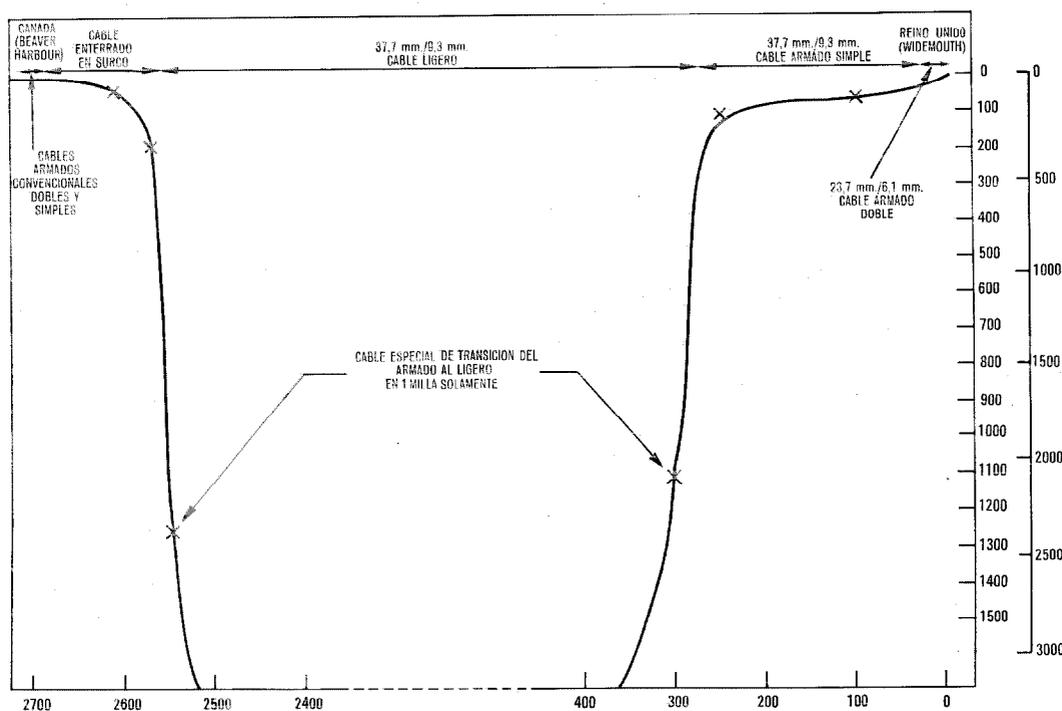


Fig. 2 Diagrama de la ruta del Cantat 2 con indicación de las zonas en que se utilizan los principales tipos de cable del sistema.

Pruebas eléctricas

Los repetidores, los igualadores y las secciones de cable se probaron por separado una vez cargados a bordo. Se midieron las características en CC: resistencia del conductor capacidad, resistencia de aislamiento y pruebas de eco con impulsos. Se midieron además las características de transmisión de los repetidores y de los igualadores. Se compararon todos los resultados con las medidas hechas en fábrica antes de aprobar cada elemento para su conexión al sistema. Una vez construido un bloque oceánico* completo, se midieron sus características de transmisión y de CC. Los resultados obtenidos se compararon con la totalización de las medidas de cada elemento en el caso de la ganancia de transmisión y la resistencia.

Para poder predeterminar la ganancia con precisión se llenaron las bodegas de agua hasta un poco antes de cubrir la capa superior del cable enrollado. Esto estabilizó la temperatura del cable y eliminó cualquier punto caliente que pudiera haber existido. La temperatura se midió con termómetros colocados durante la carga entre las secciones de cable. Antes de que zarpara el buque para la zona del tendido, se bombeó el agua para eliminarla y mejorar la estabilidad del barco. Durante el viaje hasta la zona de tendido y durante éste se roció el cable con agua para estabilizar la temperatura, facilitando así la previsión exacta de las características de los igualadores.

Diseño y construcción del igualador nº 31

El "CCGS John Cabot" instaló el igualador más próximo al terminal canadiense más o menos al mismo tiempo en que estaba previsto que el "CS Mercury" empezara los trabajos en el extremo europeo.

El "CCGS John Cabot" no disponía de local ni equipo apropiados para abrir y cerrar igualadores de STC. Para resolver este problema, se previó terminar el primer tendido del "John Cabot" inmediatamente antes de llegar al igualador. Se pudo entonces diseñar y fabricar el igualador en el "CS Mercury" mientras estaba en Southampton para la segunda carga, empleando medidas tomadas durante el tendido nº 8, y se entregó el igualador como elemento acabado para el tendido nº 7.

La mejora de niveles del sistema mediante el ajuste de la longitud de las secciones se hizo al comenzar este tendido y cuando se cortó el cable para eliminar el surco. Como el último empalme se hizo a 296 km del terminal canadiense, se puso gran atención en evitar una discontinuidad en los niveles del sistema en ese punto. Esto exigió un ajuste preciso de niveles durante los tendidos nº 7 y 8 y, en especial al final del nº 6.

Tendido

Instalación del cable de tierra

Las primeras secciones de cable que se tendieron fueron tramos cortos de tierra entre las estaciones terminales y los puntos de entrada en el mar, en la costa. Para ello se utilizaron técnicas convencionales de tendido de cables de tierra.

Responsabilidades del personal

Los aspectos marinos de los tendidos, tales como la navegación, el control de holgura del cable, la coloca-

* Un bloque oceánico está constituido por la parte del sistema comprendida entre dos igualadores consecutivos o, en los dos extremos del sistema, entre el último igualador y el extremo del sistema. En el Cantat 2 cada bloque tiene 15 repetidores y 14 ²/₃ secciones de cable, reservándose para el igualador la pérdida de ¹/₃ de sección.

ción de los repetidores y la manipulación del cable, estuvieron a cargo del personal de los buques. El personal de STC fue responsable de los aspectos de transmisión, incluidas las pruebas y la igualación del sistema. El grupo de STC a bordo del "CS Mercury" constaba de:

- Un jefe de proyecto, responsable del funcionamiento correcto del sistema y de las relaciones con el capitán del barco y los representantes del cliente.
- Tres técnicos en diseño de igualadores, responsables de la igualación del sistema y de la calidad de los igualadores.
- Tres técnicos en construcción de igualadores, que fabricaron las redes de igualación, las introdujeron en sus cajas y cerraron y sellaron las cajas.
- Un supervisor de pruebas y 6 comprobadores, que mantuvieron la actividad en la sala de pruebas 24 horas al día y controlaron permanentemente el comportamiento del sistema.

Método de tendido

El procedimiento adoptado al comenzar cada uno de los 5 tendidos principales consistió en la recuperación por parte del "CS Mercury" del extremo de cable del tendido anterior. Este había quedado sujeto a un cabo de cierta longitud tendido en el fondo que podía recuperarse con un anclote o sujeto a un cabo unido a una boya. Una vez el extremo del cable a bordo, se probaba el sistema hasta la estación terminal de tierra. Cuando se había comprobado que no habían ocurrido cambios inesperados en el sistema desde la terminación del tendido anterior, se hacía la conexión del extremo del cable recuperado al cable de a bordo.

Como el cable se recuperaba por la proa y debía hacerse el tendido por popa, era necesario pasar un tramo de cable alrededor del barco y hacer la conexión a proa. Esto permitía transferir el cable de proa a popa inmediatamente antes de comenzar a largar.

El cable pasaba de la bodega del barco a la máquina de largar cable situada a popa a través de un canal de madera. Se empleó una máquina lineal del tipo desarrollado por el British Post Office para poder hacer fácilmente el tendido de los repetidores. Esto permitió que pasaran a través de ella los repetidores y los igualadores, pudiendo así hacerse el tendido a una mayor velocidad de navegación que la que anteriormente había sido posible. Cuando había que instalar un repetidor se le retiraba de la pila y se le colocaba sobre un conjunto de rodillos situados encima del canal por el que pasaba el cable. Pasaba entonces sobre estos rodillos hasta la máquina de largar y a través de ella, y luego por una rampa en la popa iba al mar. A profundidades de 3,7 a 5,6 km los repetidores y el cable tocaban fondo aproximadamente a 18,5 km a popa del barco.

Método de largar con holgura e hilo tenso

Para conseguir que el cable siguiera el perfil del fondo del mar y no quedara suspendido sobre depresiones del mismo, se previó un pequeño margen de hol-

gura en la longitud del cable. Para poder largar éste con exactitud era necesario medir exactamente la distancia recorrida, lo que se consiguió mediante la técnica convencional del hilo tenso. Se largaba desde un tambor hilo cuyo extremo había sido fijado a un peso que se arrojaba por la borda al principio del tendido. Manteniendo el hilo tenso y midiendo la longitud del mismo que se había largado se obtenía una medida exacta de la distancia recorrida.

Navegación

La precisión de la navegación era esencial para garantizar que se tendía el sistema en la posición prevista. Asimismo, cualquier reparación necesaria durante la vida del sistema exige un conocimiento exacto de la situación del cable. En el "CS Mercury" se empleó un sistema de piloto satélite, que daba la posición del buque con error menor de 91,4 metros. También se empleó el sistema Hydroplot desarrollado por el Departamento Hidrográfico de la Marina Real. Este sistema utiliza un pequeño computador que compara las posiciones que dan el piloto satélite y otros dispositivos de ayuda a la navegación, tales como sistemas Loran, Decca, Radar, y la velocidad del barco, indicando visualmente en forma continua su posición a los oficiales de derrota. Puede juzgarse el éxito de estas técnicas por el hecho de que fue posible la conexión con el extremo del sistema dejado por el "CCGS John Cabot" después de instalar 4818 km de cable y después de haber largado la cantidad de cable estrictamente necesaria. No hubo que recurrir a ninguno de los empalmes finales de tolerancia de $\pm 0,28$ km.

Tendido de la sección de la plataforma continental canadiense en canal submarino

El método elegido para proteger el cable de la plataforma continental canadiense contra daños provocados por la pesca y las anclas de barcos consistió en introducir el cable en un canal abierto en el fondo del mar. Se enterraron unos 220 km de cable a una profundidad de 60 cm. En zonas de poca profundidad del canal se usó cable armado, y en el resto el nuevo cable ligero protegido. El "CCGS John Cabot" realizó esta operación en dos tendidos.

El arado que abría el canal se arrastraba por el fondo del mar sujeto mediante un cabo metálico a un torno en la popa del barco. El cable a tender pasaba desde la bodega, por la polea de proa y por el arado. La reja del arado abría en el fondo del mar un surco que se mantenía abierto con dos guías hasta que el cable quedaba colocado. El surco se cerraba al terminar de pasar el arado. No se podían meter repetidores en el canal porque son tubos rígidos de acero de 2,74 metros de largo por 254 mm de diámetro, que no pasaban por la reja del arado. Por lo tanto, para instalar cada repetidor era necesario levantar el arado y depositar el repetidor sobre el fondo del mar. Un tercer cable que unía la sala de control del buque con el arado permitía controlar y observar los movimientos de éste.

Durante los trabajos del Cantat 2 se alcanzó una

velocidad máxima de alrededor de 1 nudo (1,85 km por hora) en las zonas en que el surco se abría bien, mientras que en otras bajó la velocidad a la mitad e incluso la cuarta parte. Esto exigió un barco cablero sumamente manejable ayudado por dos remolcadores para mantener el curso correcto del arado. Los trabajos llegaron hasta una profundidad de 550 metros.

Actividades realizadas con minisubmarinos

Los repetidores que quedaban al descubierto durante las operaciones de apertura del canal se depositaron en el fondo con minisubmarinos dotados del equipo adecuado. En las zonas de la plataforma continental del Reino Unido donde había gran riesgo de que sufriera desperfectos el cable se enterró también de esta forma, así como la parte del sistema de la plataforma continental canadiense a más de 550 metros de profundidad, que quedaba fuera del alcance del arado.

La técnica utilizada consistió en dirigir un potente chorro de agua contra la arena o el limo donde había que enterrar el equipo con lo que se formaba una zanja en el que quedaba el cable o el repetidor. Rellenar la zanja quedaba a cargo de las mareas. El chorro apartaba las rocas pequeñas existentes y enterraba las grandes a mayor profundidad que la del cable.

Igualación

Objeto de la igualación y compensaciones del sistema

El objeto de la igualación era corregir el nivel del sistema a la entrada del repetidor siguiendo al igualador para que tuviera el valor previsto. En sistemas anteriores este nivel previsto se había tomado como nivel a la entrada del primer repetidor del sistema, dejando a veces algún exceso de ganancia para poder añadir cable en operaciones de reparación. No pudo usarse este método en el Cantat 2 debido a las grandes variaciones de ganancia que se esperaban en el sistema como consecuencia de los cambios de temperatura en las plataformas continentales británicas y canadienses. Para asegurarse de que el sistema cumpliría sus objetivos funcionales en cualesquiera condiciones de temperatura del fondo del mar y de cable adicional para reparaciones que pudieran darse durante la vida del sistema, fue necesario graduar los niveles del sistema como muestra la figura 3. Durante la fabricación se fijaron las ganancias de los repetidores para contribuir a esta graduación, haciéndose los ajustes finales en los igualadores.

Durante las operaciones de tendido se midió la ganancia de transmisión del sistema desde la estación terminal hasta el punto de prueba del próximo igualador a instalar. Se utilizó un pequeño computador para calcular a partir de esas medidas la características de pérdida/frecuencia que debía dar el igualador. La figura 4 muestra el método de cálculo del igualador. Para disponer de tiempo suficiente para el diseño y la construcción de las redes de los igualadores, se hacía una previsión de las características de cada uno, aproximadamente 14 horas antes de la hora en que debía ins-

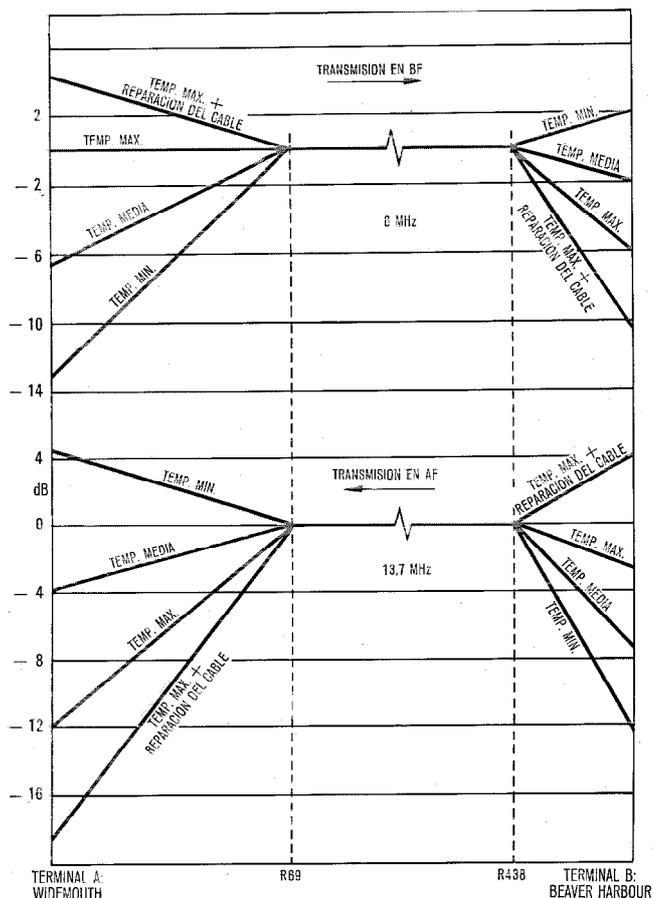


Fig. 3 Graduación de niveles del sistema necesarios para alcanzar los objetivos de funcionamiento bajo cualesquiera condiciones de temperatura que puedan darse a lo largo de la vida del sistema.

talarse. Como la atenuación del cable variaba simultáneamente con los cambios de presión y temperatura, era preciso conocer con exactitud la temperatura del cable a bordo, la profundidad del mar y la temperatura del fondo. Los dos primeros datos se obtenían sin dificultad; la profundidad, del informe oceanográfico, y la temperatura de las bodegas, de los pares térmicos colocados en las mismas durante la carga. A profundidades superiores a 1850 metros la temperatura del fondo es estable a lo largo del año y se conoce con exactitud. Sin embargo, el agua en zonas menos profundas está sujeta a cambios de temperatura estacionales. Por tanto, fue necesario medir con exactitud la temperatura en estas zonas antes de cada tendido. Una indicación de la precisión requerida la da el hecho de que un cambio de temperatura media de 1 °K en la plataforma continental del Reino Unido da lugar a una variación de 2,6 dB en la ganancia del sistema. Los sistemas de menor capacidad utilizados anteriormente en rutas trasatlánticas tienen bastante menos variación, debido a la reducida pérdida del cable por unidad de longitud para las bajas frecuencias.

Para cada igualador se empleó un juego de componentes consistente en 51 condensadores, 46 resistencias, 33 inductancias, 5 unidades de cable artificial prefabricadas, y piezas mecánicas. Con estos elementos, los técnicos fabricaban las redes de los igualadores y las

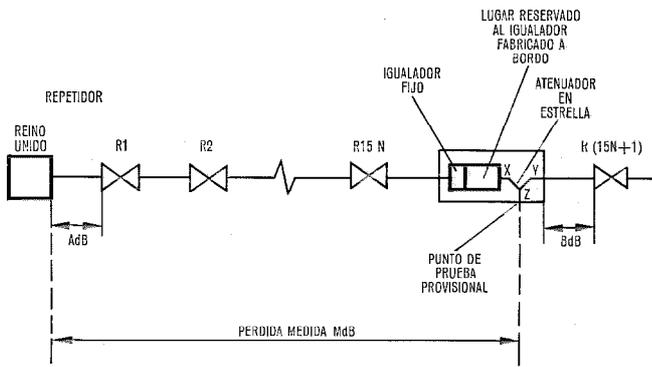


Fig. 4 Determinación de las características de los igualadores.

- Pérdida medida en el sistema = M dB
- Pérdida del cable del terminal al primer repetidor = A dB
- Pérdida del cable de un igualador al repetidor siguiente = B dB
- Pérdida de atenuador en triángulo de x a z = D dB
- Cambio de la ganancia del sistema esperado para el cable aún tender en el bloque oceánico, como consecuencia de los efectos de profundidad y temperatura = ΔG dB
- Cambio de la ganancia del sistema esperado debido a variaciones de temperatura en los repetidores aún sin tender en los bloques oceánicos = ΔR dB
- compensación de la ganancia del sistema hasta el igualador N = OF dB
- Corrección de todo el sistema hasta el igualador N para las condiciones de temperatura media anual = ΔT dB
- Número del bloque oceánico que se tiende = N (número entero positivo)
- Pérdida que debe dar el igualador $E = -(M - A + B) + D + \Delta G + \Delta R - OF + \Delta T$ = E dB

introducían en sus cajas. Tras ajustar la resonancia de cada circuito mediante un anillo de sintonización, se medía la pérdida de inserción. Se examinaban los resultados para confirmar el funcionamiento correcto del circuito y luego se sellaba la tapa de la caja.

Cuando se habían construido todas las cajas necesarias se conectaban dentro de la carcasa del igualador. Se hacía entonces una prueba para asegurarse de que

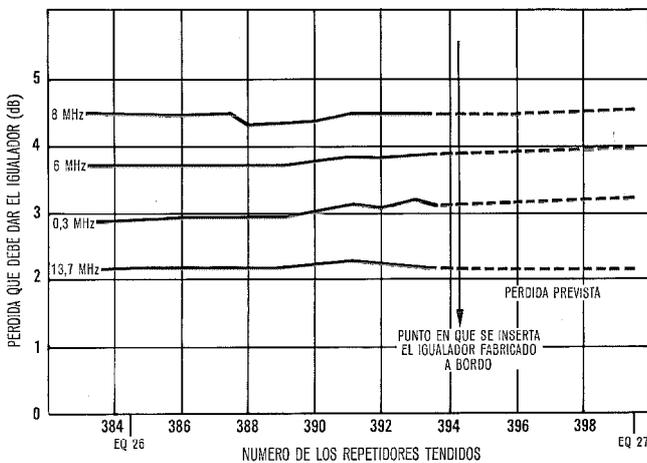


Fig. 5 Gráfico típico de tendido del cable que muestra la pérdida que debe dar un igualador en función del cable ya tendido en un bloque oceánico.

su efecto sobre el sistema era el deseado y se retiraba el atenuador provisional del punto de prueba, transfiriéndose el hilo de prueba al siguiente igualador del sistema. Finalmente se cerraba y sellaba el igualador.

Durante el período de diseño se dibujaba un gráfico de tendido que daba la pérdida del igualador en función de la cantidad de cable tendido para cada tramo. En la figura 5 se muestra un gráfico típico de tendido. Así fue posible comprobar la validez de las previsiones hechas al principio del diseño y hacer las correcciones necesarias si llegaba el caso.

La mayor parte del sistema se tendió a una velocidad media de 4 nudos (7,4 km por hora), instalándose un igualador cada 24 horas. Esto permitió dedicar un solo grupo de diseño a la igualación, siendo el tiempo total del ciclo de diseño de cada igualador unas 14 horas. Sin embargo, durante el tendido nº 6, las continuas borrascas obligaron a aumentar la velocidad del barco para mantener su maniobrabilidad. Se pudo reducir el período de 24 horas a 18 y el barco pudo hacer el tendido a 5 nudos (9,3 km/hora) de velocidad media y proseguir el trabajo, en lugar de fijar el extremo del cable a una boya y esperar el buen tiempo.

Conclusiones

Se pudo mantener la desalineación del sistema después de cada igualador entre +1 dB y -1,5 dB del nivel previsto para todas las frecuencias dentro de la banda de tráfico. Se consiguió esto después de 31 igualadores y más de 18.360 dB de atenuación del cable para la frecuencia más alta. El sistema Cantat 2 resulta ser así el más complejo instalado hasta ahora, siendo

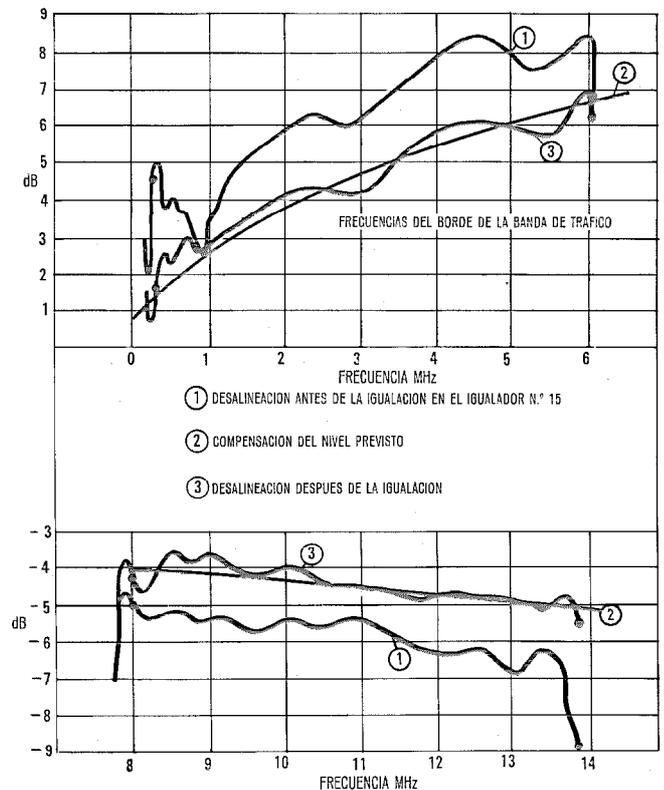


Fig. 6 Desalineación del sistema antes y después de su punto medio, en el igualador nº 15.

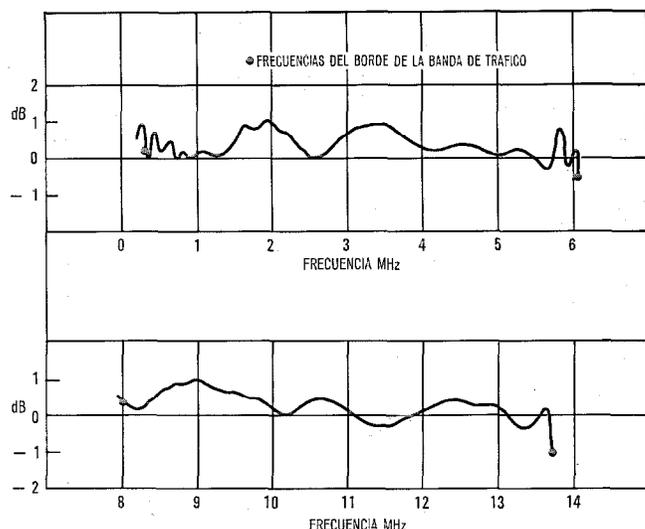


Fig. 7 Error de igualación del sistema después del último igualador fabricado a bordo, el n° 31.

la igualación algo mejor que el siguiente sistema en tamaño, el enlace de 3 MHz entre Ciudad del Cabo y la isla de Ascensión, que tiene 22 igualadores y también fue fabricado e instalado por STC [2].

La figura 6 muestra el error de alineación del sistema antes y después del igualador n° 15, y la figura 7 muestra el error final de igualación después del igualador n° 31.

Aunque el ancho de banda de los sistemas de cables submarinos ha aumentado al paso de los años, el perfeccionamiento de las técnicas de igualación y de pruebas han permitido mantener el tiempo de diseño y construcción de un igualador en 14 horas.

No fue preciso más tiempo para la fabricación del último igualador del sistema, aunque las características de los igualadores se hacían más complejas al acercarse al final de la instalación, como era de esperar. En realidad, el último empalme se hizo con unos días de adelanto a lo previsto, a pesar del mal tiempo que acompañó los tendidos n° 5 y 6.

Referencias

- [1] B. T. Knight: Barco cablero — Carga — Tendido — Igualación; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969) N° 3, págs. 238—242.
- [2] Número especial dedicado al sistema de cable submarino Sudáfrica—Portugal (SAT-1); Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969), N° 3.

M. J. Hedges nació en Farnborough, Hampshire, en 1941. Estudió física y matemáticas puras en la Universidad de Leicester y se licenció en Ciencias en 1962. Nada más dejar la Universidad ingresó en la División de Cables Submarinos de Standard Telephones and Cables Limited, y en 1970 se le nombró ingeniero jefe de cables.

J. E. Kincey nació en High Wycombe, Inglaterra, en 1947 y se educó en la Dagenham County High School. En 1964 entró en Standard Telephones and Cables Limited como aprendiz y pasó a seguir un aprendizaje como estudiante en 1966. Asistió al Politécnico del Támesis y se licenció en Ingeniería Eléctrica en 1970. Desde entonces, el Sr. Kincey ha trabajado en la unidad de proyectos de la División de Cables Submarinos en carga y tendido de sistemas submarinos.

Cantat 2 - Sistema de cable submarino: Equipo terminal

El equipo terminal terrestre del sistema Cantat 2 permite la transmisión en ambas direcciones de 1840 circuitos de alta calidad con una separación de 3 kHz. El equipo de transmisión incluye una duplicación extensiva con conmutación automática para continuidad del servicio y la supervisión del comportamiento del sistema asegura que la alta calidad de la transmisión se mantiene constantemente.

C. V. BARBER
Standard Telephones and Cables Limited, Londres

Introducción

En Widemouth, Cornwall, Inglaterra y en Beaver Harbour, Nueva Escocia, Canadá, se han instalado los equipos terminales especiales terrestres del sistema de cable submarino Cantat 2. Cada instalación consta del equipo especial terminal de transmisión, equipo de piloto y de supervisión del sistema, equipo supervisor de los repetidores sumergidos y equipo de telealimentación.

El sistema se utiliza para la transmisión en ambos sentidos de 1840 circuitos con una separación de 3 kHz. En la dirección de transmisión de cada terminal, estos circuitos se presentan al sistema en forma de veintitres supergrupos básicos, ocupando cada uno la banda de frecuencias de 312 a 552 kHz. El equipo de transmisión traslada y combina estos supergrupos y los presen-

ta al cable como una señal de banda ancha a la frecuencia y nivel necesarios para su transmisión al terminal distante. En la dirección de recepción, en cada terminal, el equipo recibe, procedente del cable, la señal de banda ancha. A partir de esta señal, mediante traslación, amplificación e igualación se obtienen, a su nivel correcto, los veintitres supergrupos básicos transmitidos desde el terminal opuesto. En la figura 1 se muestra un diagrama del espectro de frecuencias. El equipo de transmisión está duplicado, tanto para la dirección de transmisión como para la de recepción, con conmutación automática de forma tal que el fallo de cualquier camino de transmisión que lleve más de un supergrupo no suponga pérdida de transmisión en el sistema. El equipo especial de generación de frecuen-

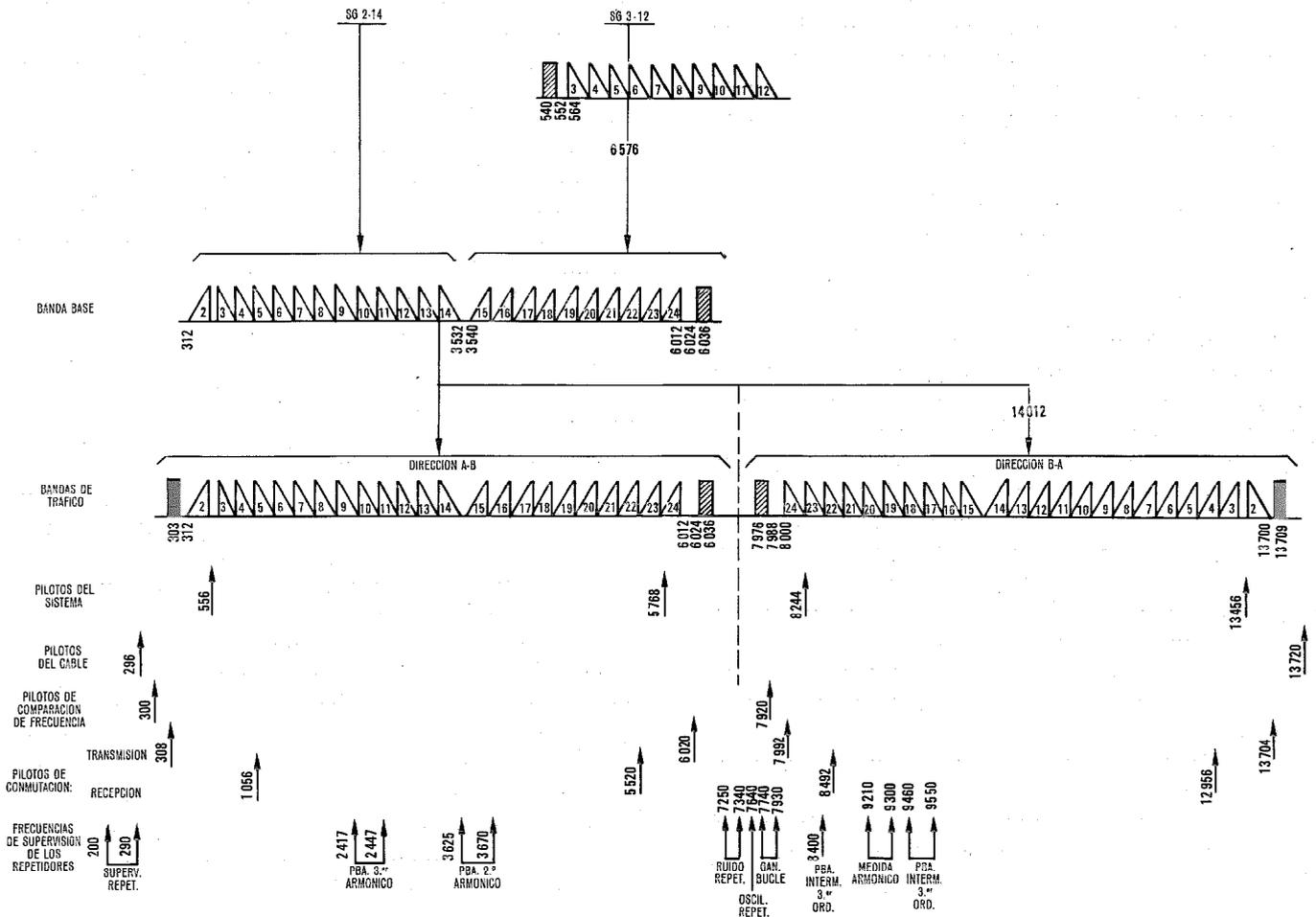


Fig. 1 Espectro de frecuencias para el sistema de cable submarino Cantat 2.

Todas las frecuencias se indican en kHz.
Circuitos de órdenes
Se agregan 4 circuitos de 3 kHz en la banda de frecuencias de 6024—6036 kHz (540—552 kHz trasladados por 6576 kHz).

Medida de ruido
La supervisión de ruido del sistema se realiza en los terminales en el margen de frecuencias de banda base utilizando una banda de frecuencias centrada en 303 kHz.

cias portadoras, que forma parte del equipo de transmisión esta análogamente duplicado con conmutación automática.

El comportamiento total del sistema se supervisa continuamente utilizando un determinado número de pilotos. En cada terminal los pilotos se generan utilizando osciladores de alta estabilidad que para ciertos pilotos esenciales, están duplicados con cambio automático. Los niveles de estos pilotos se supervisan en puntos adecuados de cada terminal y se produce una alarma si el nivel se desvía una cantidad excesiva del valor normal.

En cada terminal se dispone de un equipo de supervisión de repetidores sumergidos que permite realizar medidas, desde cada terminal, del comportamiento de cada repetidor y del comportamiento del sistema entre el terminal y ese repetidor. Estas medidas comprenden medidas rutinarias que se hacen mientras el sistema está en servicio y medidas especiales que sólo pueden realizarse cuando el sistema está fuera de servicio. El equipo permite también localizar fallos del repetidor y del cable en caso de avería del sistema.

El equipo de telealimentación proporciona en cada terminal energía en forma de corriente continua para alimentar a los repetidores sumergidos a través del cable. Este equipo está duplicado y funciona de tal modo que, en caso de que ocurra un fallo, el sistema continúa alimentado. El equipo incluye el equipo terminal de cable que combina las vías de transmisión y de telealimentación en la interconexión entre el equipo terminal y el cable.

En otros artículos de este número se describe con detalle el equipo de supervisión del repetidor sumergido y el equipo de telealimentación [1, 2].

Equipo terminal de transmisión

El equipo terminal de transmisión de cada terminal forma parte de un conjunto que también incluye los equipos de piloto y de supervisión del sistema. Este conjunto de equipos está montado en nueve bastidores de simple profundidad, 2,7 m (9 pies) de altura, realizados en la construcción tipo 62. El equipo está totalmente transistorizado y la alimentación se hace a -20 voltios a partir de unidades estabilizadas situadas en cada bastidor, que trabajan con los 24 voltios de las baterías de la estación. Con cada conjunto de unidades estabilizadoras de trabajo, se monta un estabilizador de reserva que se conecta en paralelo, utilizando diodos, de manera que sustituye automáticamente a cualquier unidad de trabajo que falle.

Las figuras 2 y 3 muestran los caminos principales de transmisión, entre las entradas y salidas de supergrupos, y el equipo terminal de cable en el terminal A (Widemouth) y el terminal B (Beaver Harbour). Para mayor claridad, sólo se han representado las principales características.

Caminos de transmisión de banda ancha

En la dirección de transmisión de cada terminal, el equipo de banda ancha recibe del equipo múltiple

de supergrupos la banda base compuesta por veintitrés supergrupos situados en la banda de frecuencias de 312 a 6012 kHz, más los circuitos de órdenes del cable situados en la banda de 6024 a 6036 kHz. A éstos se añade los pilotos del sistema de 556 kHz y 5768 kHz; mediante el adecuado equipo, esta señal se presenta al cable al nivel requerido, con ajustes para compensar los cambios debidos a la temperatura y a las reparaciones del cable. En el terminal B hay una etapa de traslación de frecuencia para trasladar la señal de banda base a la banda de frecuencias requerida para la correspondiente transmisión. En cada terminal existe también la posibilidad de inyectar un piloto de cable y un piloto de comparación de frecuencia.

En la dirección de recepción tiene lugar el proceso inverso, realizándose en el terminal A la traslación correspondiente para la recuperación de la banda base.

Traslación de frecuencia de banda ancha

Los caminos de transmisión de banda ancha comprenden un modulador en el camino de transmisión del terminal B y un demodulador en el de recepción del terminal A. La frecuencia portadora utilizada en cada uno de ellos es 14.012 kHz. El equipo de transmisión de banda ancha de cada terminal acepta en la dirección de transmisión, y presenta en la dirección de recepción, la banda de frecuencias de 312 a 6036 kHz (incluidos los circuitos de órdenes del cable). En la dirección de A hacia B la transmisión a lo largo del cable se hace a estas frecuencias y, por lo tanto, no se necesita traslación alguna. En la dirección de B hacia A, la transmisión a lo largo del cable se hace a las frecuencias comprendidas en la banda de 7976 a 13.700 kHz. La traslación a esta banda se consigue mediante el modulador equipado en el camino de transmisión del terminal B; en el demodulador equipado en el camino de recepción del terminal permite la traslación a la banda de frecuencias original.

Amplificador terminal

A lo largo de los caminos de transmisión de banda ancha se utiliza un solo tipo de amplificador que tiene una ganancia total de 22 dB. Este amplificador lleva incorporado un punto de prueba cuya salida es idéntica a la salida del amplificador, lo que permite hacer medidas de nivel terminal de la salida de cada amplificador sin interrumpir el camino de transmisión.

Dos requisitos del sistema Cantat 2 son de capital importancia en la determinación de los niveles de señal que se han de transmitir a través de los amplificadores en los caminos de transmisión de banda ancha. Estos son:

a) La contribución total de ruido ponderado por canal en los terminales de banda ancha de las vías de transmisión (transmisor más receptor) para cada dirección de transmisión, no deberá exceder 100 picovatios en un punto de nivel de referencia cero (pW0p). Esto es el 2 por ciento del máximo ruido ponderado permitido por canal para el sistema, que es, aproximadamente, 5000 pW0p.

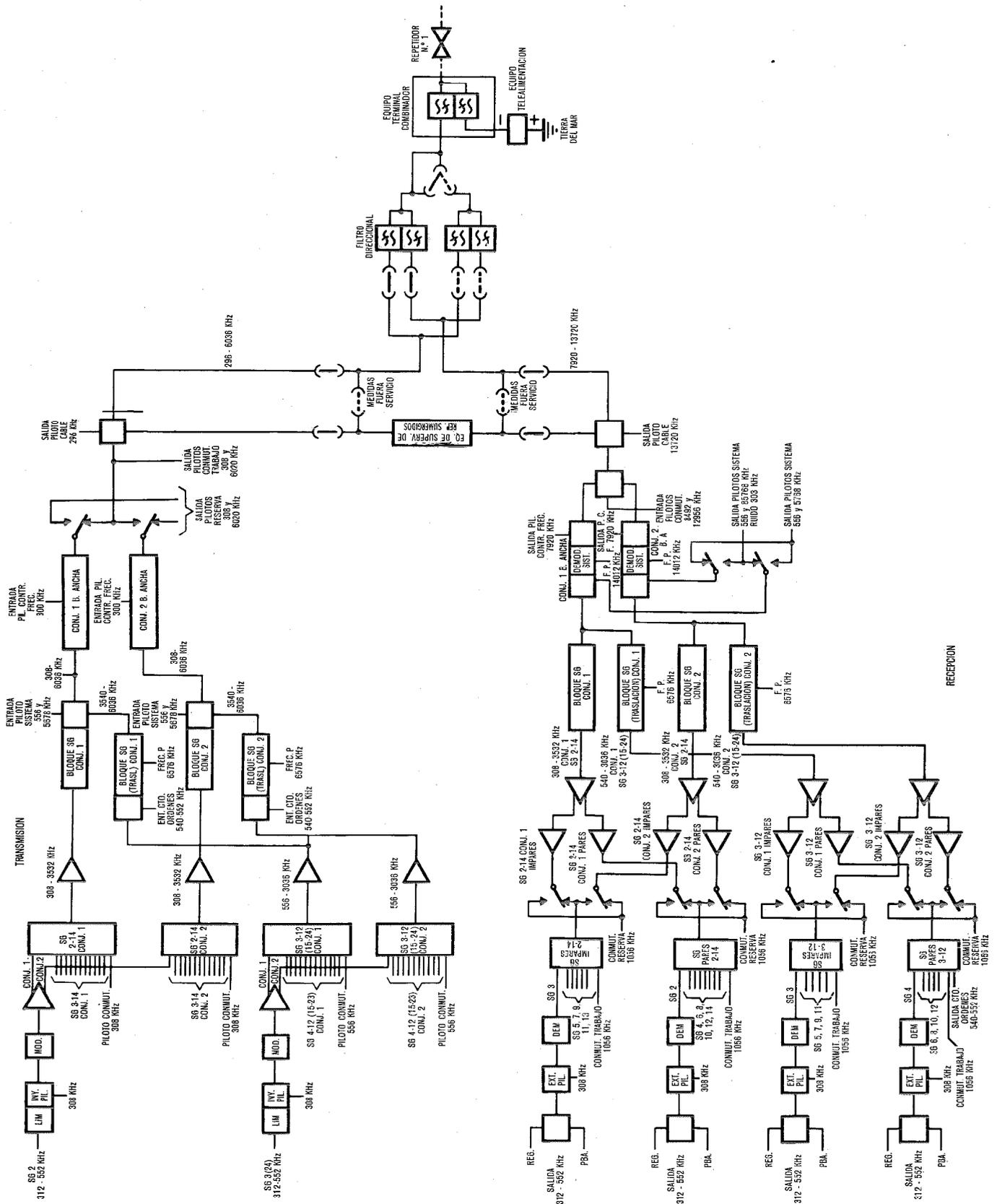


Fig. 2 Caminos principales de transmisión en el terminal A (Widemouth en el Reino Unido).

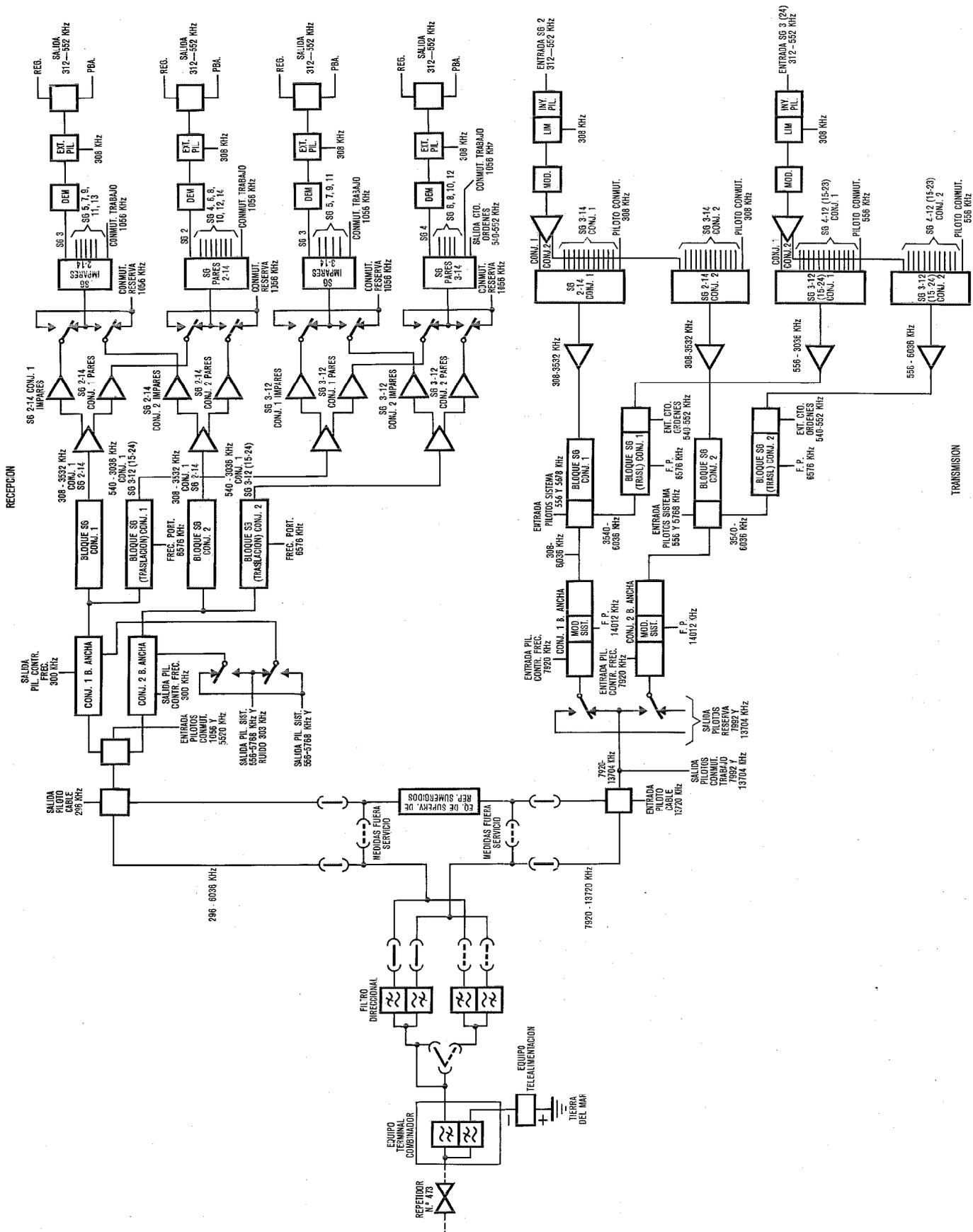


Fig. 3 Caminos principales de transmisión en el terminal B (Beaver Harbour en Canadá).

b) El margen de sobrecarga de cada vía de banda ancha deberá exceder al margen de sobrecarga de la línea para la dirección particular de transmisión. Estos requisitos se aplican para todas las condiciones de temperatura y de reparación del cable.

Estos requisitos tienen también una influencia considerable en la determinación de la disposición de los caminos de banda ancha. Es necesario asegurarse que tantos amplificadores como sea posible llevan señales a niveles que no varían durante el curso de funcionamiento del sistema. Manteniendo los niveles del amplificador lo más altos posible, al mismo tiempo que se cumple la exigencia del margen de sobrecarga, es también posible cumplir el requisito de contribución del ruido. La contribución de ruido del primer amplificador del receptor no se considera ruido del terminal sino ruido de línea ya que su inclusión haría irrealista el límite para el ruido del terminal y no hay control alguno en el terminal sobre los niveles de señal aplicados a este amplificador.

El requisito de margen de sobrecarga también determina la máxima longitud de la sección extrema (longitud del cable entre el terminal y el repetidor más próximo) que el terminal puede tolerar.

El nivel de salida de un amplificador típico está alrededor de -24 dB referidos al punto de nivel de referencia cero (dBr). La potencia media de señal por canal es -12 dB relativos a 1 milivatio en el punto de nivel de referencia cero (dBm0) y esto produce una carga de potencia de pico de $+33,6$ dBm0 para 1840 circuitos. La carga de pico a la salida del amplificador típico será, por tanto, de $+9,6$ dBm. El amplificador tiene un punto de sobrecarga de pico de $+25$ dBm, de manera que el margen de sobrecarga será de $15,4$ dB, mientras que el margen de sobrecarga de la línea es típicamente de unos 11 dB. Con esta carga, la contribución de ruido del amplificador sería de unos 3 pWOp por canal, que es una contribución típica de ruido para todos los amplificadores que no han de tener en cuenta niveles de señal variables. Esto asegura que también se cumple el requisito de contribución de ruido del terminal.

Filtro direccional

La salida de la vía de transmisión y la entrada del camino de recepción de banda ancha de cada terminal se conectan mediante un filtro direccional al punto a dos hilos que, a su vez, se une el cable submarino mediante el equipo terminal de cable. El filtro direccional consta de un filtro paso alto y un filtro paso bajo. El filtro paso bajo se equipa en el camino de transmisión en el terminal A y en el camino de recepción en el terminal B, mientras que el filtro paso alto se equipa en el camino de recepción en el terminal A y en el camino de transmisión en el terminal B.

Las funciones del filtro direccional son separar las dos bandas de frecuencia utilizadas en las dos direcciones de transmisión y evitar que las señales proce-

den del camino de transmisión del terminal penetren en la vía de recepción.

Pre-énfasis de nivel y ajuste de la sección extrema

La máxima longitud de la sección extrema que pueden permitir los terminales viene determinada por los requisitos de margen de sobrecarga del terminal y contribución de ruido (ver sección "Amplificador terminal"). En la práctica, resulta de unos tres cuartos de la longitud de una sección repetidora, en cada terminal. La longitud real de una sección extrema en un terminal puede estar comprendida entre este máximo y un cuarto, aproximadamente, de una sección repetidora. Los caminos de transmisión de banda ancha del terminal (transmisión y recepción) se han diseñado para incluir un ajuste que tenga en cuenta esta variación.

Los niveles de transmisión de los repetidores están sometidos a un preénfasis. Es, por tanto, necesario añadir la pendiente de preénfasis en el terminal de transmisión y quitarla en el terminal de recepción de cada dirección de transmisión. Los niveles de transmisión se ajustan, además, como sea necesario, cuando se entrega el sistema, con objeto de optimizar su comportamiento con respecto a la contribución de ruido y al margen de sobrecarga. El seguimiento de la contribución de ruido del sistema es tal que, cuando el sistema está totalmente cargado, el ruido producido en cualquier canal no debe exceder $-52,8$ dBmOp, promedio, en todos los canales y $-49,8$ dBmOp en el peor canal [3].

Las redes equipadas en los caminos de transmisión y de recepción de banda ancha para introducir o quitar la pendiente de nivel que adaptan las secciones extremas del cable y satisfacen los requisitos de preénfasis de nivel de repetidor, son simuladores de cable e igualadores de cable que mediante puentes se introducen o se quitan, según se precise. Los simuladores de cable tienen una pérdida que aumenta con la frecuencia en la misma forma que la característica atenuación/frecuencia del cable, mientras que los igualadores de cable tienen una pérdida que disminuye con la frecuencia y en la inversa de la característica atenuación/frecuencia del cable. El ajuste de nivel plano se realiza utilizando atenuadores.

Mediante un cuidadoso ajuste de los niveles de transmisión es posible conseguir para ambas direcciones de transmisión unas condiciones óptimas del comportamiento del sistema con relación al ruido y margen de sobrecarga para todas las condiciones de temperatura que pueden esperarse, y en la reparación del cable.

Igualación residual de banda ancha

La igualación residual de banda ancha se realiza en dos etapas en los caminos de transmisión y recepción de banda ancha. Estas etapas son la igualación del terminal, que se realiza en fábrica durante la prueba de cada serie de equipos y la igualación del sistema que se hace en las estaciones durante la puesta a punto del sistema.

Dos objetivos han de cumplirse en la etapa de igualación del terminal. El primero es reducir la disper-

sión en la respuesta atenuación/frecuencia de cada camino de transmisión y recepción de banda ancha a menos de 1 dB, para asegurar una buena característica en los caminos de transmisión terminales. Esto es necesario debido a la acumulación que tiene lugar en las contribuciones de esa dispersión, procedentes de cada unidad de los caminos de transmisión. El segundo objetivo establece que, puesto que cada camino de transmisión y recepción está duplicado, los caminos 1 o 2, en cada caso, deben presentar las mismas características, dentro de unos 0,2 dB. Se pretende con este objetivo cumplir un requisito del sistema de forma que en cualquier condición de conmutación (transmisión más recepción) el nivel de cualquier señal transmitida a través del sistema no debe cambiar en más de 0,5 dB.

El objetivo principal de la igualación del sistema es reducir la dispersión en la respuesta atenuación/frecuencia del sistema a límites aceptables. Esto es necesario ya que, aunque se hayan equipado igualadores sumergidos, existe aún una acumulación de pequeños errores en el sistema, que han de ser eliminados mediante igualación en los terminales. La especificación del sistema pide que la dispersión en cada dirección de transmisión, entre la entrada y la salida de banda ancha, no exceda de $\pm 1,5$ dB en la banda de frecuencias de 312 a 6012 kHz con relación al nivel a 3164 kHz. Mediante la colocación de igualadores en cada camino de recepción de banda ancha este requisito se cumple con amplio margen. También es posible equipar igualadores en cada camino de transmisión de banda ancha, lo que tiene por objeto modificar los niveles de transmisión más allá de lo que es posible utilizando simuladores de cable, igualadores de cable y atenuadores, si es que se considera necesario para cumplir los requisitos del sistema.

Los igualadores residuales se realizan utilizando los juegos correspondientes de material. Los componentes se montan en tarjetas impresas normalizadas para obtener las secciones de igualación necesarias. Estas se insertan luego en cajas que se montan en las correspondientes tarjetas que forman parte de los caminos de banda ancha.

Igualación de los efectos producidos por cambios en la temperatura del cable

Los cambios en la temperatura del cable producidos por variaciones estacionales en la temperatura del mar, alteran la atenuación del cable y modifican, por tanto, los niveles de transmisión del sistema. Estos efectos se igualan en los terminales mediante igualadores variables de temperatura que se conmutan en pasos de 0,5 dB a la frecuencia de 14 MHz.

Los efectos esperados por la variación de la temperatura del cable en el sistema Cantat 2 son cambios de nivel de hasta $\pm 4,9$ dB en el terminal A y $\pm 8,2$ dB en el terminal B, alrededor del valor nominal a la frecuencia de 14 MHz. La especificación del sistema pide un margen de 3 dB sobre los valores anteriores; por tanto, es necesaria igualación para tener en cuenta cambios de ± 8 dB y ± 12 dB, respectivamente. En

cada camino de transmisión y recepción de banda ancha se equipan dos igualadores variables de temperatura, cada uno con un margen de ± 6 dB a 14 MHz. Uno de éstos, designado como primario, se coloca de modo que sólo haya un amplificador entre él y el cable submarino y se utiliza para igualar la mayor parte de los efectos de la variación debida a la temperatura. Esto asegura que sólo un amplificador en cada camino de banda ancha está afectado por grandes cambios de nivel (ver sección "Amplificador terminal"). El otro igualador variable de temperatura, designado como secundario, se coloca de modo que físicamente esté inmediatamente debajo del igualador primario y se utiliza para igualar cualquier efecto residual de las variaciones de temperatura después de realizado el máximo ajuste posible con el igualador primario. Las unidades de igualación de las variaciones de temperatura incluyen también atenuadores conmutables para ajuste de nivel plano de ± 3 dB en pasos de 0,5 dB.

Los ajustes que deben realizarse en los igualadores variables se determinan observando los pilotos del sistema y haciendo medidas de ganancia en bucle del repetidor. Los cambios en los niveles de piloto del sistema en recepción indican el cambio total en transmisión más recepción requerido para cada dirección de transmisión, mientras que las medidas de ganancia en bucle de un repetidor seleccionado indican el cambio necesario en cada terminal.

Compensación por reparaciones en el cable

En cada terminal se incluyen facilidades que permiten compensar los efectos de reparaciones en el cable submarino. En cada camino de transmisión y recepción de banda ancha se equipan simuladores de cable, añadidos a los utilizados para secciones extremas del cable y ajustes de nivel de preénfasis en cada camino, tiene una pérdida total equivalente a 2 millas náuticas de cable. El efecto de pendiente en los niveles de transmisión causado por estos simuladores de cable se cancela inicialmente mediante igualadores de cable adicionales. Cuando se realiza una reparación en el cable, se quitan simuladores de cable con pérdida equivalente al aumento de la longitud de cable, haciéndose el ajuste en el terminal más próximo. (Las reparaciones que implican la adición de cable se realizan sólo en secciones de aguas poco profundas y próximas a cada terminal).

Con objeto de tener en cuenta condiciones anormales e imprevistas, se incluyen simuladores de cable adicionales en cada camino de transmisión y recepción de banda ancha, con una pérdida total en cada camino, equivalente a 1 milla náutica de cable. Dichos simuladores pueden quitarse por pasos si se desea. Además, en cada camino de recepción de banda ancha se dispone de un exceso de ganancia de 6 dB que se obtiene en todo o en parte mediante ajuste de un atenuador.

Caminos de transmisión del bloque de supergrupos

El equipo de transmisión del bloque de supergrupos se equipa en cada terminal para realizar una función

intermedia entre el equipo de traslación de supergrupo y el equipo de transmisión de banda ancha.

En la dirección de transmisión, en cada terminal, el equipo de transmisión del bloque de supergrupos acepta, a partir del equipo de traslación de supergrupo, 23 supergrupos dispuestos en dos bloques. El primer bloque consta de 13 supergrupos dispuestos como supergrupos normalizados (2 a 14) en la banda de frecuencias de 312 a 3532 kHz. Este bloque se amplifica y se incluyen en el camino de transmisión los filtros de eliminación del piloto del sistema. El segundo bloque consta de 10 supergrupos dispuestos como supergrupos normalizados (3 a 12) en la banda de frecuencias 564 a 3036 kHz. A este bloque se añaden los circuitos de servicio del cable comprendidos en la banda de frecuencias de 540 a 552 kHz. El bloque de 10 supergrupos más los circuitos de servicio del cable se amplifican y trasladan mediante el modulador del bloque de supergrupos, utilizando la frecuencia portadora de 6576 kHz para obtener un bloque que conste de los supergrupos 15 a 24 comprendidos en la banda de frecuencias 3540 a 6012 kHz (el supergrupo 3 se transforma en el supergrupo 24, el supergrupo 12 en el 15, etc.) más los circuitos de servicio del cable en la banda de 6024 a 6036 kHz. Este bloque se combina luego con el primer bloque para obtener 23 supergrupos más los circuitos de servicio del cable, en la banda de frecuencias de 312 a 6036 kHz que se presenta como banda base al equipo de transmisión de banda ancha.

En la dirección de recepción tiene lugar el proceso inverso. El equipo acepta 23 supergrupos, más los circuitos de servicio del cable, en la banda de frecuencias de 312 a 6036 kHz y presenta al equipo de traslación de supergrupo dos bloques compuestos de los supergrupos 2 a 14 en la banda de frecuencias 312 a 3532 kHz y de los supergrupos 3 a 12 más los circuitos de servicio del cable en la banda de 540 a 3036 kHz, habiéndose obtenido el segundo bloque mediante traslación en el demodulador de bloque de supergrupo con la frecuencia portadora de 6576 kHz. En esta etapa no se extraen todavía los circuitos de servicio del cable.

Tanto en la dirección de transmisión como en la de recepción, en ambos terminales, los caminos de transmisión de ambos bloques de supergrupos incorporan facilidades para la igualación residual del terminal y del sistema, como en el equipo de transmisión de banda ancha. Los objetivos que deben cumplirse en la etapa de igualación terminal son similares a los de igualación residual de banda ancha (ver sección "Igualación residual de banda ancha") ya que este equipo forma parte de los caminos duplicados de transmisión. En la etapa de igualación del sistema, los igualadores se equipan solamente donde reduzcan la cantidad necesaria de igualación de supergrupos y no pueden incluirse en la etapa de igualación de banda ancha.

Equipo de traslación de supergrupo

El equipo de traslación de supergrupo utilizado en el sistema Cantat 2 es un equipo especial no normal, cuyo diseño se ha basado lo más posible en el equipo

de traslación de supergrupo normalizado. En todo el sistema se utilizan las frecuencias portadoras de supergrupo normalizadas.

Traslaciones de frecuencia de supergrupo y bloque de supergrupos

En la dirección de transmisión de cada terminal, el equipo de traslación de supergrupo acepta 23 supergrupos básicos, procedentes de la red múltiple terrestre, cada uno comprendido en la banda de frecuencias de 312 a 552 kHz. Trece supergrupos se trasladan utilizando las correspondientes frecuencias portadoras de supergrupo normalizadas y luego se combinan para formar un bloque de supergrupos que consta de los supergrupos normalizados 2 a 14 en la banda de frecuencias 312 a 3532 kHz. Los otros 10 supergrupos se trasladan de forma análoga y se combinan para formar un bloque de supergrupos que consta de los supergrupos 3 a 12 en la banda de 564 a 3036 kHz. Los 2 bloques de supergrupos se aplican después al equipo de transmisión de bloques de supergrupos.

En la dirección de recepción tiene lugar el proceso inverso. El equipo acepta los dos bloques de supergrupos procedentes del equipo de transmisión de bloques de supergrupos. Separando los supergrupos en cada uno de los bloques y trasladándolos, se obtiene los 23 supergrupos básicos transmitidos desde el terminal opuesto.

El equipo de traslación de supergrupo utilizado difiere del equipo normalizado fundamentalmente en que todos los amplificadores que llevan más de un supergrupo están incluidos en los caminos de transmisión duplicados.

Igualación de supergrupo

En la dirección de recepción de cada terminal se equipan igualadores para cada supergrupo a la salida del equipo de traslación de supergrupo. Aunque ya ha sido realizada la igualación en las etapas de bloques de supergrupos y banda ancha, según haya sido necesario, la dispersión en la respuesta atenuación/frecuencia de los supergrupos puede exigir ulterior igualación ya que la máxima dispersión permitida para cada supergrupo es de 1 dB en toda la banda de frecuencias con menos de 0,5 dB en cualquier banda de 48 kHz. La igualación residual de supergrupo necesaria se determina en la propia instalación durante la puesta a punto del sistema y después de que se han completado todas las demás igualaciones residuales y ajustes asociados. Las secciones igualadoras se construyen montando componentes seleccionados, procedentes de los juegos disponibles para dichos igualadores, en los circuitos impresos que se hallan ya incorporados en los caminos de transmisión de supergrupo.

Duplicación del camino de transmisión y facilidades de conmutación

En este sistema se ha previsto duplicación del camino de transmisión con cambio automático para asegurar, en la medida de lo posible, que la pérdida de tráfico debida a un fallo que tenga lugar en el equipo

terminal queda reducida a la pérdida de 1 supergrupo (80 canales). El alcance de la duplicación es tal que todo el equipo (salvo los conmutadores de cambio y unas pocas tarjetas de redes sencillas que es muy improbable que fallen) que lleva más de un supergrupo, está duplicado. Salvo para los filtros direccionales, el cambio es automático. El duplicar el equipo de traslación de supergrupo que lleva supergrupos individuales complicaría excesivamente el equipo con la consiguiente reducción de la fiabilidad.

Vías de transmisión

La duplicación de los caminos de transmisión se ha situado entre un punto del equipo de traslación de supergrupo y la salida del equipo de transmisión de banda ancha. Después de la traslación, cada supergrupo se amplifica y el amplificador tiene dos salidas idénticas. La unidad combinadora de supergrupo está duplicada y una salida del amplificador alimenta a una unidad y la otra salida a la segunda unidad. Los amplificadores que siguen a las unidades combinadoras también están duplicados. Dentro de cada bloque de supergrupos se equipa, de forma independiente, al correspondiente equipo de supergrupos, de manera que se obtienen dos salidas de cada bloque de supergrupos. Estas salidas alimentan al equipo de transmisión de bloques de supergrupo que también está duplicado, con los dos caminos completamente independientes uno de otro y este equipo proporciona salidas duplicadas de la señal de banda base. Estas salidas alimentan al equipo de transmisión de banda ancha que también está totalmente duplicado, con los dos caminos completamente independientes uno de otro. Este equipo proporciona salidas duplicadas de la señal de banda ancha que se ha de transmitir por el cable. En este punto se equipa un conmutador de cambio que selecciona una de las salidas para utilizarla en la transmisión y termina la otra localmente.

La conmutación automática se controla mediante pilotos de conmutación que se inyectan en las unidades combinadoras de supergrupo, siendo las frecuencias en este punto de 308 kHz para los supergrupos 2 a 14 y 556 kHz para los supergrupos 3 a 12 y 15 a 24. Los pilotos se separan, mediante los adecuados filtros, de los caminos de trabajo y de reserva, independientemente, a la salida del conmutador de cambio, siendo la frecuencia en este punto de 308 kHz y 6020 kHz en el terminal A y 7992 kHz y 13.704 kHz en el terminal B. Los niveles de estos pilotos se supervisan continuamente y si tiene lugar un fallo en el equipo de trabajo y no en el de reserva (un cambio de 3 dB en el nivel constituye un fallo), se produce automáticamente una conmutación del equipo. El equipo de supervisión de piloto incluye los correspondientes ajustes para compensar las variaciones de nivel debidas a los ajustes realizados en los igualadores variables de temperatura.

Existe también la posibilidad de pontear el conmutador de cambio utilizando el adecuado enlace que se inserta en paralelo con él. Esto permite quitar el con-

mutador para sustituirlo o repararlo sin interrumpir la transmisión.

Caminos de recepción

La duplicación de los caminos de recepción se hace entre la entrada al equipo de transmisión de banda ancha y un punto situado en el equipo de traslación de supergrupo. La señal de banda ancha recibida del cable, después de pasar por el filtro direccional, se divide mediante una híbrida que produce dos salidas idénticas a partir de una sola entrada. Estas salidas alimentan al equipo de transmisión de banda ancha que está totalmente duplicado, con los dos caminos completamente independientes uno de otro, y este equipo proporciona salidas duplicadas de la señal de banda base. Estas salidas alimentan al equipo de transmisión de bloques de supergrupos que también está totalmente duplicado, con los dos caminos completamente independientes uno de otro. Este equipo produce dos salidas de cada uno de los dos bloques de supergrupos que se aplican luego al equipo de traslación de supergrupo. Cada bloque de supergrupos se amplifica, se divide en dos partes que servirán para la extracción de los supergrupos pares e impares y cada parte se amplifica nuevamente, con los amplificadores totalmente duplicados. Las partes de cada bloque de supergrupos correspondientes a los supergrupos pares e impares, se llevan a los conmutadores, cada uno de los cuales selecciona una salida para continuar por el camino de recepción y termina la otra localmente. En esta etapa intervienen cuatro conmutadores que trabajan en sincronismo y están controlados por un sólo control de conmutación. Las salidas de los conmutadores alimentan a unidades de distribución de supergrupos que separan a los supergrupos individuales; el equipo que sigue, destinado a la igualación y traslación de supergrupo, no lleva más que un supergrupo y, por tanto, no está duplicado. La conmutación automática está controlada por pilotos de conmutación que se inyectan en la híbrida divisora, donde comienza el equipo de transmisión duplicado; las frecuencias de los pilotos en este punto son de 8492 kHz y 12.956 kHz en el terminal A y 1056 kHz y 5520 kHz en el terminal B. Los pilotos se separan, mediante los adecuados filtros, de los caminos de trabajo y de reserva, separadamente, a la salida de cada uno de los conmutadores de cambio automático, siendo la frecuencia en este punto de 1056 kHz para cualquier piloto. Los niveles de estos pilotos se supervisan continuamente y si tiene lugar un fallo en el camino de trabajo y no en el de reserva (un cambio de nivel de 3 dB a la salida de uno o más de los conmutadores constituye un fallo), automáticamente se produce un cambio de equipo. El equipo de inyección de piloto incluye un ajuste conmutable para compensar las variaciones de nivel debidas a los ajustes introducidos por los igualadores de variaciones de temperatura.

Análogamente a lo que sucede en los caminos de transmisión, existe la posibilidad de pontear cada uno de los conmutadores de cambio automático.

Filtros direccionales

No resulta práctico ni tampoco necesario duplicar el filtro direccional con cambio automático ya que el filtro está constituido enteramente por una red pasiva con pocas probabilidades de fallo. Sin embargo, se considera deseable duplicarlo mediante un conmutador manual rápido. Por tanto, el filtro direccional de cada terminal está duplicado efectuándose la conmutación manualmente mediante el cambio de posiciones de enlaces enchufables situados en un panel bajo una cubierta fácilmente separable en la parte frontal del equipo, de forma que el cambio de un filtro al otro puede efectuarse rápida y fácilmente con sólo un breve corte en la transmisión.

Este panel de enlaces también permite la conexión del equipo de supervisión del repetidor sumergido directamente al filtro direccional para efectuar medidas fuera de servicio en los repetidores.

El enlace en el camino a dos hilos desde el filtro direccional es una fuente potencial de intermodulación debido a las grandes diferencias de nivel que pueden existir entre las señales de transmisión y de recepción. Para eliminar esto se suelda normalmente un puente, en paralelo con el enlace, aunque el sistema puede trabajar sin colocar dicho puente.

Frecuencias portadoras para la traslación de frecuencia

A los diversos moduladores y demoduladores del equipo de transmisión hay que suministrarles frecuencias portadoras que se obtienen de un oscilador maestro situado en cada estación terminal. El oscilador maestro ha de tener una estabilidad de frecuencia mejor que 5 partes en 10^8 .

La traslación de frecuencia de banda ancha del camino de transmisión en el terminal B y del camino de recepción en el terminal A utiliza la frecuencia portadora especial de 14.012 kHz. En cada estación terminal se instala el equipo adecuado para obtenerla de la frecuencia de 124 kHz que se obtiene del oscilador maestro de la estación. Como el fallo de este equipo supondría la pérdida completa de transmisión en la dirección de B hacia A, el equipo para derivar dicha frecuencia portadora está totalmente duplicado con conmutación automática.

Las traslación de frecuencia del bloque de supergrupos de los caminos de transmisión y recepción, en ambos terminales, para los supergrupos 3 a 12/15 a 24, utiliza la frecuencia portadora especial de 6576 kHz. En cada terminal se dispone al equipo para obtenerla por etapas a partir de las frecuencias de 12 kHz y 124 kHz que se obtienen del oscilador maestro de la estación. Puesto que el fallo de este equipo supondría la pérdida de transmisión, en ambas direcciones, de 10 supergrupos, el equipo para derivar dicha frecuencia portadora se ha duplicado también totalmente con conmutación automática.

El equipo de traslación de supergrupo utiliza frecuencias portadoras de supergrupo normales y a niveles también normales que se obtienen del equipo de la

estación, que las deriva, a su vez, de la frecuencia del oscilador maestro.

Circuitos de órdenes del cable

Se han previsto cuatro canales adicionales para facilitar la comunicación entre las dos estaciones terminales. Estos canales se transmiten por el cable en la banda de frecuencias de 6024 a 6036 kHz en la dirección A a B y 7976 a 7988 kHz en la dirección B a A. La traslación a estas frecuencias se obtiene automáticamente en el equipo terminal de transmisión inyectando y extrayendo los canales en los caminos de transmisión de bloques de supergrupos para los supergrupos 3—12 y 15—24 en la banda de frecuencias de 540 a 552 kHz, en cada terminal.

El margen máximo de frecuencia vocal de los canales es de 200 a 3050 Hz. En la dirección de transmisión los canales se trasladan como canales normales de 3 kHz y se combinan en la banda de frecuencias de 12 a 24 kHz. Las frecuencias portadoras utilizadas para estas traslaciones se obtienen de cuatro osciladores estables que forman una parte integral de este equipo. Los canales se trasladan luego, primero a la banda de frecuencias de 60 a 72 kHz como un subgrupo normal y después a la banda de frecuencias de 540 a 552 kHz como parte de un grupo normal. Las frecuencias portadoras utilizadas para estas traslaciones son frecuencias normales obtenidas mediante el equipo de la estación que las deriva del oscilador maestro. En la figura 4 se muestran las etapas de traslación. En la dirección de

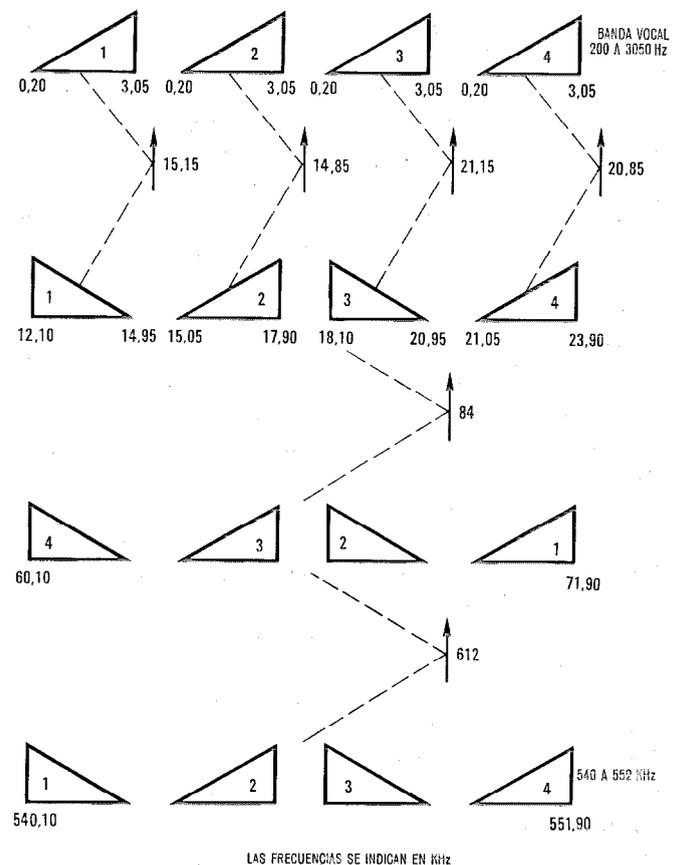


Fig. 4 Traslaciones de los circuitos de órdenes del cable.

recepción tiene lugar el proceso inverso, obteniéndose los cuatro canales de frecuencia vocal a partir de una entrada de la banda de frecuencias de 540 a 552 kHz.

En la dirección de transmisión, los canales situados en la banda de frecuencias de 540 a 552 kHz se inyectan en los caminos duplicados de transmisión de bloques de supergrupos inmediatamente antes de que se efectúe la traslación de este bloque de supergrupos. En la dirección de recepción, se extraen de la unidad de distribución de supergrupo que sigue al correspondiente conmutador de cambio automático para este bloque de supergrupos y para los supergrupos de numeración par.

El equipo de circuitos de órdenes del cable en ambos terminales está totalmente duplicado para evitar la pérdida de comunicaciones entre los dos terminales. El equipo de transmisión posee conmutación manual que es independiente para los caminos de transmisión y de recepción. Los osciladores de portadora de canal, que alimentan tanto al camino de transmisión como al de recepción, están equipados con conmutación automática.

Equipo de piloto y de supervisión del sistema

Dentro del conjunto de equipos de transmisión del terminal se ha montado el adecuado equipo para supervisar el comportamiento del sistema y para la generación de los pilotos necesarios.

Todos los pilotos se transmiten al nivel nominal de -20 dBm0.

Pilotos del cable

Para cada dirección de transmisión se utilizan pilotos del cable. Los puntos de inyección y de control en ambos terminales son los puntos a 4 hilos situados en los filtros direccionales, de manera que el comportamiento del cable y de los repetidores se puede supervisar y registrar de forma continua. Las frecuencias piloto del cable son 296 kHz y 13.720 kHz para las direcciones A a B y B a A, respectivamente.

Pilotos del sistema

Para cada dirección de transmisión se utilizan dos pilotos del sistema que se inyectan y controlan en los puntos de entrada y salida del equipo de transmisión de banda ancha en ambos terminales, de manera que puede supervisarse continuamente el comportamiento del sistema, incluida la igualación de los terminales. Puesto que los caminos de transmisión de banda ancha están duplicados, los pilotos se inyectan en ambos conjuntos del equipo en el terminal de transmisión. En el terminal de recepción hay puntos de extracción, en ambos conjuntos del equipo, que alimentan a los circuitos monitores a través de un conmutador de cambio automático que actúa en sincronismo con los conmutadores del camino principal de recepción. Para el equipo de trabajo se han provisto monitores de piloto y registradores, y solamente monitores para el equipo de reserva. Las frecuencias de los pilotos del sistema para ambas direcciones de transmisión son 556 kHz y 5768

kHz en los puntos de inyección y de supervisión. Las frecuencias transmitidas por el cable son las mismas para la dirección A a B, y para la dirección de transmisión de B a A se utilizan 8244 kHz y 13.456 kHz.

Los osciladores utilizados para generar las frecuencias de 556 kHz y 5768 kHz están duplicadas con conmutación automática. Un cambio de nivel en un oscilador de más de 0,5 dB constituye un fallo. Las frecuencias de los osciladores de 5768 kHz están sincronizadas en fase mediante el adecuado equipo para evitar los efectos de batido.

Pilotos de la sección de supergrupo

Se ha incluido la facilidad de supervisar el sistema para cada supergrupo individual en cada dirección de transmisión entre los puntos de entrada y salida de supergrupo mediante los pilotos de sección de supergrupo. La frecuencia de cada uno de estos pilotos en los puntos de inyección y supervisión es de 308 kHz. En cada terminal se monta una serie de enlaces enchufables en un panel frontal del equipo, que permite inyectar los pilotos en los supergrupos que se desea supervisar, siendo posible la inyección de pilotos en cualquier número de supergrupos. El panel está provisto de caperuzas en los enchufes para impedir la inyección de pilotos en ciertos supergrupos sin quitar antes las caperuzas. Estas se colocan cuando el piloto de sección de supergrupo podría coincidir con otro piloto salvo que ese piloto se haya suprimido temporalmente del sistema.

En cada terminal se han equipado tres monitores de piloto de sección de supergrupo que pueden utilizarse para supervisar los pilotos de tres supergrupos cualesquiera. La conexión de los monitores a los correspondientes supergrupos se realiza mediante enlaces enchufables que se montan en un panel en la parte frontal del equipo.

El oscilador utilizado para generar la frecuencia de 308 kHz está duplicado con conmutación automática. La salida alimenta a una unidad de distribución que tiene suficientes salidas para todos los supergrupos.

Pilotos de conmutación

Los pilotos de conmutación para los caminos transmisores del equipo de transmisión se inyectan a las frecuencias de 308 kHz y 556 kHz. Se obtienen del mismo equipo que proporciona estas frecuencias para los pilotos de sección de supergrupo y pilotos del sistema.

Los pilotos de conmutación para los caminos de recepción del equipo de transmisión se inyectan a las frecuencias de 8942 kHz y 12.956 kHz en el terminal A y a 1056 kHz y 5520 kHz en el terminal B. Para la generación de estas frecuencias se utilizan osciladores y, para cada frecuencia, están duplicados con conmutación automática. Las frecuencias de cada par de osciladores están sincronizadas en fase para evitar efectos de batido.

Tanto para el equipo de transmisión como para el de recepción, se han incorporado monitores al equipo

de extracción de piloto asociado con el equipo de conmutación de transmisión que permiten supervisar y registrar continuamente los niveles de los pilotos en este punto.

Pilotos de comparación de frecuencia

Entre los terminales, en ambas direcciones de transmisión, se transmiten pilotos de comparación de frecuencias. Las frecuencias de línea de los pilotos son 300 kHz y 7920 kHz para las direcciones de transmisión de A a B y de B a A, respectivamente. Estas frecuencias se derivan de la frecuencia de 60 kHz, que se restituye en los terminales de recepción, obteniéndose dicha frecuencia de los osciladores maestros en ambos terminales. Los pilotos se utilizan para comparar las frecuencias de los dos osciladores maestros.

Observación del ruido del sistema

En cada terminal se ha equipado un monitor de ruido del sistema que permite observar de manera continua el ruido generado por el sistema completo entre los puntos de entrada y salida de banda ancha de ambas direcciones de transmisión. El monitor se conecta a la salida del camino de recepción del equipo de trabajo correspondiente al equipo de transmisión de banda ancha, en el mismo punto que los monitores de piloto del sistema y, por tanto, a través de un conmutador. Consiste en un amplificador de alta ganancia y un detector que observa continuamente y registra, en el registrador incorporado, el nivel de ruido en una anchura de banda de, aproximadamente 2 kHz. La banda del monitor está centrada en 303 kHz en ambos terminales. Esto corresponde a las frecuencias de línea de 303 kHz y 13.709 kHz para las direcciones de transmisión de A a B y de B a B respectivamente.

En las entradas de los caminos de transmisión de los equipos de banda ancha en ambos terminales se han equipado filtros supresores de banda con una banda eliminada coincidente con la banda monitora de ruido. Estos filtros aseguran que el ruido medido se debe solamente al sistema.

Filtros de protección y de supresión de piloto

Se han dispuesto filtros en puntos adecuados de los caminos de transmisión para evitar la transmisión de los pilotos más allá del propio sistema y para protegerlos de la interferencia debida a los sistemas múltiple de tierra.

La supresión y protección de los pilotos del sistema se realiza mediante filtros incorporados en los caminos de transmisión de los bloques de supergrupos incluyendo los montados en el modulador y demodulador del bloque de supergrupos.

En los puntos de entrada y salida de supergrupo se equipan filtros de cristal supresores de banda que eliminan la frecuencia de 308 kHz. Estos proporcionan la necesaria supresión y protección de los pilotos de la sección de supergrupo más la de los pilotos de conmutación.

La supresión y protección de los pilotos de cable y de los pilotos de comparación de frecuencia está confiada a los filtros de los moduladores y demoduladores de supergrupo. Las frecuencias de estos pilotos están suficientemente eliminadas de la banda de frecuencias de tráfico que no pasan por los filtros.

Registadores

Los monitores de piloto asociados con las más importantes funciones de supervisión tienen conectados permanentemente registradores para controlar de manera continua los niveles de los pilotos. Se han equipado seis registradores adaptables y, cuando se requiera, pueden conectarse a ellos hasta seis de los monitores que no tienen registradores permanentemente incorporados. Normalmente tres de los registradores estarán conectados a los tres monitores de piloto de la sección de supergrupos. La conexión de los registradores a los monitores correspondientes se efectúa mediante enlaces enchufables que se montan en un panel, en la parte frontal del equipo.

Referencias

- [1] R. K. Morris: Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Equipo de supervisión de repetidores sumergidos, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 49 (1974) N° 4, págs. 404—409 (en este número).
- [2] P. S. Kelly: Cantat 2 — Sistema de cable submarino: Equipo de alimentación, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 49 (1974) N° 4, págs. 410—416 (en este número).
- [3] F. L. Jarvis y J. F. Tilly: Repetidores e igualadores sumergidos, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969) N° 3, págs. 216—227.

G. V. Barber nació en Kent, Inglaterra, en 1946. Obtuvo el grado B.Sc en Física en el King's College, Londres, en 1967.

En 1967 se incorporó a la División de Sistemas Submarinos de Standard Telephones and Cables Limited de North Woolwich, trabajando con un grupo de ingenieros en sistemas de cables submarinos.

Es responsable de la ingeniería del sistema y del desarrollo del equipo de transmisión utilizado en los terminales de sistemas de cable submarino y en la actualidad es el jefe de una sección que realiza este trabajo.

Cantat 2 - Sistema de cable submarino: Equipo de supervisión de repetidores sumergidos

El equipo de supervisión de repetidores sumergidos desarrollado para el sistema Cantat 2 es programable y versátil, y facilita la localización manual o automática, así como la medida de funcionamiento de todos los repetidores de la ruta. Además, puede obtenerse la característica de frecuencia del filtro de supervisión por barrido. Se dispone de tres velocidades de exploración que permiten medir la totalidad de la línea en 1, 2 ó 4 horas.

R. K. MORRIS
Standard Telephones and Cables Limited, Londres

Introducción

El equipo de supervisión de repetidores sumergidos (ESRS, en inglés SRME), desarrollado para el sistema Cantat 2, incorpora una cinta perforada/memoria que mantiene los datos de la frecuencia de cada filtro a cristal de supervisión de banda estrecha que dá a cada repetidor su identidad. Mantiene también la información sobre la frecuencia real de cada oscilador que, aunque nominalmente es la misma para cada repetidor, es diferente de hecho debido a las características del cristal.

El ESRS puede dirigirse para que encuentre automáticamente cualquiera, cualquier número o todos los repetidores, en cualquier secuencia, determinado por la forma en que esté programado. Igual que localiza y mide un repetidor, este equipo barre la característica de frecuencia de su filtro de supervisión y la reproduce si se desea.

Las velocidades de barrido automático proporcionadas son tales que se puede medir la totalidad de la línea del Cantat en 1, 2 ó 4 horas, según se requiera.

El equipo puede utilizarse manualmente mediante los controles apropiados del panel frontal y, si se desea, las medidas manuales detalladas se pueden facilitar mediante la característica automática.

Tipos de medidas

En ambos extremos del sistema, tanto en el Reino Unido como en Canadá, se proporciona un ESRS programable pudiéndose realizar las siguientes medidas del funcionamiento del repetidor, desde los terminales apropiados:

	Terminal A (Reino Unido)	Terminal B (Canadá)	
Ganancia del repetidor	X	X	
Factor de ruido		X	
Segundo armónico del repetidor*	X		Fuera de servicio, pruebas de falta de linealidad
Tercer armónico del repetidor*	X		
Intermodulación de tercer orden del repetidor		X	

* Requiere una etapa de traslación de frecuencia en el terminal B.

Identificación del repetidor

La figura 1 muestra un diagrama de bloques simplificado de un repetidor sumergido. Cada repetidor tiene

pasos separados para la alta y la baja frecuencia y un circuito de supervisión, lo que permite la realización de medidas "en servicio" desde cualquiera de los terminales del sistema.

El circuito de supervisión de cada repetidor es bidireccional y virtualmente idéntico en ambos repetidores, con la excepción del filtro a cristal, cada uno de los cuales tiene una anchura de banda de 50 Hz aproximadamente, y están espaciados en incrementos de 150 Hz en la banda de supervisión del repetidor, 200—290 kHz. El filtro de cristal es pues la característica identificadora de cada repetidor.

El oscilador local (7540 kHz) tiene la misma frecuencia nominal en todos los repetidores. Sin embargo, tiene una tolerancia de $\pm \delta$ Hz, donde δ puede llegar hasta 250 Hz. Esta desviación está constituida por las tolerancias de fabricación de los cristales, envejecimiento, variaciones de temperatura, etc., y afecta fundamentalmente el funcionamiento del ESRS.

Medidas de ganancia desde el repetidor terminal A

El filtro de cristal es la característica de identificación de cada repetidor; por lo tanto, durante las medidas de ganancia con el ESRS desde el terminal A, se envía un tono de transmisión muy preciso (en la banda de 200—290 kHz) a lo largo del sistema y solamente el filtro a cristal del repetidor apropiado aceptará el tono y le aplicará al modulador de supervisión del repetidor.

Consideremos la figura 2 en la que se muestra un sistema sencillo de cuatro repetidores y supongamos que la frecuencia del filtro a cristal de R3 es de 250 kHz. Un tono de 250 kHz, transmitido desde el ESRS del terminal A, pasará a través de los amplificadores de baja frecuencia de R1 y R2 al circuito de super-

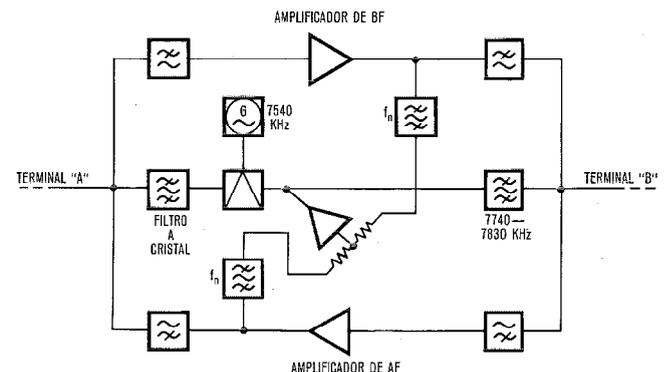


Fig. 1 Diagrama de bloques simplificado de un repetidor sumergido.

visión de R 3, donde pasará a través del filtro a cristal y será modulado con la frecuencia del oscilador local del repetidor (7540 kHz) para dar un producto de modulación de 7790 kHz nominales.

La tolerancia del oscilador local del repetidor es 7540 kHz \pm 250 Hz, y por lo tanto, la frecuencia de salida del modulador de supervisión de R3 puede ser 7790 kHz \pm 250 Hz. La frecuencia está en la banda de transmisión de alta frecuencia y será, por tanto, devuelta al circuito de recepción del ESRS del terminal A mediante los amplificadores de alta frecuencia de R3, R2 y R1.

El circuito de supervisión y el paso de alta frecuencia de R3 funcionan así correctamente, pero, para comprobar el circuito de baja frecuencia de R3, será necesario repetir el proceso enviando la frecuencia apropiada por R4. El circuito de baja frecuencia de R4 y la sección terminal del cable pueden comprobarse utilizando el circuito de supervisión terminal colocado en la estación terminal B con lo que se simula el circuito de supervisión de un repetidor fantasma, R5, y permite la medida de todos los aspectos de la parte sumergida del sistema desde el terminal A.

Para obtener la frecuencia de transmisión de 250 kHz para R3, se ajusta la salida del sintetizador a

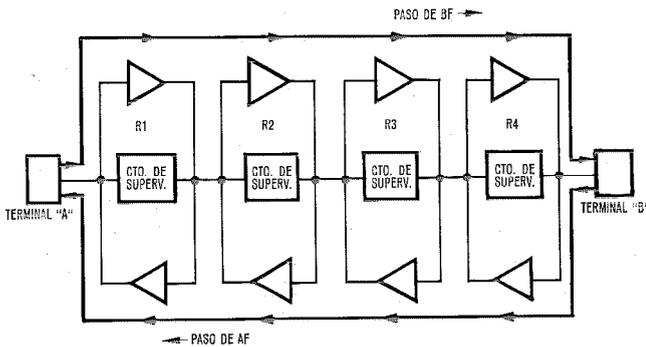


Fig. 2 Sistema sencillo de 4 repetidores.

9150 kHz (Fig. 3), modulándose después con los 8900 kHz del oscilador controlado a cristal para dar una frecuencia de transmisión de 250 kHz. La frecuencia de transmisión proporciona también el seguimiento automático del segundo modulador en el circuito de recepción del ESRS. Así, cuando la señal de 7790 kHz \pm 250 Hz se devuelve de R3 a la unidad de recepción del ESRE, se modula con 7430 kHz para dar 360 kHz \pm 250 Hz. Se alimenta después al segundo modulador que mantiene un seguimiento automático de la frecuencia de transmisión.

De esta forma se obtiene una salida de 110 kHz \pm 250 Hz. Puesto que la anchura de banda de la F. I. final del receptor del ESRS es igual a la desviación máxima que puede ocurrir en cualquier oscilador local de un repetidor, no existe, por tanto, problema en acomodar el desplazamiento de frecuencia del oscilador local del repetidor.

Debido a las tolerancias y otros factores, que se producen durante la fabricación de los filtros a cristal de

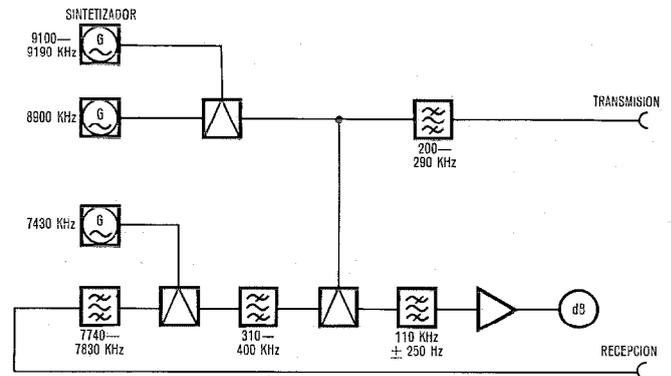


Fig. 3 Esquema de bloques del equipo de supervisión de repetidores sumergidos ESRS del terminal A.

los repetidores, es necesario determinar las características de cada filtro. En cualquier filtro a cristal de repetidor puede existir un rizado de hasta 4 dB (ver Fig. 4) y aunque los puntos a 3 dB del filtro no cambian de forma significativa, la frecuencia central nominal puede muy bien estar sobre la pendiente del filtro. Por lo tanto, si se transmite solamente la frecuencia central, cualquier desplazamiento, por pequeño que sea, que pueda ocurrir en la característica de la banda de paso puede dar lugar a un cambio aparente de la ganancia del repetidor. Resulta por tanto necesario sintonizar al pico del filtro (punto P) para asegurar que se mide la ganancia máxima del bucle todas las veces sobre cada repetidor.

Durante las medidas manuales, el sintetizador se ajusta de forma que dé la frecuencia nominal de un repetidor (es decir, frecuencia del sintetizador 8900 kHz) y el margen del oscilador de 8900 kHz se ajusta manualmente en un margen de \pm 50 Hz para dar una lectura del valor de pico sobre el receptor de ESRS. Se supervisa entonces el punto P para ese repetidor en particular.

Durante las medidas en automático, el ESRS se controla mediante los datos almacenados en una cinta perforada y una unidad de control de programa. La cinta perforada contiene las frecuencias de todos los repetidores que haya que medir durante la realización de una prueba automática específica en la secuencia de medida requerida.

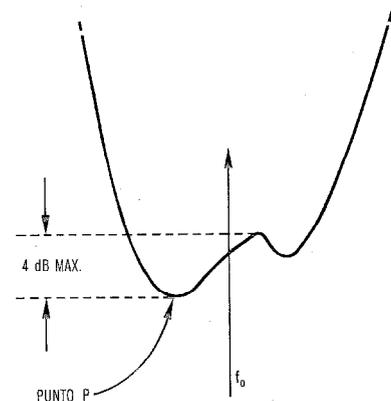


Fig. 4 Respuesta de un filtro a cristal en que se ve el rizado posible de hasta 4 dB.

La unidad de control de programa ajusta en el sintetizador la frecuencia equivalente a la del repetidor (frecuencia del sintetizador = 8900 kHz + frecuencia del filtro a cristal del repetidor) y el oscilador de 8900 kHz se dispone de forma que explore linealmente desde 8900,050 kHz hasta 8899,950 kHz (es decir ± 50 Hz sobre 8900 kHz). Así si el registrador de ESRS está en marcha, se obtendrá una representación de la característica del filtro a cristal de supervisión del repetidor. Cuando la exploración alcanza los 8899,950 kHz, la unidad de control del programa ajusta el sintetizador a la frecuencia siguiente y el oscilador de 8900 kHz se explora de nuevo linealmente de 8900,050 kHz a 8899,950 kHz. Con las representaciones sucesivas de cada repetidor se obtendrá:

- características del filtro a cristal del repetidor,
- ganancia máxima del bucle.

Medidas de ganancia del repetidor del terminal B

Como hemos mencionado anteriormente, el circuito de supervisión del repetidor es bidireccional, y por lo tanto, si se transmite un tono en la banda de supervisión de alta frecuencia (7740—7830 kHz), se modulará con los 7540 kHz del oscilador local en cada repetidor para dar un tono en la banda de supervisión de baja frecuencia (200—290 kHz). Como la máxima variación del oscilador local del repetidor es mayor que la separación de frecuencia de los filtros a cristal del repetidor, es teóricamente posible obtener tres señales devueltas (de tres repetidores) para una frecuencia transmitida, si tres repetidores, con frecuencias del filtro a cristal adyacentes, tienen las siguientes frecuencias del oscilador local:

$$\left. \begin{matrix} 7540 \text{ kHz} \\ 7540 \text{ kHz} + \delta \text{ Hz} \\ 7540 \text{ kHz} - \delta \text{ Hz} \end{matrix} \right\} \text{ donde } \delta = 150 \text{ Hz.}$$

Consideremos nuevamente la figura 2 y supongamos que la frecuencia del filtro a cristal de R3 es 250 kHz y que no existe error en la frecuencia del oscilador local del repetidor. Si se transmite un tono de 7790 kHz desde el ESRS del terminal B (Fig. 5), se modulará en cada uno de los circuitos de supervisión del repetidor, pero solamente el filtro a cristal del circuito de supervisión de R3 responderá al producto de modulación (7790 kHz - 7540 kHz = 250 kHz). La se-

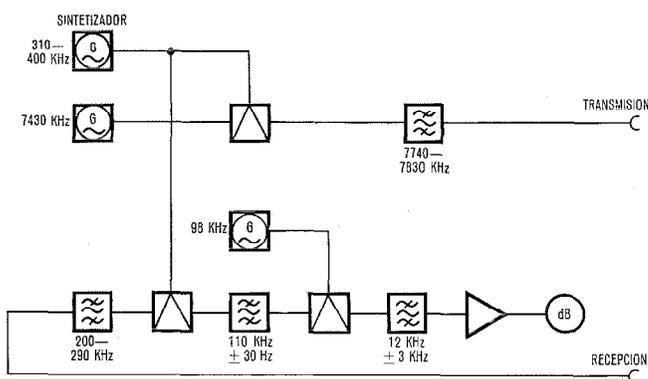


Fig. 5 Esquema de bloques del equipo de supervisión de repetidores sumergidos ESRS del terminal B.

ñal está en la banda de transmisión de baja frecuencia y se devolverá al ESRS del terminal B a través de la vía de recepción de los circuitos de baja frecuencia de R3 y R4.

El circuito de supervisión y el paso de alta frecuencia de R3 funcionan así correctamente, pero, para comprobar el paso de alta frecuencia de R3 será necesario repetir el proceso enviando la frecuencia apropiada para R2. El paso de alta frecuencia de R1 y la sección terminal del cable pueden comprobarse utilizando el circuito de supervisión terminal situado en la estación terminal A: éste simula el circuito de supervisión de un repetidor "fantasma", R0, y permite la medida de todos los aspectos de la porción sumergida del sistema desde el terminal B.

Para obtener la frecuencia de transmisión de 7790 kHz para R3, la salida del sintetizador se ajusta a 360 kHz. Además de proporcionar la frecuencia portadora para el circuito de transmisión del ESRS, proporciona también el seguimiento automático del primer modulador en el camino de recepción. Por lo tanto, cuando se devuelve la señal de 250 kHz desde R3 al circuito de recepción del ESRS, ésta se pasa al primer modulador. La salida del modulador es de 110 kHz (360 kHz - 250 kHz) y alimenta, a través de un filtro a cristal de 110 kHz, al segundo modulador, donde se modula con una frecuencia de 98 kHz de un oscilador local para dar una F. I. final de 12 kHz.

Sin embargo, como hemos mencionado anteriormente, es posible que las tres señales devueltas pudieran recibirse en el ESRS del terminal B, en cuyo caso es necesario poder discriminarlas. Puesto que la única característica constante del circuito de supervisión del repetidor es el filtro a cristal, es la que se utiliza para identificar el tono requerido. Utilizando un filtro de F. I. de banda estrecha (a 110 kHz) en el receptor del ESRS y asegurándose de que la frecuencia de seguimiento automático (en el ejemplo anterior, 360 kHz, para R3) es correcta para el repetidor que se está midiendo, pueden eliminarse los términos indeseados. Así, mediante un ajuste preciso de la frecuencia de recepción del ESRS, sólo puede medirse el repetidor correcto.

El filtro de F. I. del ESRS está diseñado para:

- discriminar señales de supervisión indeseadas;
- acomodar la máxima dispersión de las anchuras de banda del filtro a cristal de forma que se produzca sobre la banda de supervisión de 200—290 kHz;
- mientras se verifican los requisitos anteriores, la anchura de banda del filtro se mantiene tan baja como sea posible para mejorar la relación señal/ruido para los tonos de supervisión del repetidor.

Hasta ahora se han mencionado los casos peor e ideal de variación del oscilador local del repetidor. El caso típico es, de hecho, cuando existe una desviación de $+\delta'$ Hz (donde $\delta' \neq 150$ Hz). Consideremos nuevamente R3, en el que exista dicha condición.

Si se envía un tono de transmisión de 7790 kHz desde el ESRS del terminal B entonces la frecuencia de salida del modulador del repetidor será 7790 kHz - (7540 kHz + δ') = 250 kHz - δ' . Si δ' es mayor de,

por ejemplo, 50 Hz, el producto de modulación estará en la banda eliminada del filtro a cristal del repetidor (ya que su banda nominal de paso es de $250 \text{ kHz} \pm 25 \text{ Hz}$), no obteniéndose por tanto ninguna señal devuelta de R3.

Para que el producto de modulación (en el circuito de supervisión de R3) caiga en la banda de paso del filtro a cristal del repetidor, el error $+\delta'$ debe introducirse en el tono de transmisión del ESRS (es decir, debe transmitirse un tono de $7790 \text{ kHz} + \delta'$).

Por lo tanto, el producto de modulación será:

$$(7790 \text{ kHz} + \delta') - (7540 \text{ kHz} + \delta') = 250 \text{ kHz}.$$

Para que el seguimiento automático del circuito de transmisión al de recepción no esté fuera de frecuencia (puesto que esto sacaría de frecuencia la sintonía del receptor mismo), debe introducirse el error $+\delta'$ en el oscilador de 7430 kHz del paso de transmisión del ESRS (ver Fig. 5).

Debido al rizado (4 dB máx.) que puede existir en el filtro a cristal del repetidor, es necesario determinar la característica del filtro como se ha descrito anteriormente en las medidas de ganancia desde el terminal A (ver Fig. 4).

Durante la realización de medidas en manual, la frecuencia del sintetizador se ajusta como sea apropiado, con lo que se asegura que el circuito de recepción está sintonizado a la frecuencia de retorno correcta. El oscilador de 7430 kHz se ajusta manualmente en un margen de $\pm 280 \text{ Hz}$, de forma que dé un máximo de lectura en el receptor de ESRS, lo que corresponde a la máxima ganancia entre el terminal y el repetidor y es equivalente al punto P en la figura 4.

Durante las medidas en automático, el ESRS se controla mediante una cinta perforada y una unidad de control. La cinta perforada contiene información sobre todos los repetidores que haya que medir en cada prueba automática específica en la secuencia de medida requerida.

Se pueden realizar dos tipos de medidas automáticas:

a) Exploración a 560 kHz

La unidad de control de programa ajusta la frecuencia equivalente a la del repetidor (donde la frecuencia del sintetizador es igual a $(7540 \text{ kHz} - 7430 \text{ kHz}) +$ frecuencia del filtro a cristal del repetidor) y el oscilador de 7430 kHz se prepara para que explore linealmente desde $7429,720 \text{ kHz}$ hasta $7430,280 \text{ kHz}$ (es decir $\pm 280 \text{ Hz}$ sobre 7430 kHz).

Así, si el registrador del ESRS está en funcionamiento, se obtendrá un gráfico del filtro de supervisión del repetidor.

Cuando en la exploración se alcanzan los $7430,280 \text{ kHz}$, la unidad de control del programa ajusta el sintetizador a la frecuencia siguiente y el oscilador de 7430 kHz se varía nuevamente en forma lineal desde $7429,720 \text{ kHz}$ hasta $7430,280 \text{ kHz}$. Con lo que se obtienen, en gráficos sucesivos, las características de cada repetidor.

Como la anchura de banda de cada filtro a cristal de repetidor es sólo de 50 Hz aproximadamente, una

exploración de 560 Hz de cada repetidor es prácticamente inútil, ya que solamente el 9 % del tiempo de exploración se dedica realmente a explorar dentro de la característica del filtro (puntos de 3 dB) y el resto es tiempo perdido.

b) Exploración a 100 Hz

Como se ha mencionado anteriormente, las variaciones que se produzcan en la frecuencia del oscilador local del repetidor se deben al corte inicial del cristal, envejecimiento, variaciones de temperatura ambiente, etc.

A partir del momento en que se instala el sistema, la única variación virtual que puede ser aplicable a cualquiera de los osciladores es la debida a cambios de temperatura en el sistema. Este desplazamiento es de $\pm 75 \text{ Hz}$ máximo aproximadamente, pero este desplazamiento puede localizarse en cualquier punto dentro del margen $7540 \text{ kHz} \pm 250 \text{ Hz}$.

El ESRS incorpora circuitería para introducir un desplazamiento fijo de frecuencia en el oscilador de 7430 kHz que corresponda al error nominal de cada repetidor. La exploración de 100 Hz se realiza después alrededor de este desplazamiento, lo que permite un máximo rendimiento del tiempo de exploración por repetidor y permite obtener el máximo de información del repetidor por cada exploración. El margen de exploración se subdivide en 24 espacios de 100 Hz , cada uno de los cuales se solapa con el anterior en 80 Hz .

La información de cada espacio es única para cada repetidor particular igual que la frecuencia del filtro a cristal. Por lo tanto, la cinta perforada que alimenta a la unidad de control del programa, se dispone de forma que contenga dos tipos de información sobre cada repetidor a medir:

- Frecuencia del filtro de cristal del repetidor; esta información se pasa al sintetizador.
- Desplazamiento de frecuencia del repetidor; esta información se pasa al oscilador local de transmisión del ESRS de 7430 kHz para centrar el barrido de 100 Hz .

El mecanismo para medir repetidores sucesivos es análogo. La frecuencia apropiada se ajusta en el sintetizador y la información de desplazamiento se lleva al oscilador de 7430 kHz . Se realiza entonces un único barrido lineal de 100 Hz centrado sobre el espacio desplazado en frecuencia. Al final de la exploración se lee en la cinta perforada la información correspondiente al repetidor siguiente y se repite la secuencia.

En la figura 6 se muestra un diagrama de bloques simplificado de la interconexión entre la unidad de control de programa y el resto de los circuitos.

Otras medidas

a) Armónicos — (Terminal A)

Las comprobaciones de segundo y tercer armónicos se realizan desde el ESRS del terminal A y dan una indicación de la falta de linealidad del amplificador de transmisión de baja frecuencia de cada repetidor.

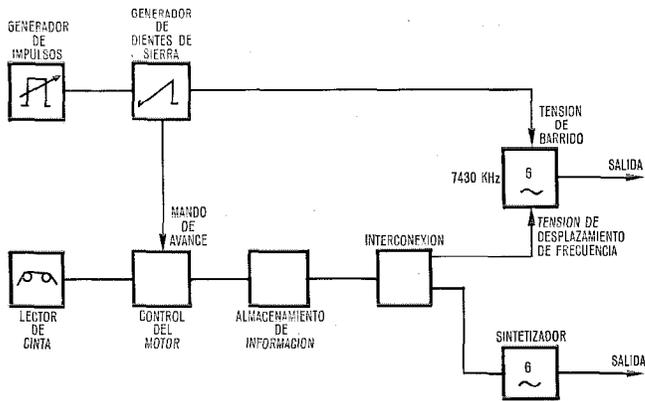


Fig. 6 Diagrama de bloques de la interconexión entre la unidad de control de programa y los demás circuitos.

Se transmite un tono de alto nivel desde el ESRS eligiéndose la frecuencia de forma que la del armónico apropiado (generado por el amplificador de baja frecuencia) caiga en la banda del filtro de extracción de ruido 7250—7340 kHz (ver Fig. 1). Se modula después con el oscilador local del repetidor para dar una frecuencia dentro de la banda 200—290 kHz. Solamente debe responder (teóricamente) el filtro a cristal de un repetidor a cada tono de transmisión específico. Sin embargo, el tono extraído se mantiene aún en la banda de las bajas frecuencias, de forma que continúa por el sistema a través del paso de baja frecuencia hasta el ESRS del terminal B.

En el ESRS del terminal B existe un circuito de supervisión en el que la señal se modula con un oscilador local de 9010 kHz para producir una frecuencia dentro de la banda 9260—9300 kHz. Esta frecuencia se devuelve, a través del paso de alta frecuencia del sistema, al ESRS del terminal A para su medida.

Debido a que la distorsión de armónicos generada en el amplificador de baja frecuencia del repetidor entra en el circuito de supervisión del repetidor por el extremo de alta frecuencia, cualquier error que pueda existir en el oscilador local del repetidor tendrá que introducirse por lo tanto en el tono de transmisión del ESRS del terminal A, es decir, exactamente como en el caso de las medidas de ganancia del terminal B.

Nota: Durante las comprobaciones de armónicos se utiliza un filtro de 60 Hz de anchura de banda en la etapa final de F. I. del receptor del ESRS. Este filtro se requiere por exactamente las mismas razones que durante las medidas de ganancia del ESRS del terminal B.

Para medidas manuales los 8900 kHz se ajustan sobre un margen de ± 280 Hz para determinar la respuesta máxima.

Para la realización de medidas en automático, se puede utilizar un barrido de 560 Hz o uno de 100 Hz con desplazamiento de frecuencia. La mecánica de las medidas en automático se han descrito previamente para las medidas de ganancia del terminal B.

b) Ruido — (Terminal B)

Durante las medidas de ruido del repetidor no se transmite ningún tono a la línea y el circuito de recepción del ESRS (incluyendo el seguimiento automático) es virtualmente el mismo que en las medidas de ganancia.

Los filtros de extracción de ruido de cada repetidor muestrean la banda de 7250—7340 kHz tanto en el amplificador de baja frecuencia como en el de alta frecuencia. La potencia de ruido combinada se aplica, a través de un amplificador de ruido, al modulador de supervisión donde se pasa a la banda de 200—290 kHz. Con ello se produce para cada filtro a cristal de supervisión una banda de ruido estrecha. Aplicando el ESRS del terminal B sucesivamente a cada banda, se puede medir la respuesta al ruido de cada repetidor del sistema.

El filtro de F. I. del ESRS es de $110 \text{ kHz} \pm 10 \text{ Hz}$, lo que permite la realización de medidas de ruido comparativas de los repetidores. Debido a la dispersión de las anchuras de banda de los filtros a cristal de los repetidores en todo el sistema, se devolverán diferentes cantidades de ruido al ESRS del terminal B. Por lo tanto, la anchura de banda del filtro de F. I. del ESRS tiene que ser menor que la anchura de banda más estrecha de los filtros a cristal de los repetidores. El filtro de 20 Hz del ESRS normaliza por tanto todos los niveles de ruido devueltos.

Durante las medidas de ruido en automático, el sintetizador se ajusta a la frecuencia del cristal de supervisión equivalente, en la secuencia de medida marcada por la cinta perforada y la unidad de control del programa. (El generador de dientes de sierra que se utiliza normalmente para el barrido, se emplea únicamente como mecanismo de reloj para la medida automática).

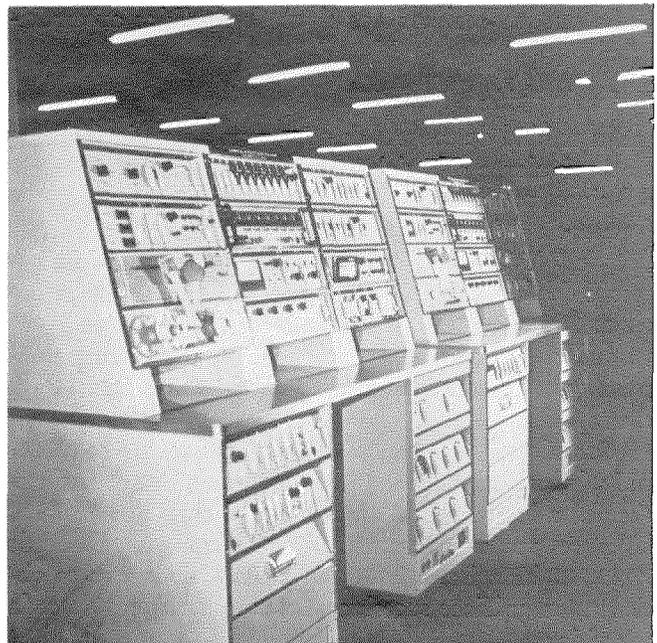


Fig. 7. Aspecto de la consola del equipo de supervisión de los repetidores sumergidos ESRS (o en inglés SRME).

Se introduce un indicador entre repetidores sucesivos para facilitar la identificación de los mismos.

c) Intermodulación de tercer orden — (Terminal B)

Las pruebas de intermodulación de tercer orden se realizan desde el terminal B y dan una indicación de la falta de linealidad del amplificador de transmisión de alta frecuencia de cada repetidor.

Desde el ESRS se transmiten dos tonos, uno fijo (8400 kHz) y otro variable (9460—9550 kHz). Cualquier intermodulación de tercer orden que tenga lugar en el amplificador de alta frecuencia caerá dentro de la banda del filtro de extracción de ruido y se aplicará, por tanto, al modulador de supervisión del repetidor.

Existen los mismos problemas de desplazamiento de frecuencia del oscilador local del repetidor y de discriminación entre repetidores que en la medida de ganancia y se utilizan las mismas técnicas para evitarlos.

Configuración mecánica

Los circuitos de cada ESRS se montan sobre un armazón de consola, basado en la práctica de equipos BPO Mark 6 (62 EP). Están totalmente transistorizados y utilizan tarjetas y unidades de circuito impreso.

La elección de una consola (en lugar de un bastidor normalizado) se debe a su mayor capacidad física y a que mejora mucho el aspecto de la presentación de los controles del ESRS (Fig. 7).

El ESRS es funcionalmente completo, con su propio contador de frecuencia, aparato de medida de milivoltios y lector de cinta de papel.

Rendimiento operacional

Los ESRS se instalaron y estuvieron en funcionamiento durante la instalación y alineamiento del sistema y en el momento de realizar este informe, el cliente tiene ya una experiencia operacional de cuatro meses.

En su funcionamiento, el ESRS ha verificado todos los requisitos adecuadamente y, en particular, la flexibilidad del equipo se considera como una característica superior a la normal.

R. K. Morris nació en Caerleon, Gwent, en 1944 y se educó en St. Julians High School, Newport. Asistió al Welsh College of Advanced Technology y obtuvo calificación de honor en 1966. Se incorporó a STC en 1960 como estudiante aprendiz y paso al staff de ingeniería en 1966. Actualmente es jefe del grupo de ingeniería responsable del diseño y desarrollo del equipo de supervisión de repetidores para los sistemas de cables submarinos. El Sr. Morris es ingeniero colegiado y miembro de la Institution of Electrical Engineers (IEE).

Cantat 2 - Sistema de cable submarino: Equipo de alimentación

El Cantat 2 utiliza un sistema de transferencia sin corte (hot transfer) para este cable submarino de largo alcance con 473 repetidores. Su construcción es de tipo modular y está transistorizado. En el diseño se ha prestado atención especial a la seguridad del personal.

P. S. KELLY

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

Introducción

La alimentación de los repetidores en un sistema de cable submarino debe controlarse de forma muy precisa para obtener el máximo de vida del repetidor, así como una ganancia constante en el mismo. Este requisito se verifica alimentando con corriente continua constante a los repetidores desde las estaciones terminales a través del conductor central del cable coaxial. El retorno por tierra se verifica a través del mar mediante un dispositivo especial de toma de tierra en cada terminal.

La tensión que se requeriría para alimentar el sistema Cantat 2 en su totalidad, así como las exigencias de esta tensión en el diseño de los repetidores, excluyen la posibilidad de alimentar todo el sistema desde un extremo del mismo, ni quisiera en condiciones de emergencia.

Por consiguiente, el sistema Cantat 2 se alimenta permanentemente desde ambos extremos. El equipo está diseñado de forma que se puede cambiar del equipo de alimentación de trabajo al de reserva, en cualquier extremo, mientras está el sistema en funcionamiento y sin interrupción en el servicio. Este dispositivo se conoce como sistema de transferencia sin corte (hot transfer).

Consideraciones de diseño

La tensión requerida por el sistema, suponiendo 473 repetidores y una longitud nominal de 2800 millas náuticas, se calculó en 12,4 kV aproximadamente. A esta cifra hay que añadir una tolerancia para tensiones inducidas debidas a tormentas magnéticas de 1,6 kV aproximadamente, sobre la base de 0,5 V por milla náutica aproximadamente (0,27 V/km) que es el valor normalmente aceptado para sistemas Este-Oeste en el hemisferio Norte. Para limitar la tensión producida por el máximo de voltaje en los repetidores se decidió alimentar con 7 kV desde uno de los terminales y con 5,4 kV desde el otro normalmente, pero pudiendo llegar a 3,8 kV ó 7 kV en condiciones adversas producidas por tormentas magnéticas (ver Fig. 1). El diseño del grupo de alimentación se basó conservadoramente en una tensión de salida máxima de 10 kV. La corriente de salida, determinada por el diseño del repetidor, era de 490 mA.

Trabajar a esta alta tensión de salida obliga inmediatamente a utilizar los requisitos de diseño más avanzados en cuanto a seguridad para el personal de operaciones. Otros requisitos de diseño fueron los siguientes:

— Eliminar la posibilidad de aplicar una tensión o corriente excesiva a los repetidores.

- Autoprotección del equipo de alimentación contra daños producidos por faltas internas.
- Continuidad de alimentación del sistema.
- Dispositivos de conmutación en ambos extremos y tensión compartida entre terminales.
- Construcción mecánica que facilite la construcción y el mantenimiento.

Equipo

El equipo instalado en ambos extremos del cable es idéntico (Fig. 2) y comprende dos grupos de alimentación con los conjuntos asociados de motor-alternador consiguientes, un armario combinado de terminación de cable y de transferencia sin corte, y un armario de cargas artificiales.

Cada grupo de alimentación comprende los armarios de alimentación individuales y un armario de alimentación común. Los armarios de alimentación individuales tienen suministros primarios independientes y alimentan sus salidas en paralelo a través del armario de alimentación común. La salida de éste se lleva al armario combinado de terminación de cable y transferencia sin corte. La parte de transferencia sin corte del armario contiene un conmutador manual con continuidad que acepta las salidas de los dos grupos de alimen-

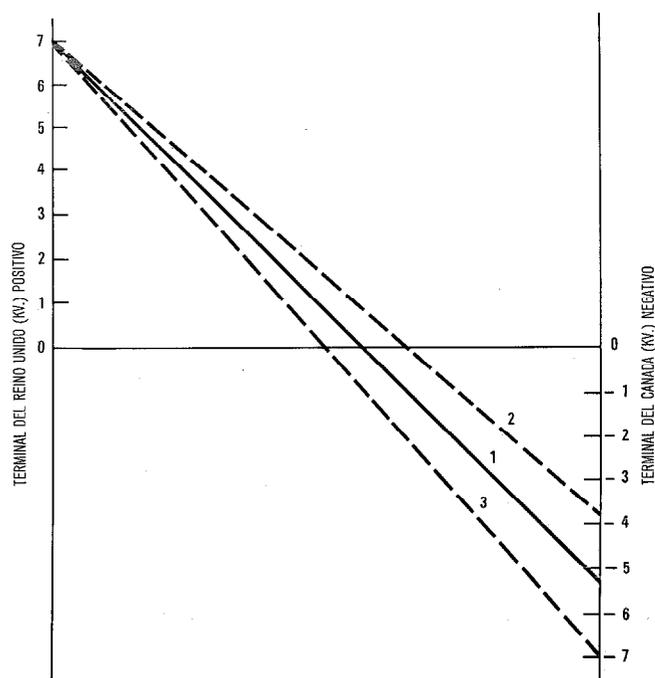


Fig. 1 Distribución de tensión del sistema.

- 1 - condiciones normales de funcionamiento
- 2, 3 - condiciones adversas máximas esperadas debidas a tensiones inducidas por tormentas magnéticas.

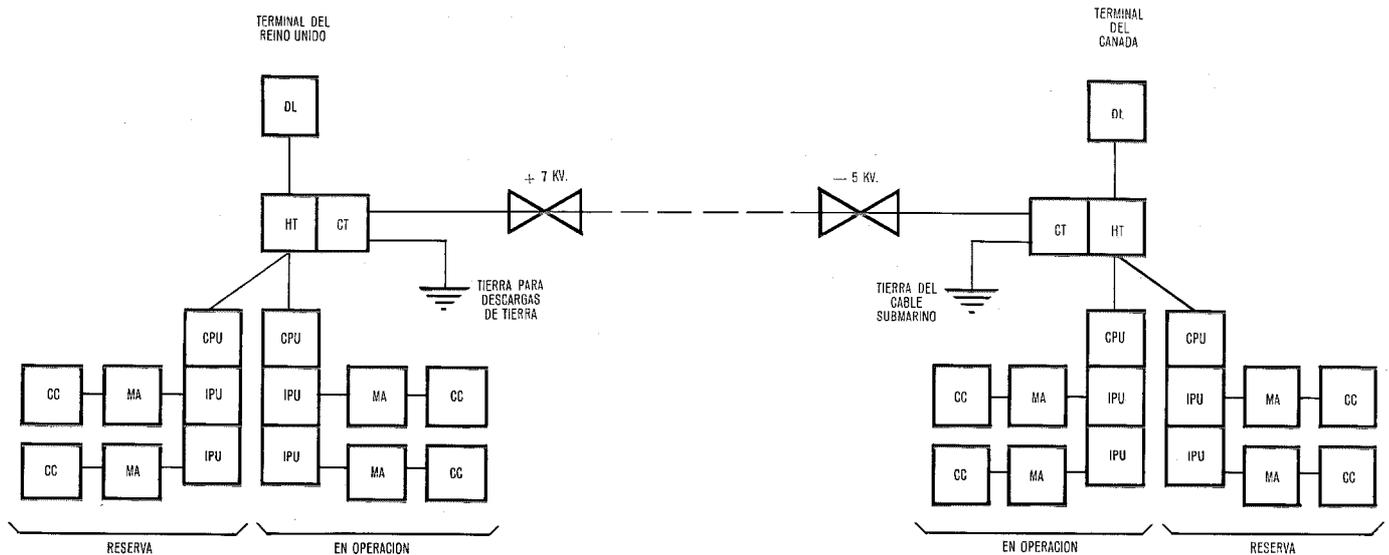


Fig. 2 Diagrama de bloques de la instalación completa.

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| DL - Armario de cargas artificiales. | IPU - Armario de alimentación individual. |
| CT/HT - Armario de terminación de cable y de transferencia sin carga (hot transfer). | MA - Conjunto motor-alternador. |
| CPU - Armario de alimentación común. | CC - Armario de control del conjunto motor-alternador. |

tación y dirige una hacia el armario de cargas artificiales y la otra al armario de terminación del cable y, por consiguiente, al sistema de cable submarino.

Al fallar uno de los armarios de alimentación debido bien a un fallo local, bien a un fallo de su equipo motor-alternador asociado, el segundo armario de alimentación aumentará de forma automática su corriente de salida para mantener la continuidad en la alimentación del cable. Para minimizar los fallos de alimentación primaria, los conjuntos motor-alternador de 400 Hz se alimentan de la batería de la estación que mantiene la continuidad hasta que un conjunto diesel de reserva se pone en marcha.

El armario de control del conjunto motor-alternador contiene el conjunto del contactor de arranque automático del motor junto con un regulador automático de velocidad para el motor y un regulador automático de tensión para el alternador. Se incluyen también indicadores de alarma tanto para velocidad como para tensión.

El conjunto motor-alternador comprende un motor de tensión continua con un devanado compound unido, mediante un acoplamiento flexible, a un alternador del tipo sin escobillas, todo ello montado sobre el suelo.

Cada armario de alimentación individual contiene el equipo necesario para convertir la alimentación primaria de 400 Hz a un suministro de tensión continua en corriente constante de alta tensión. En un compartimento separado en la parte superior del armario existe un conmutador de alta tensión y un transductor de supervisión asociado con el funcionamiento paralelo en combinación con el segundo armario de alimentación individual.

El armario de alimentación común contiene el filtro común de aplanamiento y dispositivos de alarma de corriente duplicados, junto con un detector de desequi-

librio entre línea y tierra que detecta una diferencia de corriente de $\pm 1\%$ entre las líneas de salida alta y baja.

El armario combinado de terminación de cable y transferencia sin corte contiene el conmutador con continuidad junto con un dispositivo de alarma de tensión diferencial, que se actúan conjuntamente. Este armario contiene también las facilidades de prueba y de terminación de tierra, con una caja apantallada por separado que contiene el filtro de separación de alimentación y las terminaciones para el cable submarino, y el equipo terminal del cable de transmisión.

El armario de cargas artificiales contiene los reostatos de las cargas artificiales que son variables de forma continua y llevan ventilación por aire forzado y están ajustados para servir de carga continuamente a dos grupos de alimentación simultáneamente durante el período de instalación de la estación.

Funcionamiento

Suministro de 400 Hz

El suministro de 400 Hz requerido por cada armario de alimentación individual se genera en un conjunto motor-alternador que funciona conectado a una batería de 63 células en flotación a 145 V nominales a través de un armario de rectificador de estación.

El motor tiene un devanado compound y dispone de un conmutador ampliado dotado de cuatro brazos de escobillas, cada uno de los cuales lleva dos soportes de éstas. Para el funcionamiento normal del sistema (cuando dos equipos están funcionando y repartiendo la carga del sistema) solamente se utiliza un soporte de cada brazo. Esto optimiza la densidad de corriente de la escobilla para mantener sus propiedades de formación de película sobre el conmutador.

El alternador sin escobillas que produce 200/115 V, 3 fases, 4 hilos, 7,5 kV, 400 Hz, contiene un estator de los devanados de CA del alternador. Montados sobre un eje común se encuentran el conjunto del campo rotatorio, la armadura del excitador y los rectificadores giratorios. La tensión de salida del alternador se regula

controlando la corriente del campo del excitador con un regulador de tensión automática. La frecuencia de salida del alternador se regula controlando la corriente del campo del motor (y por tanto su velocidad) mediante un regulador de velocidad que responde a la salida de un taco-generador montado sobre el eje del

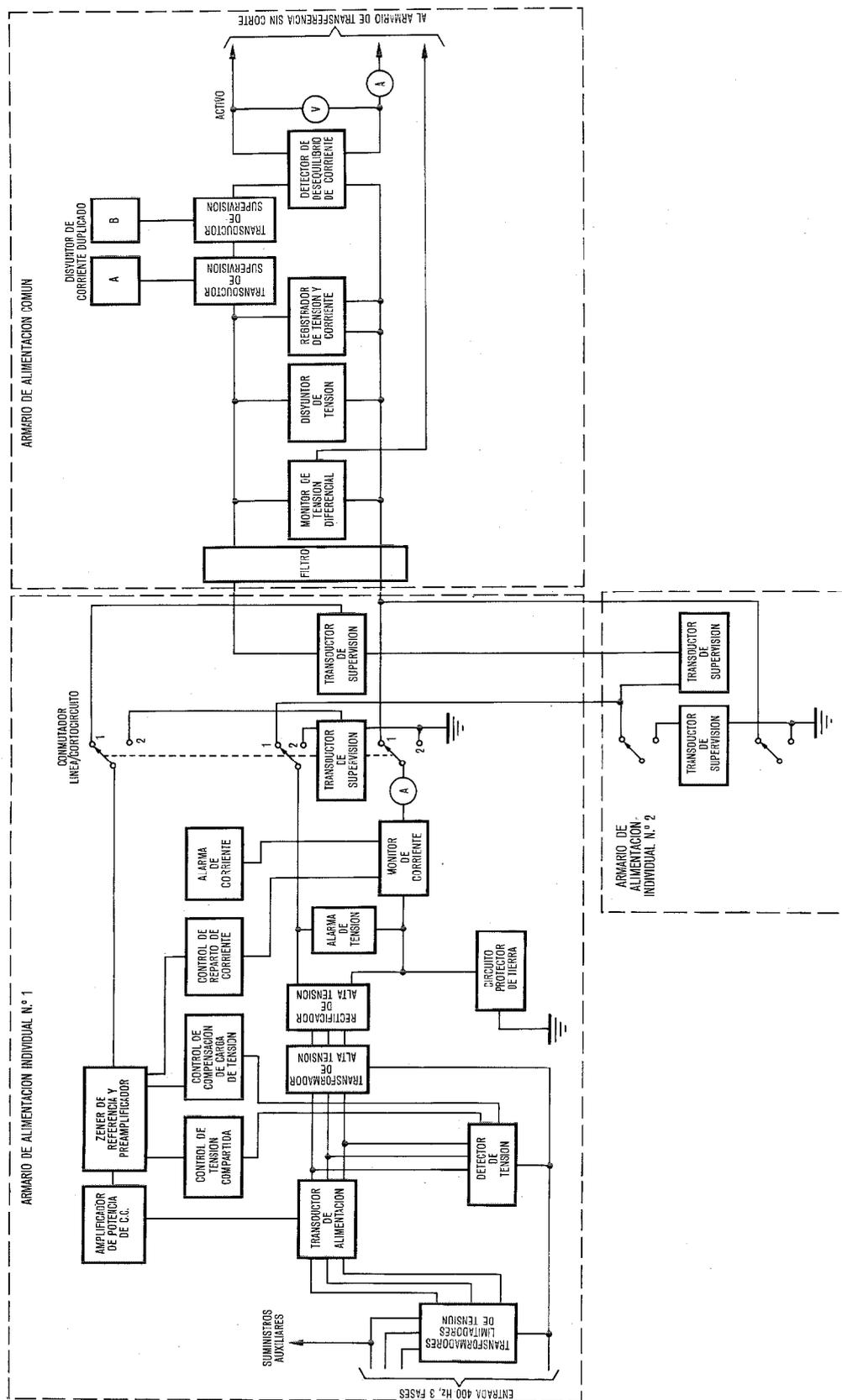


Fig. 3 Diagrama de bloques del grupo de alimentación.

motor. La cabina de control alberga las unidades reguladoras de tensión y velocidad automáticas además del conjunto del contactor de arranque automático del motor. Se han colocado alarmas de diversas características, entre las que se incluyen desviaciones en $\pm 5\%$ y $+ 30\%$ de la tensión de salida del alternador y desviación de $\pm 5\%$ en la frecuencia de salida del alternador. Tanto la alarma de $+ 30\%$ de la tensión como la de $+ 5\%$ de la frecuencia cortan el funcionamiento del conjunto motor-alternador.

Bucle de realimentación de control

La figura 3 muestra el diagrama de bloques básico de un grupo de alimentación. La alimentación de 400 Hz, 3 fases, se suministra al transformador y rectificadores de alta tensión y se controla por el transductor de potencia. La tensión del suministro se ajusta, para satisfacer la condición máxima del sistema, mediante los transformadores limitadores de tensión. La salida rectificadora se conecta entonces a un conmutador de alta tensión de dos posiciones. La posición 1 se combina con la salida del segundo armario de alimentación individual y suministra la corriente total de salida, en serie con dos transductores de supervisión, al filtro del armario de alimentación común. La posición 2 del conmutador de alta tensión permite la comprobación de cada armario de alimentación individual en condiciones de cortocircuito permitiendo, por tanto, el acceso para realizar el mantenimiento en condiciones de seguridad.

Los transductores de supervisión transforman la corriente de línea de alta tensión a una corriente equivalente de baja tensión, lo que permite a los circuitos de control de realimentación trabajar a un bajo potencial respecto a tierra. La salida del transductor de supervisión alimenta después al amplificador comparador transistorizado acoplado en CC que compara la salida del transductor de supervisión con un zener de referencia.

La señal de error se amplifica y utiliza para controlar la entrada del transductor de potencia, que es un dispositivo de corriente constante que absorbe las variaciones de tensión del suministro básico y de la carga hasta dejarlas dentro de un 4% de la corriente nominal de línea. Con control de realimentación la regulación de la corriente de línea se reduce a menos de $\pm 0,05\%$, siendo la ganancia total del bucle de 250 aproximadamente.

Reparto de corriente

Para mantener la continuidad de la alimentación del cable en el caso de fallo de un armario de alimentación individual, la corriente total de línea se reparte entre los dos armarios. Con dos unidades de alimentación de alta ganancia de corriente constante, cuyas características de control sean como las indicadas en la curva 1 de la figura 4, no es posible obtener igualdad en el reparto de corriente, por lo que es incorpora en el diseño una red de reparto que modifica la característica de control de un armario de alimentación indivi-

dual, como la que se muestra en la curva 2 de la figura 4. El reparto de corriente entre los dos armarios queda ahora controlado entre los límites de 48% a 50% de I_L .

El control de reparto de corriente actúa mediante el conocimiento de la corriente de salida de cada armario de alimentación individual y aplicando una señal correctora al amplificador comparador de CC.

Alarmas de corriente

En cada armario de alimentación común se fijan alarmas de corriente duplicadas que se actúan por fallo de corriente/tiempo en tres etapas discretas. Un $+ 1\%$ de desviación de corriente actuará el sistema después de un retardo de tiempo ajustable de hasta una hora, un $+ 5\%$ después de 15 segundos, y un 10% inmediatamente. Los repetidores transistorizados no resultan dañados por corrientes de línea inferiores a las normales pero su ganancia variará. Por lo tanto, se dan también alarmas de desviación negativa de corriente, pero el sistema no se dispara.

Asimismo, se fija una alarma de corriente en cada armario de alimentación individual. Esta alarma tiene dos funciones:

- Protege una unidad de alimentación individual cuando se opera en su propia posición de prueba de cortocircuito.
- Cuando se opera con dos unidades de alimentación individuales en paralelo, hace que la unidad de alimentación individual en avería se desconecte quedando fuera de servicio, manteniendo el servicio con la otra unidad de alimentación.

Se coloca también una alarma de reparto de corriente en cada unidad de alimentación individual para indicar un reparto de corriente desigual cuando se trabaja con dos unidades de alimentación individuales en paralelo.

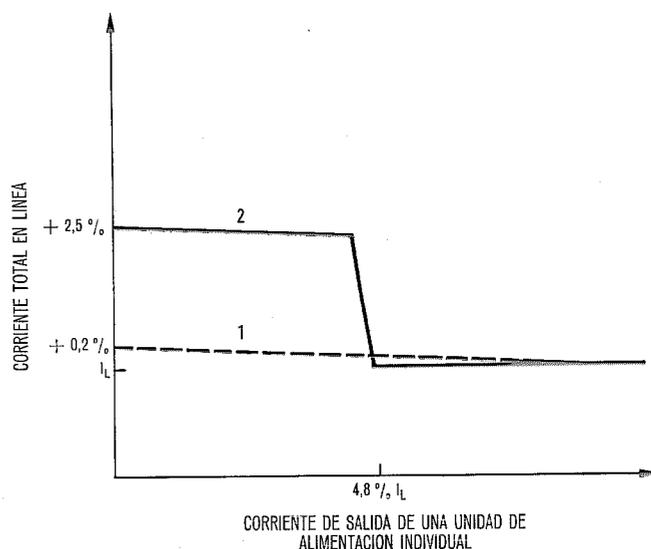


Fig. 4 Características de reparto de corriente de una unidad de alimentación individual.
 1 - sin red de reparto de corriente
 2 - con red de reparto de corriente
 I_L - corriente en línea nominal del sistema de 490 mA.

Reparto de tensión

Las curvas de regulación de corriente de salida/tensión de salida para el equipo de alimentación se muestra en la figura 5. La curva 1 es la normal o patrón y se aprecia que se obtiene una salida de corriente constante hasta una tensión de salida mínima de 8 kV. Con un aumento posterior de tensión de salida, el circuito de realimentación pierde el control de la corriente de salida y la característica de regulación desde este punto hasta el circuito abierto se determina por la regulación natural de la etapa de potencia trifásica de cada unidad de alimentación individual. Para repartir la tensión total del sistema entre los dos terminales finales es necesario modificar esta característica en un terminal en la forma que se muestra en la curva 2. Este es el modo de operación denominado esclavo.

La tensión total del sistema se reparte pues entre los dos terminales trabajando uno como patrón (master) y el otro como esclavo (slave). La tensión final del terminal esclavo se determina por el punto de interacción de las curvas características patrón-esclavo. El terminal patrón proporciona el equilibrio requerido para la tensión total del sistema.

La tensión máxima de salida de 8 kV se eligió para tener un margen adecuado sobre la tensión terminal máxima necesaria de 7 kV después de tomar en consideración la posibilidad de una reducción en la tensión de suministro de - 5 %. El ajuste de esta tensión se realiza mediante los transformadores limitadores de tensión que se ajustaron al 75 % de la salida máxima.

En cada armario de alimentación individual se fija una alarma de desconexión de tensión junto con otra alarma similar de reposición en el armario de alimentación común. Esta alarma se ajusta normalmente para que desconecte el equipo cuando se tenga un exceso de tensión del 10 %, pero dispone de una capacidad de ampliación al 30 %. Esta ampliación permite el suministro de una tensión de alimentación extra en el caso de una tormenta magnética fuerte y proporciona tam-

bién el margen necesario durante el arranque inicial del sistema.

En cada armario de alimentación individual se fija también una alarma de desviación de tensión de $\pm 3\%$, aunque no produce la desconexión del equipo.

Encendido

El encendido inicial del enlace por cable se realiza mediante el método Iniciación-Recepción (Initiate-Receive) en el que el encendido de un terminal dispara automáticamente los circuitos de encendido del terminal distante de forma que los dos terminales se ponen en servicio simultáneamente. El terminal en iniciación (initiate) alimenta al cable con 80 mA hasta que se dispara a potencia total mediante la corriente de línea procedente del terminal distante o de recepción (receive).

El terminal de recepción detecta la corriente inicial de 80 mA y, si esta corriente se mantiene entre los límites de 70 y 90 mA durante un período de tiempo que puede ajustarse previamente dentro del margen de 0 a 6 minutos, produce su encendido a corriente total de línea. Este circuito detector del equipo receptor permite discriminar entre una condición de iniciación verdadera o falsa, que puede originarse por una corriente de tierra fortuita.

Transferencia sin corte (hot transfer)

El equipo de transferencia sin corte que se muestra en la figura 6, permite el intercambio de la unidad de alimentación en operación por la de reserva sin tener que desconectar el sistema.

Para efectuar la transferencia sin corte el grupo de alimentación de reserva se conecta sobre una carga artificial y se ajusta de forma que su corriente y tensión de salida igualen exactamente a las del grupo de alimentación en operación. El conmutador con continuidad puede entonces actuarse para intercambiar los grupos de alimentación en operación y reserva.

Para facilitar el ajuste de igualación de las dos tensiones de salida, éstas se indican en dos voltímetros adyacentes.

Para una mayor protección contra un mal ajuste de estas tensiones se dispone de una alarma de tensión diferencial de $\pm 1\%$ interconectada con el conmutador con continuidad.

Equipo de terminación del cable

En la figura 6 se muestra el equipo de terminación del cable que consta de tres unidades básicas.

- La caja de terminación del cable es una caja apantallada de construcción especial, que contiene la terminación física del cable submarino y las redes de filtro que separan las frecuencias de transmisión de alta frecuencia de la CC de alimentación. Una bobina de acoplamiento proporciona la adaptación entre los 75 ohmios del cable de transmisión y los 54 ohmios del cable submarino.
- La unidad de protectores y aislamiento de tierra,

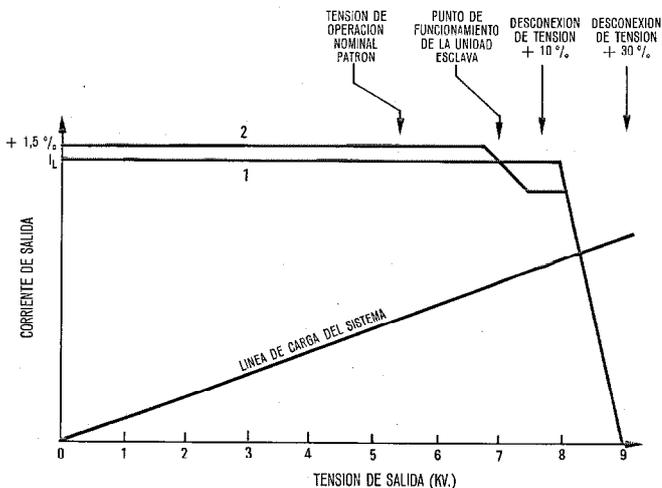


Fig. 5 Características de regulación de un grupo de alimentación.
 1 - característica patrón
 2 - característica esclava.
 NOTA: Los transformadores limitadores de tensión están al 75 % de su máximo.

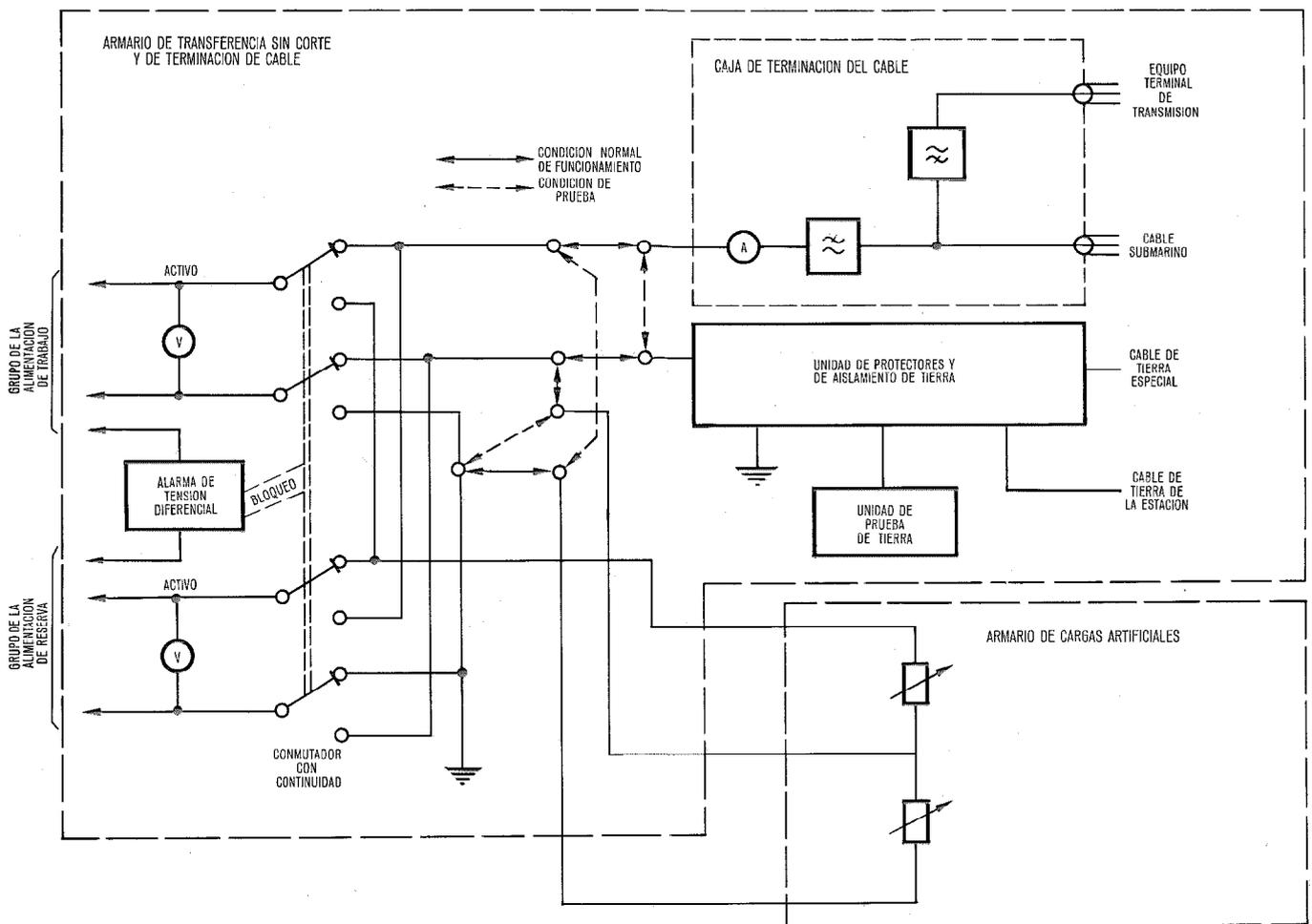


Fig. 6 Diagrama de bloques de la transferencia sin corte (hot transfer).

que proporciona la terminación para el cable de tierra de alimentación. Para posibilitar la realización de mantenimiento en este cable de tierra, sin desconectar el sistema, se dispone de conmutadores que permiten desviar el camino de retorno de la tierra de la alimentación hacia la tierra de la estación. Asimismo, se colocan protectores de gas para salvaguardar el equipo de alimentación contra sobretensiones provocadas por rayos sobre el cable de tierra.

— La unidad de prueba de tierra, que contiene los circuitos de medida para supervisar las diversas tensiones y corrientes de tierra. Se incluye también un circuito de alarma para indicar si la diferencia de tensión entre la tierra especial y la de la estación llega a ser excesiva debido a un fallo del cable de retorno de tierra.

Construcción mecánica

El equipo, según se muestra en la figura 2, se dispone en la forma de un grupo de alimentación (Fig. 7) que comprende dos armarios de alimentación individuales y una de alimentación común, un armario de cargas artificiales separado y un armario combinado de terminación de cable y transferencia sin corte (hot transfer) (Fig. 8). Todos los armarios son de 1,98 metros de alto, 0,61 metros de ancho y 0,69 metros

de profundidad y tienen un acabado de acuerdo con la práctica normal de los equipos de transmisión. El conjunto motor-alternador y sus armarios de control aso-

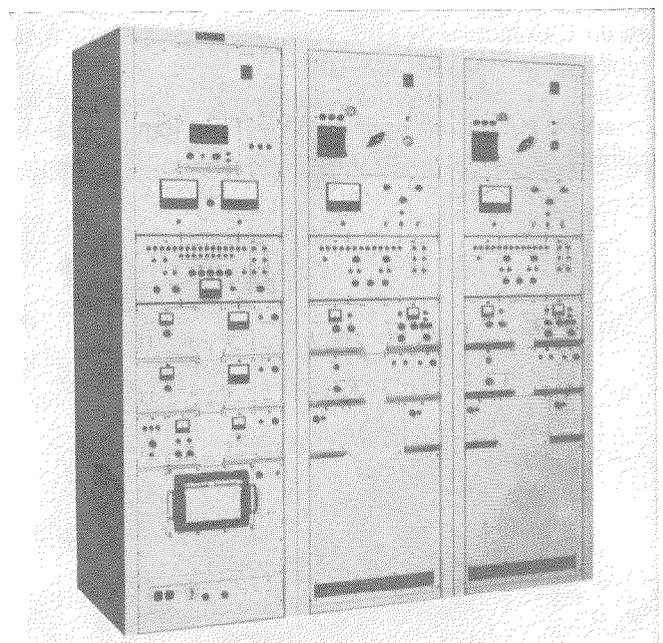


Fig. 7 Equipo de alimentación formado por dos armarios de fuerza independientes y un armario común.

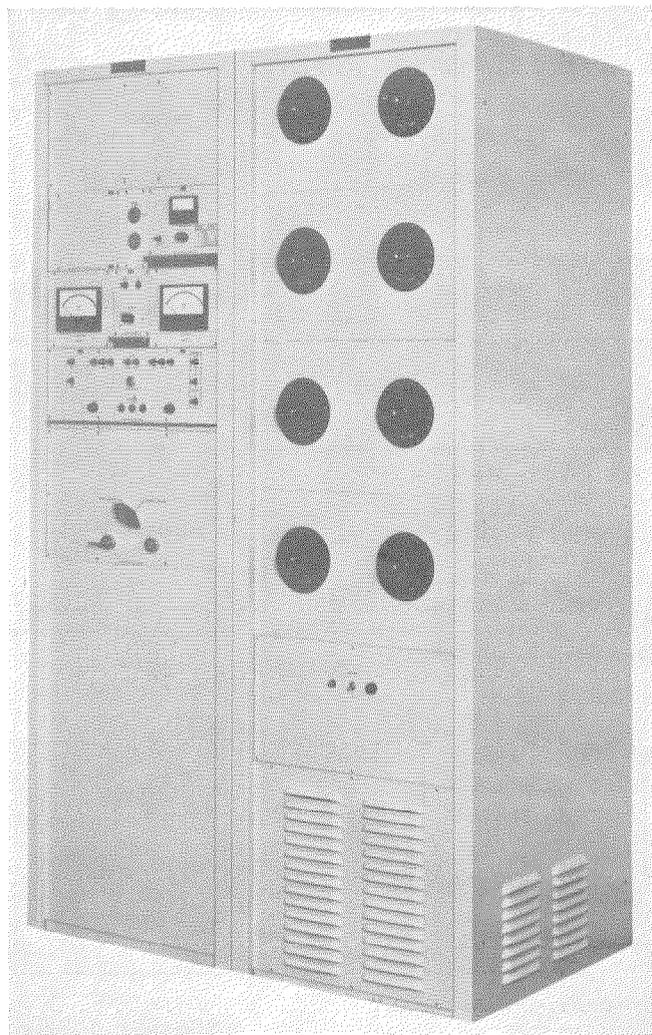


Fig. 8 Armario de cargas artificiales y armario de terminación de cable y de transferencia de alimentación sin corte.

ciados se instalan en una sala separada. Las dimensiones de los bastidores de control del motor-alternador son de 1,83 metros de alto, 1,60 metros de ancho y 0,46 metros de profundidad.

Debido a la alta tensión de salida del equipo, se han tomado precauciones extraordinarias para asegurar la inmunidad del personal operador. Todos los compo-

nentes que trabajan a un alto potencial con respecto a tierra están separados de la parte posterior mediante puertas que están interbloqueadas por un sistema de llaves numeradas. Además, cada puerta contiene un conmutador de alta tensión que proporciona un cortocircuito al circuito expuesto. La circuitería de baja tensión se ha realizado, de acuerdo con la práctica de equipos ISEP⁺, en módulos de subunidades enchufables que proporcionan acceso máximo para el mantenimiento.

Conclusiones

Aunque el diseño general de este equipo se basó en el diseñado para un sistema anterior de largo alcance (Ref. [1]), el diseño en detalle se revisó completamente utilizando circuitos transistorizados. El nuevo diseño resultó de una estabilidad de funcionamiento altamente mejorada lo que era necesario para este sistema de mayor anchura de banda. El funcionamiento de reparto de carga resultó también mejorado por la reforma de las características de reparto de tensión y corriente.

La adopción de un sistema enchufable modular de subunidades para los circuitos de baja tensión facilitó la producción del equipo, y la utilización de prolongadores de subunidades permitió el acceso completo a las subunidades durante las pruebas.

Reconocimiento

El autor expresa su agradecimiento a sus compañeros de STC que estuvieron involucrados en el diseño y la ingeniería del equipo.

Referencias

- [1] P. S. Kelly: Sistema de cable submarino Sudáfrica—Portugal (SAT-1) — Equipo de suministro de energía; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969), N° 3, págs. 264—269.

P. S. Kelly nació en Londres, Inglaterra, en marzo de 1927. Se unió al grupo de transmisión de Standard Telephones and Cables Limited en 1943, y estudió ingeniería eléctrica en el Politécnico de Woolwich. Se ha ocupado del diseño de equipos de suministro de energía para sistemas de cable submarino desde el principio.

⁺ Marca registrada del sistema ITT.

Diseño eléctrico de las centrales Metaconta* L⁺

El Metaconta* L, como cualquier sistema de conmutación semielectrónica, emplea componentes electromecánicos y componentes electrónicos discretos e integrados. Un atento examen de las necesidades eléctricas ha llevado a un grupo de soluciones técnicas que aseguran la alta fiabilidad del funcionamiento del sistema y le protegen contra los efectos parásitos.

J. M. TYSZKA

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, París, Francia

Introducción

El sistema de conmutación telefónica Metaconta* L [1], [2], utiliza conmutación metálica de tipo electro-mecánico y es controlado por ordenador a través de órganos de acceso electrónicos.

Consecuentemente se examinarán los siguientes aspectos:

- características generales del sistema Metaconta* L que determinan su funcionamiento eléctrico;
- los condicionamientos eléctricos correspondientes;
- ejemplos de soluciones adoptadas para asegurar que el funcionamiento no sea afectado por errores debidos a parásitos.

Características Metaconta* L

La figura 1 presenta un diagrama general del Metaconta* L, en el que se distinguen tres importantes conjuntos funcionales:

- la red de conmutación, a la que se conectan las líneas de abonado y las terminaciones de los enlaces hacia otras centrales, a través de diversos tipos de circuitos terminales;
- los órganos de acceso a la red: exploradores, distribuidores y marcadores que permiten la adaptación entre la unidad central de control y la red de conmutación, así como la señalización con otras centrales controladas centralmente;
- la unidad central de control, que comprende esencialmente dos ordenadores electrónicos diseñados especialmente para las aplicaciones de control en tiempo real.

La tabla 1 indica los componentes más utilizados para cada uno de estos tres conjuntos funcionales, así como una idea general sobre su velocidad de operación.

La parte más distribuida del sistema es la más lenta, mientras que la parte más centralizada trabaja a la velocidad más elevada.

La red de conmutación utiliza extensamente componentes electromecánicos, tales como relés de láminas ("reed") o miniselectores de barras cruzadas. Incluye componentes electrónicos discretos en los puntos de exploración de los circuitos terminales de la red. Los ciclos de operación se extienden hasta 10^{-2} segundos (10 ms).

Se emplean ampliamente componentes electrónicos discretos en la parte de los órganos de acceso a la red

* Marca registrada del sistema ITT.

+ Este artículo ya fué publicado en "Bulletin Technique d'Information" no 4, oct. 1973 de SOCOTEL.

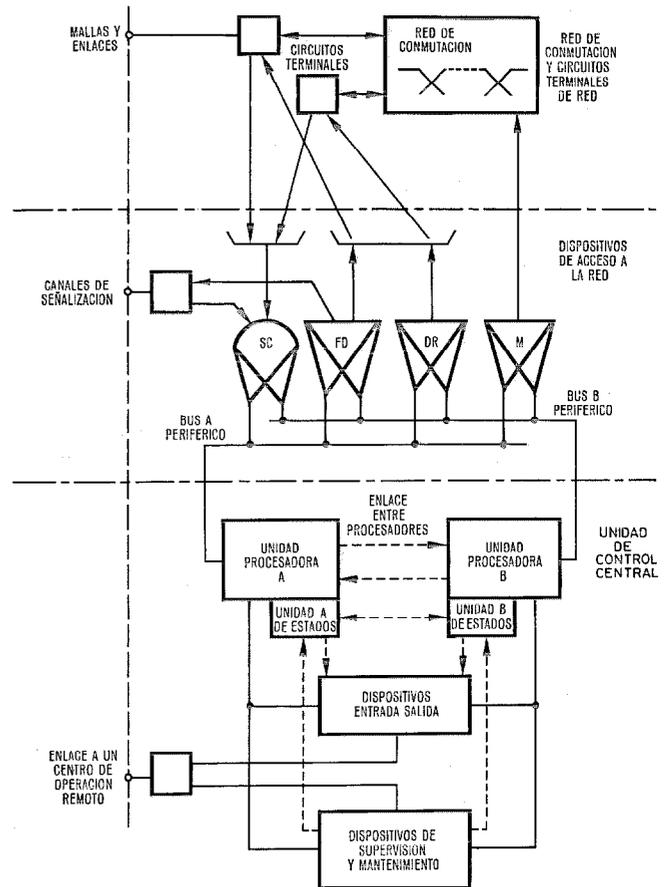


Fig. 1 Diagrama general Metaconta* L.

- SD - Exploradores
- FD - Distribuidores rápidos
- DR - Distribuidores lentos
- M - Marcadores.

Tabla 1 - Componentes principales y velocidad de operación

Conjunto funcional	Componentes principales	Velocidad de operación
Red de conmutación y circuitos terminales	Relés Miniselectores Componentes electrónicos discretos	De lenta (10^{-2} seg) a media
Organos de acceso a la red	Componentes electrónicos discretos Circuitos integrados Algunos relés	De media a rápida
Unidad central de control	Circuitos integrados Núcleos de ferrita Componentes electrónicos discretos	Rápida a muy rápida (10^{-8} seg)

que comunica con la red de conmutación y sus circuitos terminales; los órganos de acceso que sirven de adaptación con la unidad central de control van equipados con circuitos integrados de lógica diodo-transistor (DTL) y lógica transistor-transistor (TTL). La duración del ciclo básico del órgano más rápido es del orden de 10^{-5} segundos ($10 \mu s$) y el tiempo de propagación lógico es inferior a 10^{-7} segundos ($100 ns$).

La unidad central de control emplea principalmente circuitos integrados de alta velocidad: lógicas TTL y transistor de alta velocidad (TTL H). El ciclo completo de memoria es inferior a 10^{-6} segundos ($1 \mu s$) y el tiempo de propagación lógica puede ser inferior a 10^{-8} segundos ($10 ns$).

La relación de tiempos entre la operación más lenta y la más rápida es del orden de 10^6 (un millón).

También es considerable la relación de potencias, los dispositivos electromecánicos de la parte más lenta del sistema realizan la conmutación de corrientes de varios amperios a tensiones de 48 voltios, mientras que unos pocos miliamperios a 5 voltios son suficientes para excitar un circuito integrado de la parte más rápida. La relación de potencias es del orden de 10^4 (diez mil).

Otro parámetro de importancia en el funcionamiento eléctrico es la distancia que han de recorrer las señales en el sistema. La figura 2 presenta el plano de planta típico de una central urbana de 10.000 líneas, que representa una central Metaconta* L de tamaño medio. El espacio ocupado por esta central es muy inferior al de una central electromecánica equivalente, pero sin embargo la extensión de las conexiones es grande para un sistema que utiliza componentes electrónicos. Hay señales que deben ser distribuidas en se-

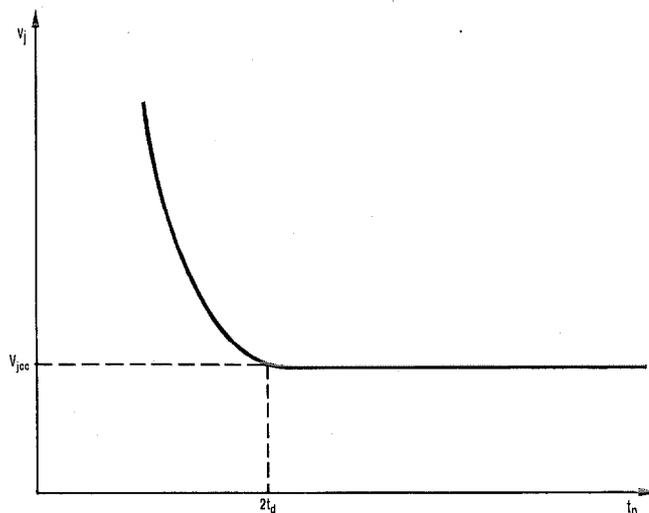


Fig. 3 Inmunidad dinámica al ruido de un circuito integrado.

rie a través de toda la central y los tramos recorridos alcanzan varias decenas de metros. En el otro extremo de la gama de longitudes, las señales transmitidas dentro de un circuito integrado cubren distancias inferiores al milímetro. Por consiguiente la relación de distancias puede evaluarse casi en 10^5 (cien mil).

La planta de energía no está representada en la figura 2. Normalmente está ubicada en sala separada, en algunos casos a bastante distancia de la sala de conmutación. La alimentación debe traerse a la sala de conmutación y ha de distribuirse en el interior de la misma a todos los equipos. La longitud de la conexión suele, pues, ser mayor que la correspondiente a la transmisión de señales.

Condicionamientos eléctricos

Hemos visto que en el sistema semi-electrónico Metaconta* L los componentes electromecánicos de relativa lentitud, que requieren considerable energía para su operación, como son los relés "reed", se encuentran en la vecindad de componentes electrónicos y particularmente de circuitos integrados de alta velocidad que trabajan con niveles de energía mucho más reducidos. La longitud de las conexiones para la transmisión de señales y la distribución de alimentación es muy grande en relación con los valores comunes en sistemas electrónicos.

Una característica importante de los circuitos electrónicos es su inmunidad al ruido, que generalmente es pequeña cuando la energía necesaria para la excitación de los circuitos es reducida. A modo de ejemplo, la figura 3 presenta un diagrama típico de inmunidad ante el ruido (v_i) de un circuito lógico integrado en función de la anchura del impulso de ruido (t_p). El codo de la curva está situado aproximadamente en el tiempo de propagación a través de dos etapas lógicas ($2t_d$), es decir, el tiempo necesario para memorizar el impulso de ruido. Señales parásitas de pocos nanosegundos pueden provocar la operación en circuitos integrados de alta velocidad, si su amplitud alcanza el umbral de in-

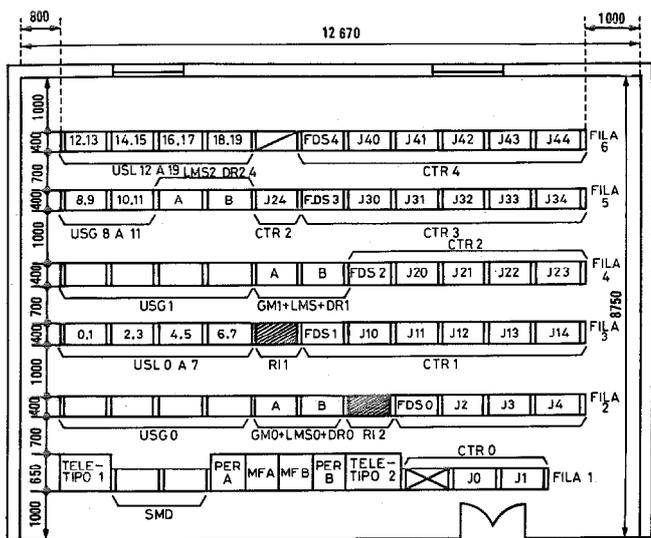


Fig. 2 Distribución en planta típica de una central de zona urbana Metaconta* L de 10.000 líneas.

- | | |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| USL - Unidad selección típica. | PER - Periféricos y dispositivos de entrada/salida. |
| USG - Unidad selección grupo. | |
| GM - Marcador de grupo. | |
| DR - Distribuidor lento. | |
| FDS - Distribuidor rápido. | |
| SMD - Dispositivos de supervisión y mantenimiento. | Dimensiones en mm. |
| CRT - Circuitos terminales de red. | Otras dimensiones: |
| LMS - Marcador de línea. | Altura bastidor 1950 mm |
| MF - Repartidor principal. | Altura techo 2750 mm |
| | Planta 105 m ² |
| | Carga 300 kp por m ² |

munidad al ruido estático (v_{icc}). Como ejemplo, el umbral para la lógica transistor-transistor (TTL) es, en el caso más desfavorable, de 0,4 voltios.

Para que el sistema opere satisfactoriamente se necesita que la suma de las señales parásitas a la entrada de cualquier circuito en el momento en que puede memorizar la información, sea inferior al valor que permite su inmunidad al ruido.

Las causas de señales parásitas pueden clasificarse en tres categorías:

- a) conexiones de distribución de alimentación (en especial tierras) comunes a gran número de circuitos;
- b) diafonía (acoplamientos parásitos) entre los hilos que conducen las señales útiles;
- c) reflexiones y oscilaciones en las conexiones de gran longitud.

Distribución de alimentación

Una instalación electrónica de gran tamaño, aún en el caso de utilizar solamente una tensión de valor reducido, no puede alimentarse de un generador centralizado único, ya que entonces la impedancia de las conexiones de gran longitud en la distribución se sumaría a la resistencia interna de la fuente de alimentación, deteriorándose así la calidad del voltaje.

En la práctica todos los circuitos tienen que agruparse en bloques funcionales de tamaño reducido, siendo cada bloque alimentado desde una fuente independiente situada en sus inmediaciones. Por otra parte esta configuración favorece la fiabilidad del sistema.

Los diferentes bloques funcionales deben tener niveles de potencial de referencia (tierra) no muy diferentes entre sí, con el fin de preservar la seguridad del personal, así como de poder realizar medidas eléctricas entre bloques diferentes y transmitir señales eléctricas de uno a otro.

En el caso ideal, este tipo de instalación se realizaría como se indica esquemáticamente en la figura 4, en la cual

- $V_1, V_2 \dots$ son las fuentes de alimentación
- $Z_{i1}, Z_{i2} \dots$ son las impedancias internas
- $Z_{u1}, Z_{u2} \dots$ son las impedancias de utilización.

No circula corriente entre los puntos de referencia $T_1, T_2 \dots T_n$ y la toma de tierra T_E ; todos ellos tienen el mismo potencial.

En el caso práctico, representado en la figura 5, el intercambio de información entre dos bloques funcio-

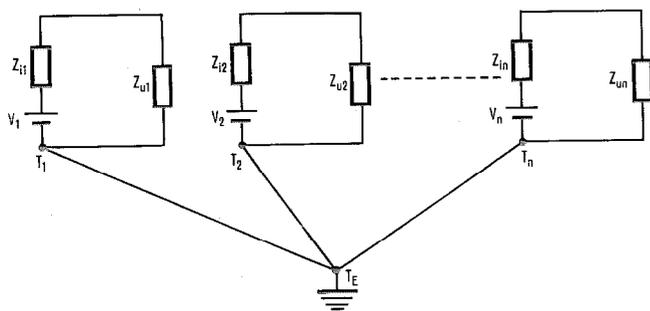


Fig. 4 Distribución de alimentación idealizada.

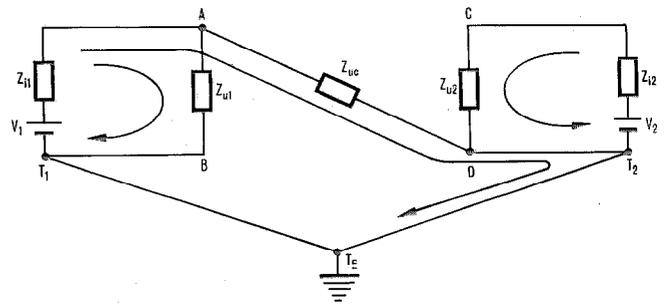


Fig. 5 Distribución de alimentación con intercambio de señal entre dos bloques funcionales.

nales a través de un sistema de transmisión, es equivalente al acoplamiento a través de la impedancia de utilización común Z_{uc} (puramente resistiva en el caso de un sistema de corriente continua). La corriente pasa por las conexiones de tierra $T_1 T_E$ y $T_2 T_E$. Si las impedancias de estas conexiones no son despreciables, los valores instantáneos de potencial en los puntos T_1 y T_2 son diferentes entre sí. Su diferencia debe ser menor que el valor admisible para el funcionamiento sin fallos del sistema de transmisión.

Una instalación electrónica de telefonía no representa un caso ideal, ya que la batería de -48 voltios está centralizada. Existen además los voltajes denominados "electrónicos", +5 voltios por ejemplo, para los cuales son aplicables las anteriores consideraciones. La figura 6 representa un esquema simplificado, que no muestra los eventuales acoplamientos entre las tensiones de -48 voltios de los diversos bloques, entre los voltajes electrónicos de bloques, o entre los -49 voltios y el voltaje electrónico del mismo bloque funcional.

En la figura mencionada, se tiene:

- V_B es la fuente de -48 voltios (batería),
- Z_B es su impedancia interna,
- $Z_{uB1} \dots Z_{uBn}$ son las impedancias de utilización,
- $V_{E1} \dots V_{En}$ son las fuentes de alimentación "electrónicas",
- $Z_{i1} \dots Z_{in}$ son sus impedancias internas,
- $Z_{u1} \dots Z_{un}$ son sus impedancias de utilización.

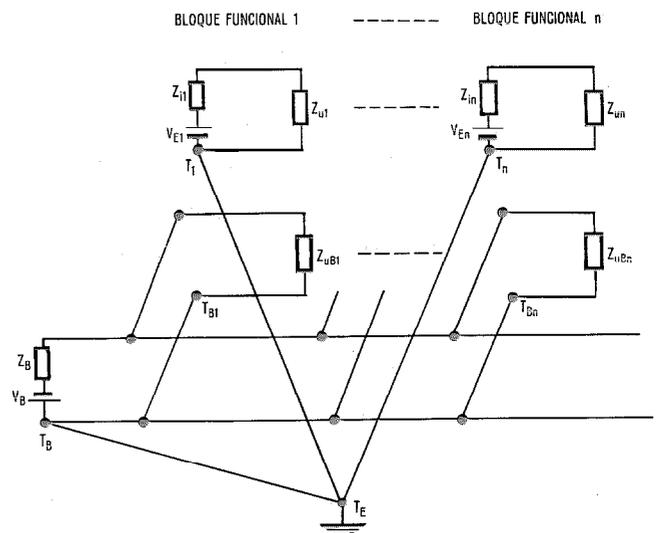


Fig. 6 Esquema simplificado de distribución de alimentación.

La tierra de batería debe conectarse por un solo punto a la toma de tierra, a nivel del polo positivo T_B . Si los puntos $T_{B1} \dots T_{Bn}$ estuvieran directamente conectados a T_E , pasaría la corriente de utilización a tierra a través de las conexiones $T_{B1} T_E \dots T_{Bn} T_E$, así como de la conexión $T_B T_E$, con lo cual serían variables los potenciales de $T_{B1} \dots T_{Bn}$.

Aún en el supuesto de conexión única a la toma de tierra, estos potenciales sufren fluctuaciones debidas a las caídas de tensión continua y transitorios que ocasionan las corrientes que circulan por la parte común del retorno a tierra. Es por lo tanto necesario escoger las dimensiones y trazado de estas conexiones de modo conveniente.

Con ayuda de la figura 5 puede apreciarse el acoplamiento entre la batería y una tensión "electrónica". Para generalizar, tanto puede colocarse la impedancia Z_{uc} entre A y D, como entre B y C o A y C. Esta impedancia puede ofrecer una componentes reactiva (capacidad en serie con resistencia, por ejemplo). Habrá que tener en cuenta que las conexiones a tierra son mucho más largas y que su impedancia, así como las variaciones de tensión resultantes, puede ser mucho mayor que en el caso de acoplamiento entre tensiones "electrónicas". Es necesario también considerar que el potencial del punto de referencia de batería es flotante, por lo que habrá que utilizar circuitos de acoplamiento que operen con grandes diferencias entre potenciales de referencia.

Diafonía

En sistemas telefónicos electrónicos se produce un intercambio de información entre bloques funcionales bastante separados entre sí, así como en el interior de cada uno de dichos bloques. Esta información adopta la forma de señales eléctricas, a menudo impulsos, transmitidas por un circuito electrónico hacia otros circuitos electrónicos o electromecánicos.

Los circuitos que se intercambian señales están conectados por:

- conductores de circuito impreso,
- hilos o pares trenzados que conectan placas de circuito impreso,
- cables de varios pares trenzados que conectan bloques funcionales.

Para realizar dicho intercambio de señales, esto es, la transmisión de corriente de un circuito emisor a los circuitos receptores, esta corriente debe encontrar un camino de retorno bien a través de la red de tierra distribuída del sistema, o a través de una conexión a tierra específica de la señal (por ejemplo, el hilo que acompaña a un par trenzado).

Toda conexión está próxima en mayor o menor grado a otras conexiones de mayor o menor longitud. Para definir el problema, consideremos el caso de la figura 7, de relativa sencillez: tres conductores de circuito impreso rodeados por dos conductores de la red de tierra. Cada conductor presenta:

- una capacidad parásita (C o D) con cualquier otro conductor distribuída sobre toda su longitud,

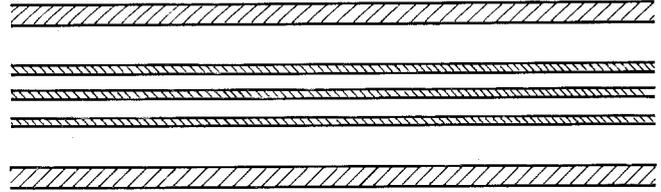


Fig. 7 Configuración sencilla de conductores impresos.

- una autoinducción distribuída (L),
- una inductancia mutua distribuída (M) respecto a los conductores vecinos.

Para definir el esquema equivalente de la figura 8, se ha de tener en cuenta que:

- una inductancia distribuída sobre todo el conductor se reemplaza por una inductancia localizada del mismo valor,
- la capacidad distribuída longitudinalmente se sustituye por dos capacidades de la mitad de valor respectivamente.

La simplificación es válida siempre que las reflexiones en los extremos de la línea no perturben las señales, o de otro modo, que el tiempo de propagación de la señal por línea sea pequeño comparado con el tiempo de cambio de estado de los circuitos conectados a dicha línea.

Si se envía un impulso por uno de los conductores (Fig. 9), el fenómeno de acoplamiento parásito (diafonía), hace que se induzca una señal parásita en el conductor vecino (Fig. 9 b). En el caso general, la señal parásita resulta de la superposición de tres fenómenos:

a) acoplamiento capacitivo, en el cual una fórmula muy general

$$i = C \frac{d\mu}{dt}$$

indica que el acoplamiento aumentará con:

- la velocidad de variación con el tiempo (t) del voltaje perturbador (μ),
- la proximidad entre los conductores perturbador y perturbado,
- la longitud del tramo de vecindad entre ambos conductores,
- la distancia a la red de tierra.

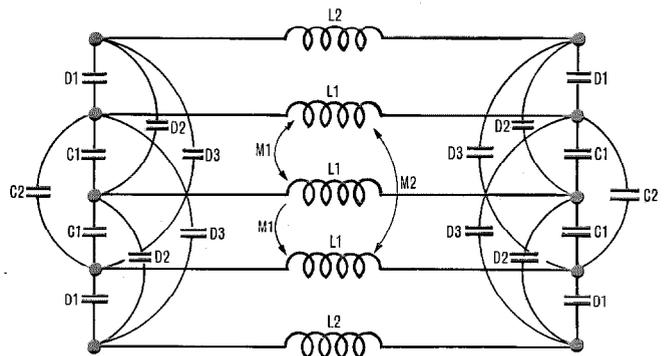


Fig. 8 Esquema equivalente a la configuración de la figura 7.

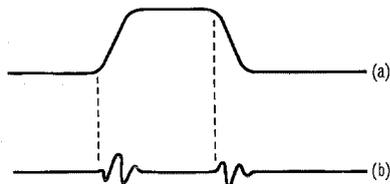


Fig. 9 Forma típica de:
a) señal perturbadora
b) señal parásita.

b) acoplamiento inductivo

$$e = -M \frac{di}{dt}$$

que aumentará con:

- la velocidad de variación con el tiempo (t) de la corriente perturbadora (i),
- la proximidad entre los conductores perturbador y perturbado,
- la superficie del bucle constituido por los conductores y su retorno a tierra.

c) acoplamiento de impedancia común

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

que se hará más importante cuando

- la variación de la corriente perturbadora (i) con el tiempo (t) sea mayor,
- la autoinducción de la conexión a tierra común al conductor perturbador y al perturbado sea más grande.

Por ser estos problemas de mucha mayor complejidad que la indicada, las fórmulas anteriores permiten solamente indicar la tendencia que confirman los datos experimentales y que no es en modo alguno suficiente para el análisis matemático del problema.

Entre otros factores que afectan a la diafonía, indicaremos:

- las impedancias de entrada y salida de los circuitos,
- la superposición de perturbaciones debida a varias fuentes de perturbación,
- la posible influencia de fuertes campos perturbadores procedentes de fuentes muy distantes, posiblemente exteriores al sistema.

La diafonía plantea los problemas más serios, que requieren por lo tanto la atención máxima, en las partes de una instalación telefónica que tienen circuitos donde se conmutan potencias importantes, con transitorios de alta velocidad, cercanos a circuitos con escasa inmunidad al ruido.

Reflexiones y oscilaciones

Contrariamente a lo que sucede con la diafonía y distribución de alimentación en grandes complejos electrónicos, es posible someter el fenómeno de reflexiones de señales eléctricas en líneas de transmisión a un análisis matemático sencillo y completo. Este problema está ampliamente tratado en los manuales de radioelectricidad.

Hay que notar sin embargo que las reflexiones se presentan cuando la impedancia conectada al extremo de la línea de transmisión es diferente de la impedancia característica de la línea. Las señales reflejadas se suman a las señales directas y pueden crear efectos parásitos, en especial cuando el tiempo de propagación de ida y vuelta sobre la línea es por lo menos igual que el tiempo de conmutación de los circuitos.

El valor típico de impedancia característica de un par trenzado es 120 ohmios; una línea "micro-strip" de circuitos impreso tiene generalmente una impedancia de 50 a 100 ohmios. El tiempo de propagación no difiere mucho de 6 nanosegundos por metro, con lo cual las perturbaciones debidas a reflexiones no afectarán apreciablemente a conexiones de longitud inferior a 50 centímetros aún en las partes de la instalación con mayor velocidad de funcionamiento.

Los hilos de conexión de un bloque electrónico son elementos pasivos de circuitos con resistencia, capacitancia e inductancia definidas (ver Fig. 8). Ante la aplicación de señales, particularmente impulsos con transiciones muy rápidas, las conexiones pueden actuar como los componentes del circuito resonante. Pueden producirse oscilaciones parásitas más o menos amortiguadas, que se harán importantes cuando las impedancias de carga sean grandes en relación con las impedancias características. Aparecen problemas de oscilación para conexiones de longitudes semejantes a las que provocan fenómenos de reflexión.

Soluciones

El examen de los condicionamientos eléctricos ha determinado un programa de trabajo con el fin de establecer soluciones satisfactorias en cuanto a la operación e industrialización del sistema Metaconta* L.

Las compañías asociadas, Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Laboratoire Central de Télécommunications and Le Matériel Téléphonique, han contribuido a las diferentes fases de este programa.

Debido a la gran complejidad de los fenómenos, un análisis integralmente matemático y difícil exige un estudio exhaustivo y medios apropiados. Por ejemplo, el cálculo de la diafonía en las placas de circuitos integrados requirió varias hipótesis simplificadoras. Se supuso que los circuitos no lineales se comportaban como circuitos con parámetros lineales en una zona limitada. Fue entonces necesario efectuar largos desarrollos matemáticos a base de ecuaciones diferenciales y la transformada de Laplace. Se preparó un programa de ordenador para los cálculos, empleándose para la presentación de los resultados un trazador automático de curvas conectado al ordenador.

Se utilizaron en gran escala métodos experimentales, realizándose sistemáticamente medidas sobre modelos. Se aplicó generalmente el método del caso más desfavorable. En cuanto a los problemas analizados teóricamente, se obtuvieron resultados que armonizaban muy bien con los obtenidos experimentalmente.

La experiencia adquirida con las primeras centrales

Metaconta* L puestas en servicio en Rabat (Marruecos) por la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques [2], y en Roissy (Francia) por Le Matériel Téléphonique [3], se tuvo muy en cuenta para determinar las soluciones.

Describiremos la solución adoptada distinguiendo los tres niveles siguientes:

- sistema,
- bloques funcionales,
- tarjetas de circuito impreso.

Nivel de sistema

El equipo de una instalación telefónica Metaconta* L comprende varias filas con varios bastidores por fila. Cada bastidor conecta 7 u 11 paneles que alojan tarjetas impresas enchufables equipadas con componentes electrónicos o electromecánicos.

Consideraciones de tipo eléctrico conducen a las reglas aplicables a los dos campos esenciales:

- distribución de alimentación,
- transmisión de señal.

La alimentación de las centrales está dada por la batería convencional de -48 voltios. La distribución de batería se divide en varias secciones, por ejemplo:

- una sección alimenta los circuitos terminales y la parte directamente conectada a ellos de los órganos de acceso a la red;
- una sección alimenta a la mayor parte de órganos de acceso a la red y convertidores CC/CC;
- una sección alimenta los generadores especiales de corriente (opcional);
- una sección alimenta los inversores utilizados para la unidad central de control.

Cada sección puede dividirse en varias subsecciones por motivos de seguridad de funcionamiento y fiabilidad.

Se tiene un cuidado especial con los retornos a tierra, asignando un retorno particular de grandes dimensiones a cada subsección. Se introducen filtros inductivos/capacitivos para imponer el camino a las corrientes de retorno.

La conexión a tierra del polo positivo de la batería es única.

Se utilizan redes de tierra separadas para:

- conexión de las partes metálicas del bastidor a tierra,
- interconexión de las tierras de las unidades electrónicas de alimentación de diferentes bloques funcionales.

Los convertidores CC/CC suministran voltajes "electrónicos". Casi siempre la alimentación electrónica está dividida a nivel de bastidor. Un voltaje único (+5 voltios) alimenta todos los circuitos electrónicos con la excepción del bus de transmisión de CC que utiliza un segundo voltaje (-5 voltios). Esta elección ofrece ventajas para la normalización y el mantenimiento, asegurando una operación mejor (ver párrafo "Distribución de alimentación").

La alimentación de la unidad central de control está separada de la del resto del sistema. El voltaje de CA necesario para los ordenadores se obtiene de la batería mediante inversores. La transmisión de información entre la unidad central de control y la parte telefónica del sistema se realiza a través del bus de transmisión de CA. Los transformadores de este sistema de transmisión separan los emisores de los receptores, no existiendo circulación de corriente continua y aislando entre sí las dos redes de tierra. De este modo se resuelven los posibles problemas originados por la inducción de corrientes transitorias en la red de tierra del ordenador.

Los requerimientos de la transmisión de señales influyen sobre la distribución en planta de los equipos. Se reduce al mínimo la longitud de conexiones que afecta desfavorablemente a la inmunidad al ruido. Algunos órganos de acceso a la red tienen diversas partes descentralizadas colocadas inmediatamente próximas a los circuitos terminales correspondientes.

La transmisión o intercambio de señal se verifica por medio de 3 categorías de circuitos (Fig. 10):

a) buses de transmisión de CA, trabajando en modo diferencial; cada uno de ellos puede conectarse a un máximo de 16 órganos distribuidos entre 1 o 2 ramas de longitud máxima 150 metros;

b) buses de transmisión de CC que pueden enviar, también en modo diferencial, información sobre 16 receptores sobre líneas de longitud máxima 20 metros;

c) circuitos electrónicos y puertas que pueden excitar 8 circuitos como máximo. La transmisión puede cubrir hasta 8 metros para señales no críticas.

Para obtener un aumento de la seguridad funcional se utiliza extensamente la técnica de muestreo en los circuitos cuyo ciclo de trabajo se realiza de acuerdo con una determinada secuencia temporal: la señal se muestrea cuando está bien estabilizada, durante una fracción de tiempo lo más pequeña posible. Este método permite hacer uno de los circuitos de transmisión menos costosos (puertas), siendo las muestras de la señal las únicas que tienen que transmitirse con una protección adicional (bus de CC).

Nivel de bloque

Un bloque o unidad funcional Metaconta* L está compuesto por 1 a 5 paneles, siendo 1 ó 2 el caso más frecuente. Es autónomo y desmontable, realizándose la comunicación con los otros bloques funcionales por medio de conectores y cables.

La alimentación electrónica de una unidad funcional puede ser exclusiva o compartida con un número limitado de unidades, casi siempre en el mismo bastidor. La alimentación se distribuye por barras bus de muy baja impedancia: barras verticales a nivel de bastidor y horizontales a nivel de panel. En las partes críticas del sistema los conectores van acompañados de "peines" de tierra que facilitan a las tarjetas de circuito impreso una conexión de baja impedancia a la tierra de la unidad electrónica de alimentación.

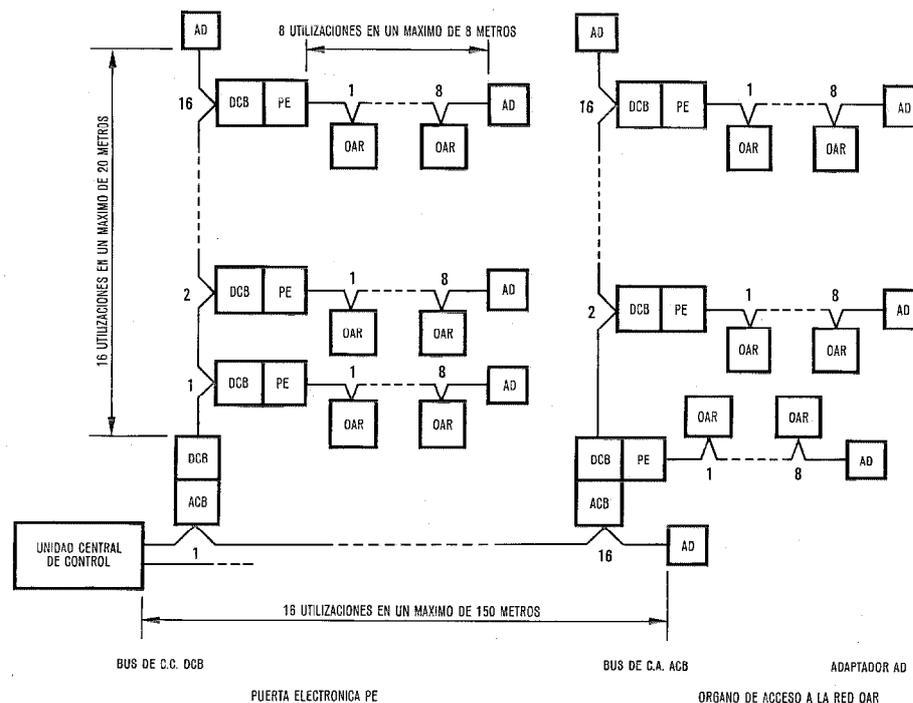


Fig. 10 Esquema general de los intercambios de señal.

- | | |
|-----------------|----------------------------------|
| DCB - Bus de CC | PE - Puerta electrónica |
| ACB - Bus de CA | NAD - Organo de acceso a la red. |
| AD - Adaptador | |

Dentro de un bloque podemos distinguir tres categorías de circuitos que trabajan con diferentes niveles de alimentación y de inmunidad al ruido:

- circuitos electromecánicos,
- circuitos electrónicos discretos,
- circuitos integrados.

Estas categorías de circuitos están separadas todo lo posible.

El intercambio de señales se realiza mediante 3 clases de conexiones entre tarjetas de circuito impreso:

- a) hilos sencillos para conexiones cortas, no críticas,
- b) pares trenzados no equilibrados para longitudes medias,
- c) pares trenzados equilibrados para conexiones largas.

Los límites entre estas 3 categorías se determinan en función del bloque, su velocidad de operación y el tipo de la señal.

En bloques con predominio de la electrónica (órganos de acceso a la red), el cableado está separado en 3 partes distintas según el tipo de señal:

- conexiones que conducen señales electrónicas muestreadas,
- conexiones para señales que requieren protección (impulsos de reloj, de muestreo, etc.),
- conexiones electromecánicas (control de relés, etc.).

Los ordenadores de la unidad central de control constituyen un caso particular a causa de su alta velocidad de operación; utilizan paneles posteriores impresos con planos de distribución de tierra continuos. Esto añade una cuarta categoría de conexiones entre tarjetas: las conexiones impresas.

Nivel de tarjeta impresa

Las tarjetas impresas enchufables de epoxy-glass sirven de soporte a los componentes electrónicos y electromecánicos del Metaconta* L.

Existen diagramas modelo básicos normalizados para los tipos principales de tarjetas que a continuación se indican:

- tarjetas de circuitos integrados,
- tarjetas de componentes electrónicos discretos,
- tarjetas mixtas (circuitos discretos e integrados),
- tarjetas para circuitos terminales de red,
- tarjetas para la red de conmutación.

Estos diagramas básicos toman en cuenta los condicionamientos eléctricos y en particular están equipados con configuraciones estándar de distribución de alimentación y de tierra, así como con las posiciones de desacoplo de condensadores.

La figura 11 presenta la tarjeta mixta, dividida en la dirección perpendicular a los conectores en una región de 4 columnas de circuitos integrados y otra región de circuitos de componentes discretos. Existen otras versiones de tarjetas mixtas que tienen entre 1 y 7 columnas de circuitos integrados; con 8 columnas, tenemos el diseño básico de tarjeta de circuitos integrados, y con 0 columnas llegamos al diseño básico de una tarjeta de componentes electrónicos discretos.

El principio de separar hasta el máximo posible los circuitos de diferentes energías y velocidades de trabajo se aplica también en el interior de las tarjetas impresas.

Las tarjetas del ordenador constituyen un caso particular. Sus dimensiones son menores y se adoptan precauciones más exigentes: una distribución de tierra más

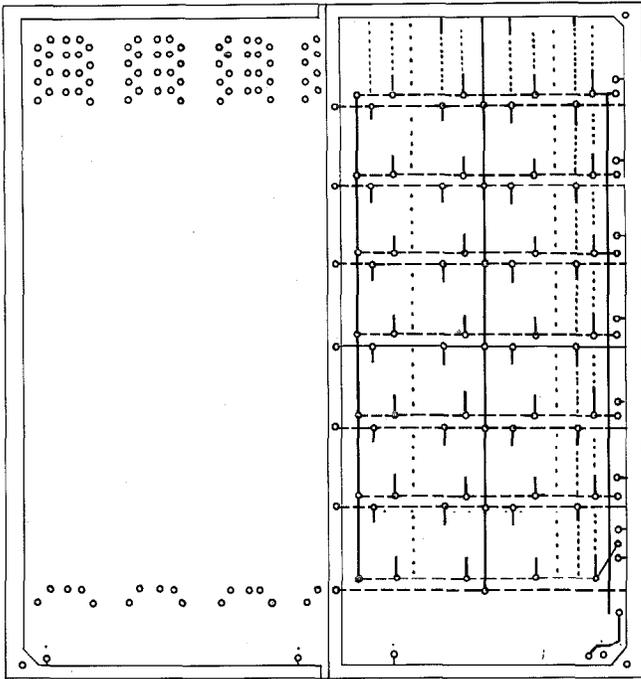


Fig. 11 Diagrama modelo básico simplificado de placa mixta.

densa y más desacoplos. En las partes más críticas de los ordenadores más potentes se utilizan placas impresas de varias capas. Estas placas tienen 2 capas de conexiones y 2 capas para las distribuciones de voltajes y tierra por superficies continuas. Ello asegura una protección excelente contra efectos parásitos.

Los diagramas modelo básicos de tarjeta impresa determinan las configuraciones de distribución de alimentación, viniendo superpuestas las conexiones de distribución de señal. El trabajo de estructurar la tarjeta impresa, especialmente si ésta contiene circuitos de escasa inmunidad al ruido, se realiza bajo normas de diseño que indican:

- la posición de los diferentes circuitos en relación con las entradas/salidas de la tarjeta,
- el máximo número de biestables por tarjeta,
- la mínima distancia de conductores,

- la máxima longitud de conductores paralelos admisible,
- las precauciones para las señales que deben ser especialmente protegidas,
- en general, todas las medidas adecuadas.

Se han establecido reglas en función de los circuitos afectados, así como del medio ambiente en el que tales circuitos han de trabajar.

Conclusiones

Como cualquier sistema de conmutación telefónica semi-electrónico, el Metaconta* L utiliza componentes electromecánicos así como componentes electrónicos discretos e integrados.

Es obligatorio el examen de los condicionamientos eléctricos a causa de los grandes niveles de potencia y gamas de velocidad que se utilizan, y debido a las dimensiones realmente importantes de una instalación equipada con circuitos electrónicos.

Este examen ha conducido a un conjunto de soluciones técnicas que aseguran protección contra efectos parásitos y confirman la elevada fiabilidad del sistema Metaconta* L en su funcionamiento.

Referencias

- [1] S. Kobus, J. A. de Miguel y A. Régnier: Metaconta L — Control por programa en memoria de matrices con puntos de cruce provistos de auto-retención, *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 46 (1971) N° 4, págs. 236—247.
- [2] S. Kobus, A. Kruithof y L. Viellevoye: Principio de control del sistema de conmutación Metaconta* L: *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 47 (1972) N° 3, págs. 165—169.
- [3] J. Trelut: Aplicación del Sistema Metaconta en el Aeropuerto de Roissy; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 47 (1972) N° 4, págs. 237—243.

J. M. Tyszka nació en Lodz (Polonia). Recibió en 1954 el diploma de ingeniero en la Politechnika Warszawska, y en 1957 el diploma superior de la misma escuela, en la que ya era adjunto desde 1952. Como consecuencia de los trabajos realizados en el Laboratorio de Física de la Escuela Normal Superior en París, la Universidad de París le confirió el título de Doctor-Ingeniero en 1962.

Tras de haber trabajado en las técnicas de impulsos y en televisión, J. M. Tyszka ingresó en 1960 en el Laboratoire Central de Télécommunications, en donde se dedicó particularmente a las memorias rápidas (de semiconductores, película magnética delgada, toros de ferrita) y al diseño eléctrico de los ordenadores ITT. Desde 1971 en la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, dirige la actividad "hardware" en el organismo que coordina el desarrollo Metaconta* a nivel internacional.

El procesador ITT 3200⁺ en el sistema de conmutación Metaconta.⁺

Mantenimiento y disponibilidad

La elevada fiabilidad intrínseca de cada uno de los módulos del procesador ITT 3200⁺ viene reforzada por un proceso de mantenimiento simple basado en un conjunto de programas de supervisión y diagnóstico, así como la posibilidad de reconfigurar cada uno de los sistemas simplex que lo integran.

El sistema duplex, en consecuencia, tiene un tiempo medio entre fallos totales superior a 100 años.

X. PENET

T. CAGNAC

Laboratoire Central de Télécommunications, París, Francia

Introducción

El procesador ITT 3200⁺ encuentra su aplicación más importante como parte integrante de la unidad central de control del sistema de conmutación Metaconta^{*}, habiéndose por tanto diseñado para alcanzar los objetivos de fiabilidad impuestos por el sistema. Se han definido el equipo, los circuitos y los programas durante el desarrollo de manera que la conservación de las instalaciones pueda ser realizada por personal de una formación técnica no necesariamente muy elevada. El objeto de este artículo es describir el ITT 3200⁺ bajo los aspectos siguientes: fiabilidad elevada, lo que significa que la tasa de faltas de cada módulo debe ser baja, y mantenimiento simplificado, que trae como consecuencia que la disponibilidad de la unidad central de control (ITT 3200⁺ duplicado) sea muy elevada.

Fiabilidad del procesador ITT 3200⁺

Aspectos generales del sistema

El tiempo medio entre fallos (TMEF) de los módulos integrantes del procesador ITT 3200⁺ es extremadamente elevado por la fiabilidad intrínseca de los componentes utilizados y por el empleo de unas reglas de aplicación muy estrictas.

No obstante, para que la disponibilidad funcional del sistema se mantenga en valores elevados, incluso admitiendo el posible fallo de algún elemento, la unidad central de control se ha organizado para tolerar la presencia de esos defectos [1].

El sistema procesador está siempre duplicado y la carga total se reparte entre ambas partes. En el caso de fallo de una de las mitades, la otra asume el control del sistema. Además, cada una de las mitades es capaz de reconfigurar su propio sistema de memoria al aparecer una falta en uno de sus módulos de memoria, sin afectar al funcionamiento del procesador.

El tiempo medio entre fallos (TMEF) de un sistema duplicado según este principio es considerablemente mayor que el de un sistema simplex. Su valor, sin embargo, depende también del tiempo de reparación, por lo que se han desarrollado programas de localización de fallos que permiten la rápida reparación de las unidades en los centros de conmutación.

Hay que destacar asimismo que la duplicación organizada según este principio limita los efectos de un

error en los programas, aun cuando éste dé lugar a un serio fallo en uno de los procesadores durante su ejecución.

Características internas del procesador ITT 3200⁺ que afectan a la fiabilidad del sistema

El presente apartado describe las características internas del procesador, tanto de los circuitos como de los programas, que supervisan permanentemente la operación del sistema y le facultan para tolerar la presencia de defectos.

Los circuitos

Sistema de trampa^{*}

La detección de un fallo provoca que el programa salte inmediatamente a una trampa. Los fallos detectados por este procedimiento son, entre otros, los siguientes:

- los errores de paridad en la transferencia de información entre el procesador y sus memorias o unidades periféricas;
- la ausencia de respuesta de una memoria o unidad periférica;
- el intento de violación de la protección de escritura durante la ejecución de un ciclo de escritura de memoria;
- el fallo de la unidad de alimentación de un módulo de memoria o de una unidad periférica. Una opción del procesador ITT 3200⁺ protege la transferencia de información entre el procesador y sus memorias al producirse la caída de la tensión de alimentación en cualquiera de los módulos de memoria.
- etc.

Registros de estado

En un gran número de operaciones, la aparición de un fallo se registra en los registros de estado. Estas operaciones afectan a cada uno de los periféricos y a cada uno de los controladores de memoria. Los registros contienen informaciones relativas a la causa y naturaleza del fallo, cargándose automáticamente al producirse este, leyéndose y siendo puestos a cero a través del bus de interconexión de periféricos.

* Sistema de trampa (trap system) consiste en el abandono del programa en curso para entrar en una subrutina fija al producirse una condición de fallo. N. de T.

+ Marca registrada del sistema ITT.

Controladores de memoria de dirección modificable por programa

La modificación de la dirección de identificación de las unidades de memoria mediante programa permite la reconfiguración del sistema al final del proceso de localización cuando hay un fallo en una memoria. Para ello el sistema dispone de varias unidades de memoria de reserva. La sustitución de una unidad por otra se realiza asignando a la unidad de reserva seleccionada la dirección de la unidad defectuosa, que a su vez es puesta fuera de servicio. En esta operación los controladores de memoria son tratados por el procesador como unidades periféricas normales.

Recarga automática

Una característica propia del procesador ITT 3200 es la recarga automática de programas.

Cuando una de las partes duplicadas falla como consecuencia de un error de programa o de un defecto del equipo, una unidad ajena a ella (por ejemplo, el otro procesador) ordena la recarga automática de la memoria.

Un circuito especial controla la carga de los datos en la memoria a partir de una cinta perforada o de una cinta magnética. Los datos deben tener un formato especial para ser interpretados por el órgano que controla la operación de carga.

Los caracteres se ensamblan en la cinta formando palabras, que representan bien las direcciones o los datos a cargar en la memoria.

Un carácter especial al final de la cinta carga el contador de programa y, una vez hecho esto, lanza la orden de ejecución del programa almacenado en la memoria.

A continuación se llevan a cabo todas las pruebas que normalmente provocan un salto del programa en caso de detección de un fallo, con la diferencia de que el análisis normalmente realizado por el programa se efectúa mediante una lógica alambrada. Como norma general, la detección de un fallo da lugar al arranque de un nuevo proceso de recarga.

Durante el proceso de carga se presentan dos posibilidades de reconfiguración, a saber:

- si la cinta que contiene el programa a cargar se encuentra en falta, se inicia automáticamente la lectura de otra copia del programa situada en la misma cinta, detrás de la primera copia;
- si la unidad de memoria en donde se intenta cargar el primer programa se encuentra en falta, en cuanto el cargador detecta el fallo se inicia la lectura automática de otro programa situado en la misma cinta. Este nuevo programa se distingue del primero en que las direcciones de memoria son diferentes, por lo que puede cargarse en la unidad de memoria de reserva. El programa, sin embargo, está preparado para ejecutarse en las direcciones correspondientes a la unidad defectuosa y no a la de reserva. Por lo tanto, la acción del cargador concluye cargando en los 16 registros del procesador una pequeña subrutina que, al ejecutarse antes del programa normal,

reconfigura las unidades de memoria intercambiando las direcciones de los dos controladores.

Los programas cargados de esta manera por circuito cargador son programas de comprobación de los varios módulos del sistema. Una vez ejecutados, con resultado satisfactorio o dando lugar a las reconfiguraciones necesarias, un programa de carga procede a sustituir los programas de prueba por los propios del sistema telefónico.

Los programas

Hay que citar en primer lugar los programas que intervienen en los procesos descritos en el apartado anterior, a saber:

- los programas de trampa, que analizan el origen de la falta, determinan el estado del procesador en el instante en que ocurre, e interpretan el contenido de los registros de estado de los periféricos. En función de la gravedad de la falta deciden si debe ponerse fuera de servicio alguna parte del sistema y, en caso necesario, proceden a reconfigurar el sistema (como por ejemplo, en caso de fallo de una memoria);
- los programas de detección de faltas, que complementan la acción de los circuitos automáticos de detección y supervisan de forma permanente el intercambio de datos dentro del sistema. Es el caso, en particular, de los módulos empleados con poca frecuencia por los programas operacionales y cuyo funcionamiento, en consecuencia, no viene supervisado regularmente por los circuitos lógicos de detección;
- los programas de supervisión mútua de los procesadores. Cuando uno de ellos no funciona correctamente como consecuencia del fallo de un programa o de un circuito, estos programas de supervisión provocan en él la recarga automática de los programas. También lo indican a los programas operacionales del procesador en servicio por si éste tuviera que asumir el control completo del sistema.

Fiabilidad del sistema ITT 3200

El sistema ITT 3200 está formado por unidades modulares, interconectadas de acuerdo con la especificación de cada aplicación particular. La figura 1 muestra un ejemplo de interconexión de un conjunto de módulos.

El cálculo del TMEF de cada módulo se ha basado en las siguientes tasas de fallo por componente, expresadas en FITS (10^{-9} /fallo/componente hora):

circuitos integrados	30
transistor NPN	15
diodo SI	3
resistencia	2
condensador cerámico	2
conexión soldada	0,1

Estos valores están deducidos de la experiencia habida en equipos telefónicos en funcionamiento, donde los componentes se emplean por debajo de sus características nominales.

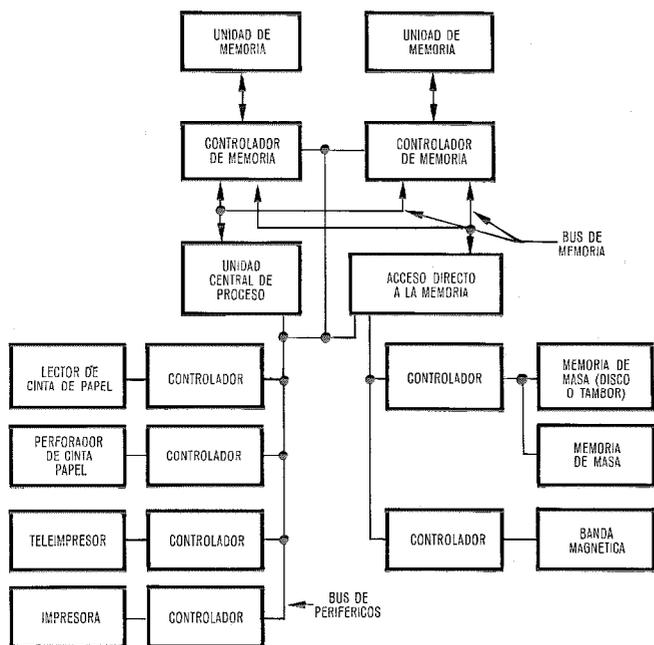


Fig. 1 Sistema ITT 3200. Interconexión de los módulos.

Los TMEF que resultan son los siguientes:

- Tarjeta de circuito lógico (TMEF de un elemento básicamente reemplazable) 500.000 horas
- Unidad central de proceso 3.400 horas
- Controlador de memoria (con 2 entradas) 20.000 horas
- Memoria (16.000 palabras de 32 bits) 15.000 horas
- Unidad de acceso directo a la memoria 47.000 horas

Los resultados prácticos habidos de la operación de varias decenas de procesadores confirman estos valo-

res e incluso dan lugar a un TMEF generalmente superior al calculado.

La figura 2 muestra un ejemplo de la configuración duplex empleada en el sistema Metaconta*. En esta configuración aparece una unidad de estado del sistema, que no existe en simplex, que permite la transferencia de información entre ambos procesadores. La fiabilidad de este tipo de sistema de duplicación depende del TMEF de cada uno de los elementos integrantes y del tiempo de reparación en caso de fallo. Se demuestra que si λ es el TMEF de un sistema procesador y τ el tiempo de reparación medio, el TMEF del sistema duplicado es $\Theta_s = \frac{1}{2\lambda^2\tau}$.

Puesto que ciertos módulos defectuosos pueden reemplazarse automáticamente por otros bajo control del programa (por ejemplo, las unidades de memoria) y otros en cambio requieren la intervención del personal de mantenimiento, el valor de τ a introducir en la fórmula es el valor medio ponderado del tiempo de conmutación de las unidades reemplazadas y del tiempo de reparación empleado normalmente en el mantenimiento.

En el caso del ITT 3200, suponiendo que las unidades de memoria se conmutan y ponen fuera de servicio bajo el control del programa y que el tiempo de reparación medio (τ) es de 30 minutos, el TMEF (Θ_s) de un sistema duplicado es del orden de los 100 años.

El mantenimiento correctivo del procesador ITT 3200

El mantenimiento correctivo en el sistema Metaconta*

La fiabilidad de un sistema complejo depende en gran medida del tiempo de reparación, por lo que se

* Marca registrada del sistema ITT.

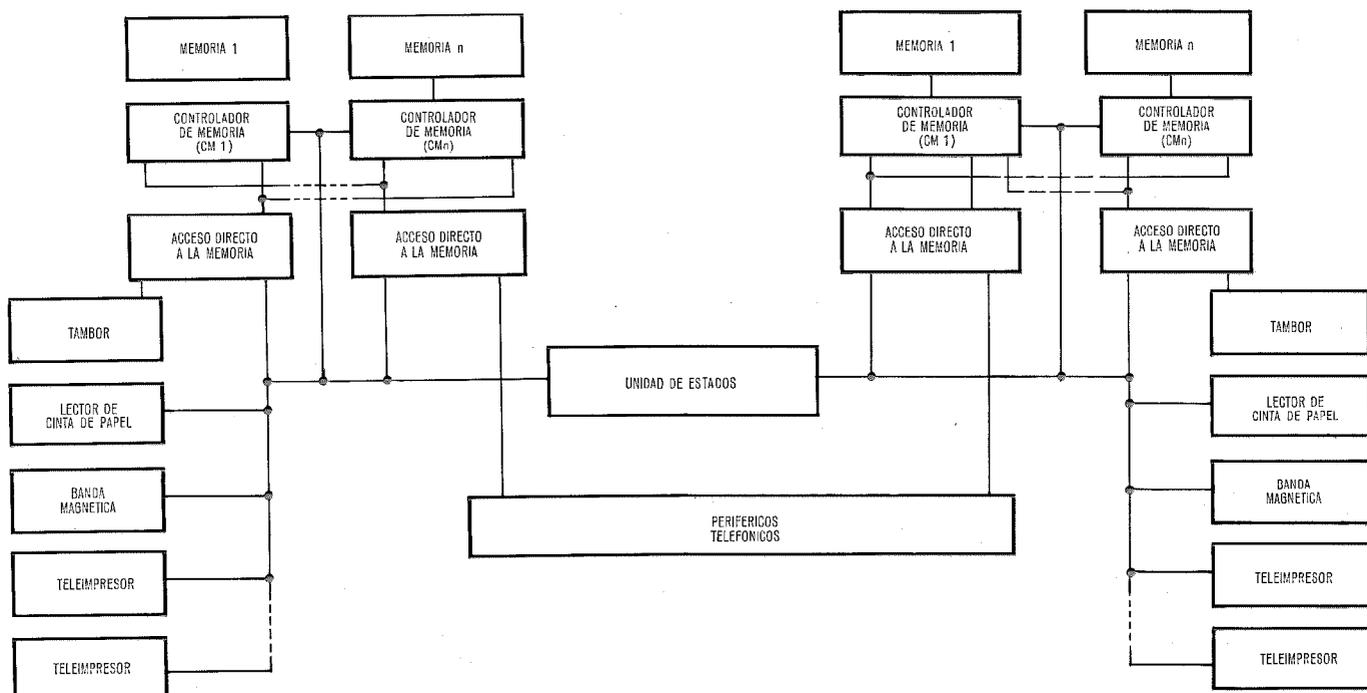


Fig. 2 Sistema ITT 3200. Configuración duplex.

ha desarrollado un gran número de programas que sirven de ayuda a la conservación.

En los apartados anteriores se han descrito los medios incorporados a los programas y al equipo que permiten la reconfiguración automática del sistema y como los programas operacionales continúan ejecutándose al aparecer una falta.

A continuación se describe la forma en que el personal de mantenimiento, presente en la central, interviene para eliminar la avería.

El proceso de mantenimiento, seguido en todas las aplicaciones del sistema Metaconta*, se ha establecido en primer lugar para que pueda ser llevado a cabo por un personal con una formación relativamente baja. Este personal debe pasar por un período de entrenamiento de algunos meses, pero no está obligado a comprender el funcionamiento detallado de cada módulo. Los programas de mantenimiento van acompañados de una documentación denominada Procedimientos de Mantenimiento Correctivo (PMC) donde se describen secuencialmente todas las operaciones de mantenimiento, evitando que el personal de reparación deba tomar decisiones.

Los programas de mantenimiento utilizados en una reparación se ejecutan en la parte duplicada fuera de servicio, siendo por tanto independientes de los programas operacionales.

La naturaleza de las faltas corregidas mediante estos procedimientos simplificados supone que se cumplen las siguientes hipótesis:

- no existe más que una falta en el módulo considerado, lo que implica que su origen no afecta más que a una señal eléctrica;
- la falta tiene carácter permanente;
- la falta produce un error lógico: por ejemplo, la entrada o salida de una puerta bloqueada en un estado lógico (0 ó 1);
- la falta se elimina sustituyendo una tarjeta de circuito impreso, elemento básico enchufable del sistema.

Los programas de mantenimiento correctivo se clasifican en dos grupos, a saber:

- programas de identificación de módulos defectuosos;
- programas de diagnóstico, que una vez identificado el módulo indican el grupo de tarjetas en que probablemente está el fallo.

Cuando el personal de la central de nivel técnico bajo no es capaz de reparar el fallo con ayuda de los programas de mantenimiento, se solicita la presencia de personal más cualificado, con un conocimiento más profundo de los módulos. Este personal completa la identificación con la información adicional proporcionada por los programas de diagnóstico, que indica no solamente el emplazamiento de la falta sino también su descripción desde el punto de vista funcional.

El personal de alto nivel podrá no cumplir con éxito su misión, si no emplea adecuadamente los programas de diagnóstico, si hay más de una falta simultánea o si se trata de un fallo del alambrado del panel de conexiones situado detrás de las tarjetas enchufables.

Los programas de identificación de módulos defectuosos

Al producirse un fallo y antes de poner fuera de servicio el procesador correspondiente para eliminarlo, los programas operacionales deben ejecutar un cierto número de operaciones que identifican el módulo en que se ha producido, de manera que pueda procederse a la reconfiguración del sistema y continuar con los programas normales hasta su reparación. Por otro lado, cuando el personal del mantenimiento interviene, el proceso de seguimiento de la falta está organizado de manera que se conoce sin ambigüedad el programa de diagnóstico capaz de identificar la falta al nivel de un grupo de tarjetas.

El principio de los programas de identificación de módulos defectuosos consiste en realizar la prueba completa de todos los módulos, uno tras otro, comenzando por aquellas pruebas que afectan al menor número de circuitos. Después de cargado el primer programa, que de hecho corresponde a la primera prueba y posible reconfiguración de la memoria que contiene el programa (véase el apartado "Los circuitos") el proceso comienza con la prueba de la unidad central de proceso, a continuación se prueban el bus de entrada y salida de periféricos, los controladores de memoria, las unidades de memoria, y finalmente los controladores de las unidades periféricas y las unidades mismas.

El programa de prueba consiste en transferir datos, paso a paso, desde la unidad central de proceso, corazón del sistema, observándose en cual de los módulos los datos no son correctos.

Una vez ejecutados los programas de identificación del módulo defectuoso es sencillo seleccionar el programa de diagnóstico correspondiente al módulo.

Los programas de diagnóstico

Los programas a considerar son los siguientes:

- Unidad central de proceso: el programa de diagnóstico corresponde a un fallo que impide la carga o ejecución de un programa. La falta puede encontrarse en la propia unidad central de proceso, en la unidad de carga o en los elementos comunes al bus de memoria (es decir, alguno de los controladores de memoria). La prueba es autónoma, es decir el diagnóstico se basa en los resultados obtenidos de la ejecución incorrecta o no ejecución del programa por el propio procesador.

Cuando el programa no puede cargarse normalmente, el manual de mantenimiento describe con toda precisión la secuencia de pruebas a efectuar desde la consola del procesador. Este proceso forma parte integral del diagnóstico del procesador central. Las faltas en la parte lógica relacionada con la consola se tratan con un programa de diagnóstico especial que se ejecuta durante las operaciones de mantenimiento preventivo, ya que este tipo de fallos no incide en el desarrollo normal de los programas operacionales. Ahora bien, si este tipo de falta

se produjese y no fuera detectada, daría lugar al caso de dos faltas simultáneas. Ocurriría, por ejemplo, cuando fuera necesario utilizar la consola para ejecutar un programa de diagnóstico de la unidad central de proceso para identificar un fallo en su lógica interna.

- Controlador de memoria: las faltas consideradas son las que tienen su origen y afectan a uno y sólo uno de los controladores.
- Unidad de memoria: las faltas consideradas son las que tienen su origen y afectan a una y sola una de las unidades.
- Acceso directo a la memoria: las faltas consideradas son las que afectan a la unidad de acceso directo o a sus circuitos de conexión con los controladores de memoria. Las faltas pueden encontrarse en la misma unidad de acceso o en los elementos comunes del bus de memoria (por ejemplo, cualquiera de los controladores de memoria).
- Tambor y su controlador, disco y su controlador, unidad de banda magnética y su controlador: las faltas consideradas por cada uno de estos tres programas son aquellas que no afectan al funcionamiento de la unidad de acceso directo a la memoria en operación autónoma, pero que por el contrario afectan a las conexiones con el periférico correspondiente. Las faltas pueden encontrarse en el controlador o en el periférico.

La información generada por los programas de diagnóstico es un mensaje de teleimpresor que contiene el código de identificación que permite encontrar el fallo en el diccionario de faltas que forma parte del manual de mantenimiento.

La figura 3 presenta un ejemplo extractado del diccionario de faltas. La columna de la izquierda es una relación alfanumérica de los códigos de falta. A la derecha, en la misma línea, aparece el código de la tar-

jeta o grupo de tarjetas en las que probablemente está el fallo. La segunda columna, "tarjeta", contiene el código de la tarjeta de repuesto, mientras la tercera columna, "módulo", indica el módulo en que debe efectuarse la sustitución. La cuarta columna, "situación", indica el cuadro y la posición de la placa dentro del cuadro.

En el caso particular de los programas de diagnóstico de la unidad central de proceso, el teletipo no produce mensaje de identificación de la falta, ya que si la unidad central no funciona correctamente se supone que no es capaz de imprimir mensaje alguno. En su lugar, el código de la falta aparece representado directamente en la consola del procesador.

El proceso es, por ejemplo, como sigue: El personal de mantenimiento se informa mediante el diccionario de faltas de la lista de tarjetas que deben sustituirse. Procede a cambiar la primera de la lista y vuelve a ejecutar el programa de diagnóstico para comprobar si el fallo ha desaparecido. Si éste persiste, cambiará la segunda tarjeta de la lista, repitiendo las mismas operaciones con ésta y el resto de las tarjetas hasta que, o bien el módulo queda reparado o aparece una instrucción recabando la asistencia de un técnico con un conocimiento más profundo del sistema.

Comprobación de los programas de mantenimiento correctivo

Los programas de mantenimiento correctivo se han probado creando un elevado número de fallos (varias decenas de millares). Los fallos han consistido en la aplicación de masa a las señales lógicas o la simulación de conexiones rotas en las entradas de las puertas, dando lugar a la presencia permanente de señales lógicas 0 ó 1.

La simulación de conexiones rotas se realiza montando los circuitos integrados en las tarjetas de los diferentes módulos mediante zócalos. La falta se simula retirando el circuito integrado y colocando un dispositivo conmutable entre el circuito integrado y el zócalo en cada uno de los terminales.

Las faltas se introdujeron sistemáticamente en todas los circuitos de cada módulo. La lista de las faltas simuladas se estableció directamente de los diagramas lógicos y se registró en una cinta perforada.

La configuración del procesador comprende todos los módulos cuyos programas de mantenimiento se desea comprobar. Un procesador adicional controla la ejecución de los programas (véase Fig. 4). Este procesador dispone de una unidad lectora de cinta, una unidad perforada y una impresora. El procesador de control lee la cinta perforada donde está almacenada la lista de fallos a simular, dando instrucciones al operador para que los inserte. El operador lo hace y da la señal de comienzo de la prueba. El procesador de control inicia entonces la carga de los programas en el sistema a probar.

Los programas que se cargan y ejecutan en primer lugar en este proceso son los de identificación de módulos defectuosos. Una vez identificado el módulo en

TEST AND TROUBLE NUMBER	FN	PBA	MODULE	LOCATION
CO1 V 0000 F11F P 0000	0147	V	CPU	A03
CO1 V 0000 F11F P 0000	0148	V	CPU	A02
CO1 V 0000 F11F P 0000	0150	V	CPU	A04
CO1 V 0000 F11F P 0000	0151	V	CPU	A04
CO1 V 0000 F11F P 0000	0153	V	CPU	A04
CO1 V 0000 F11F P 0000	0156	V	CPU	A04
CO1 V 0000 F11F P 0000	0160	P2	CPU	A17
CO1 V 0000 F11F P 0000	0161	R	CPU	B27
CO1 V 0000 F11F P 0000	0163	R	CPU	B24
		R		B21
CO1 V 0000 F11F P 0000	0168	R	CPU	B30
		V		A05
CO1 V 0000 F11F P 0000	0169	ID	CPU	B11
CO1 V 0000 F11F P 0000	016B	P2	CPU	A18
		P2		A17
		P1		A19
CO1 V 0000 F11F P 0000	0172	MR	CPU	A12
		P2		A18
		P1		A19
		P2		A16
CO1 V 0000 F11F P 0000	0176	P2	CPU	A18
				A17
CO1 V 0000 F11F P 0000	017A	P2	CPU	A17
CO1 V 0000 F11F P 0000	017E	V	CPU	A05

Fig. 3 Diccionario de faltas.

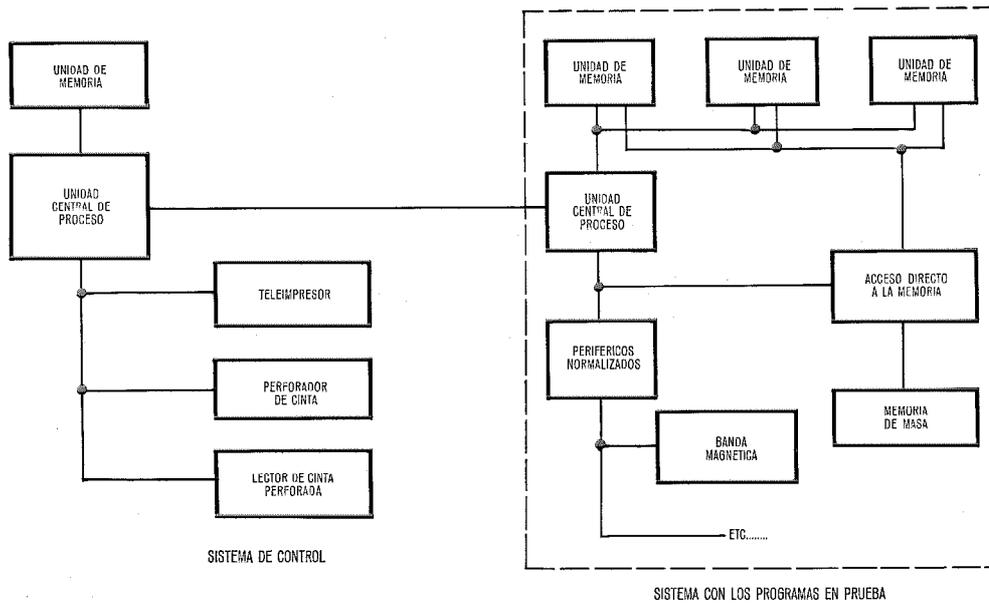


Fig. 4 Configuración de prueba de los programas de mantenimiento.

que está el fallo, el procesador que ejecuta las pruebas arranca automáticamente el programa de diagnóstico correspondiente y memoriza los resultados de las pruebas, enviándolos al procesador de control. Este último procede entonces al ciclo de prueba de la falta siguiente. Al cabo de una serie de pruebas el procesador de control descarga todas las informaciones recogidas sobre una cinta perforada. Estos datos se analizan cuidadosamente y, en caso necesario, se corrigen los programas de diagnóstico para eliminar los errores que pudiera haber.

Los resultados del proceso de simulación de faltas se han utilizado también para crear el diccionario de faltas y confeccionar estadísticas sobre la eficacia de los programas.

Las cintas perforadas producidas por el procesador de control sirven para formar un archivo central de faltas en una banda magnética.

Una selección de la información contenida en la banda permite, para un programa de diagnóstico dado, confeccionar la lista de tarjetas sobre las que se han simulado fallos que dan lugar a una falta del mismo código. Los códigos se archivan entonces en orden alfabético para hacer el diccionario de faltas y finalmente se imprime, mediante una impresora rápida, la lista de los códigos y las tarjetas afectadas.

Una variante de la selección permite realizar una estadística sobre la eficacia de los programas. En este caso se ordenan las faltas según su código, guardándose no obstante el número de faltas detectadas por el mismo programa de diagnóstico.

La columna 1 de la figura 5 contiene los códigos de las faltas. La columna 2 indica el número de fallos simulados que han dado lugar al código de su línea.

La columna 3 contiene una relación de las tarjetas en que se simularon las faltas, según el orden decreciente de la probabilidad, indicada en la columna 4,

con que el personal de mantenimiento encontraría el fallo en esa tarjeta al producirse un mensaje con el código correspondiente. Es evidente que esta conclusión es válida únicamente si los fallos que se presentan en la práctica son comparables a los simulados.

La columna 5 indica el porcentaje de los fallos que dan lugar al código correspondiente entre dos los simulados dentro del módulo.

La columna 6 indica el número medio de tarjetas que hay que sustituir cuando la falta ha dado lugar a ese código.

Además de estos resultados detallados, se deduce para cada programa una información general:

	1	2	3	4	5	6		
C01 V 0000 3258 P XXXX XXXX		4	4	1	BB	89,13 %	0,02 %	1,10 M
			2	TC	10,86 %			
C01 V 0000 3301 P XXXX XXXX		2	2	1	TC	100,00 %	0,01 %	1,00 M
C01 V 0000 3302 P XXXX XXXX		1	1	1	TC	100,00 %	0,00 %	1,00 M
C01 V 0000 3303 P XXXX XXXX		10	10	1	P1	44,44 %	0,03 %	2,26 M
			2	P2	15,87 %			
			3	P3	15,87 %			
			4	P4	15,87 %			
			5	TC	7,93 %			
C01 V 0000 3354 P XXXX XXXX		3	3	1	P0	100,00 %	0,00 %	1,00 M
C01 V 0000 3355 P XXXX XXXX		4	4	1	P1	100,00 %	0,01 %	1,00 M
C01 V 0000 3356 P XXXX XXXX		5	5	1	P2	100,00 %	0,02 %	1,00 M
C01 V 0000 3357 P XXXX XXXX		5	5	1	P3	100,00 %	0,02 %	1,00 M
C01 V 0000 3358 P XXXX XXXX		5	5	1	P4	100,00 %	0,02 %	1,00 M
C01 V 0000 3401 P XXXX XXXX		4	4	1	TC	75,00 %	0,01 %	1,25 M
			2	CP	25,00 %			
C01 V 0000 3402 P XXXX XXXX		1	1	1	TC	100,00 %	0,00 %	1,00 M
C01 V 0000 4101 P XXXX XXXX		15	15	1	AN	35,43 %	0,06 %	2,81 M
			2	D1	14,17 %			
			3	D2	14,17 %			
			4	D3	14,17 %			
			5	D4	14,17 %			
			6	CC	7,87 %			
C01 V 0000 4102 P XXXX XXXX		10	10	1	SC	45,09 %	0,05 %	1,84 M
			2	CD	30,19 %			
			3	CS	4,90 %			
			4	ID	4,90 %			
			5	MR	4,90 %			
C01 V 0000 4103 P XXXX XXXX		1	1	1	SC	100,00 %	0,00 %	1,00 M

Fig. 5 Ejemplo de resultados estadísticos obtenidos de la prueba del programa de la unidad central de control.

	Nº medio de placas a sustituir	Probabilidad de eliminar la falta sustituyendo a lo más:				Nº de fallos simulados
		1 tarjeta	2 tarjetas	3 tarjetas	4 tarjetas etc.	
Unidad central	2,7	0,51	0,70	0,8	0,85 ...	24.000
Controlador de memoria	1,5	0,74	0,89	0,94	0,96 ...	5.900
Acceso directo a la memoria	1,6	0,66	0,84	0,94	0,97 ...	4.300

Conclusión

Los resultados habidos en la prueba de los programas de diagnóstico han demostrado que se han alcanzado los objetivos propuestos. El tiempo de reparación del procesador ITT 3200 es casi siempre inferior a 30 minutos gracias a la eficacia de los programas de mantenimiento. Al producirse una falta, los programas indican directamente la tarjeta que debe sustituirse en el 50 al 70 % de los casos. Estos valores aseguran la fiabilidad del sistema de control centralizado del sistema Metaconta*, ganantizando un tiempo medio entre fallos totales del sistema superior a 100 años.

Referencias

- [1] S. Kobus, A. Kruithof y L. Viellevoye: Principio de control del sistema de conmutación Metaconta L; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 47 (1972) Nº 3, págs. 165—169.

- [2] G. Yelloz, T. Cagnac, A. P. Le Gall y C. J. Fruchard: El ordenador ITT-3200; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1971) Nº 1, págs. 38—46.

Thérèse Gagnac nació en París en 1928. Obtuvo la licenciatura de ciencias en la Facultad de Ciencias de París en 1952.

Entre 1952 y 1961 trabajó sobre tubos de microondas en la Compagnie Générale de TSF.

En 1961 se incorporó al Laboratoire Central de Télécommunications interviniendo en varios desarrollos de calculadores. En 1968 se hizo cargo del diseño de la unidad central del procesador ITT 3200. En la actualidad es responsable del departamento de procesadores.

Xavier Penet nació en París en 1943. Se graduó en 1967 en la Ecole Nationale Supérieure d'Électricité et de Mécanique de Nancy.

En 1968 se incorporó al Laboratoire Central de Télécommunications y participó en el desarrollo del procesador ITT 3200. Desde 1972 tiene a su cargo los programas de prueba y diagnóstico del ITT 3200.

* Marca registrada del sistema ITT.

Modelo de ruleta para la simulación simultánea de tráfico de señalización y conversación

El dimensionado de un moderno sistema telefónico y la determinación de su capacidad de tráfico están entre los más importantes problemas a resolver por un ingeniero que trabaje en telefonía. El uso del modelo de ruleta para tratar y resolver estos problemas se ha propuesto en un artículo anterior pero no referido al tráfico de pre-selección y registro. En éste se considera un uso más completo del método.

J. E. VILLAR DE VILLACIAN

J. R. DE LOS MOZOS MARQUES

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

Introducción y planteamiento del problema

Un sistema moderno de conmutación telefónica consta de una red de conexión a varias etapas (con redes de conversación y señalización integradas o separadas), enlaces y circuitos de señalización, una memoria y un procesador de alta velocidad gobernado por programa almacenado o bien una unidad de lógica cableada. El problema de la determinación de la capacidad de cursar tráfico, así como el dimensionado de tales sistemas constituye actualmente uno de los problemas más importantes para la ingeniería de tráfico. El problema puede resolverse con el concurso adecuado de técnicas de cálculo y simulación.

La simulación de tráfico mediante el modelo de ruleta se debe originalmente a Kosten [1] y constituye uno de los métodos de uso más extensivo para ayudar al dimensionado de las redes de conexión de los sistemas telefónicos. El método tiene el mismo nombre que el conocido juego a causa de su funcionamiento similar. Los instantes aleatorios de las paradas pueden representar los instantes en que aparece una llamada o los instantes en que una llamada en curso desaparece. Los avances conseguidos en procesadores y la gran flexibilidad en lenguajes de programación ha permitido no utilizar máquinas complejas para reproducir las operaciones previas. Actualmente el modelo de ruleta se realiza en un procesador digital mediante un intervalo subdividido en tantas partes como sucesos deban ser generados. La aleatoriedad se introduce mediante métodos numéricos para generar números pseudoaleatorios. Este modelo se aplicó inicialmente a la simulación de redes de conexión de sistemas de conmutación convencionales, en los que la selección conjugada se efectuaba sobre un pequeño número de etapas. Esta característica permitía simplificaciones tales como: división de la red completa en secciones, cada una de las cuales estuviera gobernada por un único proceso de selección conjugada, agrupamiento de los tráficos de señalización y conversación en un único flujo de tráfico ficticio, etc. En sistemas modernos, el principio de selección conjugada se aplica generalmente a un mayor número de etapas, incluso a veces a la red de conexión completa. Por otro lado, el establecimiento de una llamada en la red de conmutación requiere en ciertos instantes la ocupación simultánea de varios caminos que podrían pertenecer a diferentes secciones de la red. Por estas razones la simplificación consistente en dividir la red en secciones es normalmente no válida; la tendencia

actual es a simular centrales completas combinado todos los posibles flujos de tráfico y considerándolos dependientes.

Siguiendo esta tendencia, ITT presentó en un artículo previo [5] un modelo de simulación de tráfico para centrales completas; en este artículo la pre-selección y el tráfico de registradores no fueron considerados. Un paso más en esta dirección es el modelo que será presentado en este artículo y que incluye la red de conexión, los enlaces y los circuitos de señalización, suponiendo como hipótesis que las demoras introducidas por la unidad de control no son significativas comparadas con los tiempos de conversación y de señalización. Se tiene en cuenta incluso la dependencia que existe entre los flujos de tráfico de señalización y conversación. Este modelo ampliado se ha utilizado mucho en la simulación de sistemas de conmutación ITT para diseño y dimensionado. Se ha obtenido un alto grado de normalización hasta este momento.

La dependencia entre los flujos de tráfico puede ocurrir en formas muy diversas. Por ejemplo, en una red de conmutación en la que los flujos de tráfico de señalización y de conversación pueden usar los mismos caminos, el camino de conversación para una llamada local se establece normalmente después de acabada la fase de selección y haberse liberado los caminos asociados a los órganos de señalización de la red en esta fase. Para llamadas salientes, el camino de conversación puede haberse establecido antes de que la señalización haya terminado, etc. Volviendo al caso de las llamadas locales, el efecto de la dependencia es favorable desde el punto de vista de tráfico, puesto que el camino liberado, o una parte de él, podría ser usada para establecer el camino de conversación. Por contra, en el segundo ejemplo, al buscar camino entre el abonado llamante y el enlace saliente libre se sabe de antemano que existen varios caminos simultáneamente ocupados para señalización.

Por consiguiente, la secuencia operativa para cada tipo de llamada, y la ocupación simultánea de varias mallas de la misma matriz para una misma llamada, implica una dependencia entre los sucesivos estados de la red de conversación que la llamada va encontrando sucesivamente en sus fases de establecimiento.

A continuación se muestra el método de simulación usado para tener en cuenta los tráficos de señalización y conversación, así como la dependencia entre ellos. Se hacen también algunas consideraciones sobre las posi-

bles interpretaciones que pueden darse a los resultados de simulación en relación con los datos de entrada. Finalmente se tratan algunos aspectos prácticos del modelo como esfuerzo de programación, lenguajes, etc.

Aspectos generales de un modelo de ruleta para la simulación de eventos consecutivos

Debido a la gran variedad de estructuras de redes de conmutación con diferentes métodos de establecimiento de llamadas, el efecto de la dependencia explicado, en la sección anterior es variable con el sistema. Este hecho puede dificultar la descripción de una ruleta general independientemente del sistema a simular. Sin embargo, existen algunos aspectos básicos que pueden ser tratados con independencia del sistema. Por motivos de simplificación se harán las siguientes suposiciones:

- a) El sistema es de pérdida.
- b) Los tiempos de ocupación de los órganos de control serán despreciables con relación a los de conversación y señalización.
- c) La demora introducida por los órganos de control en el establecimiento o reposición de caminos en la red de conexión es despreciable.

Bajo estas condiciones, es posible considerar que el tiempo empleado por el sistema en modificar el estado de libertad u ocupación de los caminos en la red de conexión, es muy pequeño. En el artículo, dicho tiempo se supondrá nulo. El cambio de estado anteriormente mencionado puede ser provocado por eventos que pueden ser causados bien por los abonados (marcaje de cifras, descuelgue, etc.) o por el estado de la red de conexión (congestión de ruta, etc.). Resumiendo, durante el tiempo de permanencia de una llamada en la central, existen ciertos eventos capaces de modificar la condición de ocupación o libertad de los caminos en la red de conexión; dos eventos consecutivos determinan lo que en adelante será llamado fase de una llamada. Naturalmente la determinación de estos eventos y, como consecuencia, las distintas fases por las que atraviesa una llamada para un sistema dado y cierto tipo de llamada, depende de los procedimientos seguidos en el establecimiento de llamadas. Un ejemplo completo será dado en la sección siguiente.

Para mayor facilidad en la comprensión de los principios básicos de la ruleta para simular una red de conexión de las características mencionadas, se hará la exposición para un solo tipo de llamada.

Supóngase que las llamadas del tipo elegido tienen r fases, cada una de ellas con duración exponencial negativa de media $\tau_1, \tau_2 \dots, \tau_r$ respectivamente cuando tienen éxito.

Sea λ_v la tasa de generación de llamadas en el instante t (probabilidad de generación de una llamada en el intervalo $(t, t + dt)$ igual a $\lambda_v dt$). Esta tasa dependerá, en general, del número de llamadas v_1, v_2, \dots, v_r en progreso en cada una de las " r " fases, así como del número de llamadas de otros tipos que estén ocupando caminos en la red de conexión en ese instante; en resu-

men, λ_v es una variable que depende del estado " v " del sistema.

Bajo estas condiciones, si se desea simular un sistema como el anterior utilizando el modelo de ruleta, será suficiente definir en un intervalo cerrado $[0,1]^*$, tantos subintervalos como eventos puedan generarse. Dado que dos eventos delimitan una fase, " $r + 1$ " eventos delimitarán las " r " fases. Por consiguiente, para cada tipo de llamada considerado la ruleta constará de $r + 1$ intervalos I_p ($1 \leq p \leq r + 1$). A su vez, cada I_p tendrá una longitud variable L_{pv} que dependerá del estado " v " de la red de conexión. La longitud total de los intervalos, correspondiente no sólo al tipo de llamada considerado sino al total, no excederá la unidad; esta condición será llamada "condición de normalización", es decir:

$$\sum_{\text{tipos de llamada}} \sum_{p=1}^{r+1} L_{pv} \leq 1 \text{ para todo } v. \tag{1}$$

El generador de eventos puede describirse entonces en los siguientes términos:

"Un número aleatorio que pertenezca al intervalo I_p indica el final de la fase $p - 1$ (excepto para $p = 1$) y el comienzo de la fase p (excepto para $p = r + 1$)".

Mas aún, las longitudes correspondientes a los $r + 1$ intervalos cuando la red de conexión se encuentre en el estado " v ", satisface las siguientes relaciones, que dan las condiciones para la coincidencia de las probabilidades de los procesos real y simulado:

$$\frac{L_{1v}}{\lambda_v} = \frac{\tau_1 L_{2v}}{v_1} = \dots = \frac{\tau_r L_{(r+1)v}}{v_r} = \gamma \tag{2}$$

donde γ es una constante para todos los estados del sistema y para cualquier tipo de llamada.

Para definir la ruleta será necesario determinar el valor de γ que satisface la condición de normalización (1). En general, existirán estados para los cuales la suma de las longitudes de los intervalos asociados a todos los eventos será inferior a la unidad, existiendo, por tanto, un intervalo al que no corresponderá generación de ningún evento. Para que la eficiencia en cuanto a generación de eventos de los números aleatorios sea máxima, las longitudes de estos intervalos deberá ser mínima y, por tanto, el valor de γ máximo. La forma de obtener este valor máximo de γ es determinar el estado o estados de la red de conexión en el cual la suma de longitudes de los intervalos de generación de eventos sea máxima e igualarla a la unidad.

De las relaciones (2) se puede deducir que las longitudes $L_{2v}, L_{3v}, \dots, L_{(r+1)v}$ son proporcionales al número de llamadas en curso en cada una de las fases asociada a cada intervalo. Por consiguiente, cada uno de estos intervalos puede ser considerado como suma de tantos intervalos unitarios como llamadas en progreso en el grupo de enlaces de órganos en general utilizados por las llamadas en las fases correspondientes. De forma análoga, las longitudes de los intervalos de genera-

* Los puntos del intervalo $[0,1]$ que al ser utilizados como valor inicial en la generación de números aleatorios den lugar a secuencias de números que no satisfagan las condiciones suficientes de aleatoriedad, deberán ser eliminados de dicho intervalo.

ción de llamadas son proporcionales al número de fuentes de tráfico libres (una ruta entrante se considera como fuente libre cuando existe algún enlace libre en dicha ruta).

De acuerdo con lo anterior, existe al menos un estado v_p , para cada fase "p" de cada tipo de llamada para el cual el intervalo I_p tiene longitud máxima. Por ejemplo el máximo de longitud del intervalo de reposición de llamadas locales corresponde a todo estado para el cual los alimentadores locales estén totalmente ocupados. Si la condición (1) se sustituye por

$$\sum_{\text{tipos de llamada}} \sum_{p=1}^{r+1} L_{v^r p} = 1 \quad (3)$$

se satisface dicha condición, pero el valor encontrado para γ será normalmente inferior al óptimo. Debe señalarse, sin embargo, que este método de determinación de γ es muy usado en la práctica por su simplicidad.

Resumiendo los comentarios anteriores, es posible concluir que la ruleta puede ser definida una vez que se conocen las longitudes de los intervalos de los diferentes tipos de comienzo y fin de las fases, así como sus respectivos intervalos unitarios.

La adaptación de los principios básicos anteriores a la simulación de una central completa, requiere solamente la implantación de las fases reales y sus coeficientes de nacimiento y muerte para cada tipo considerado.

En la sección siguiente se describe una central hipotética a la que se ofrecen distintos flujos de tráfico para mostrar como se aplican los principios anteriores. Más adelante se describe la ruleta a utilizar para simular esa central.

Simulación de una central completa: Descripción de los flujos de tráfico

En lo que sigue se considera una central terminal en la cual las redes de señalización y conversación pueden estar integradas parcial o totalmente. Si se supone que la central opera con los cuatro tipos de llamada: local, saliente, entrante y de tránsito, los órganos de conversación y señalización conectados a la red de conexión podrían ser los siguientes:

- Registradores locales (utilizados para la recepción de los dígitos correspondientes a llamadas locales y salientes).
- Registradores entrantes (utilizados para la recepción de los dígitos correspondientes a llamadas entrantes y de tránsito).
- Emisores (utilizados para enviar la información asociada a llamadas salientes y de tránsito a la central distante).
- Alimentadores locales (utilizados en la fase de conversación de las llamadas locales).
- Enlaces entrantes y salientes.

De acuerdo con el concepto de fase dado en la sección anterior, se da a continuación una descripción breve del tratamiento de cada tipo de llamada, así

como de las fases asociadas. Dado el gran número de variables necesarias, éstas serán obtenidas por combinación de distintos símbolos con significado propio. De esta simbología que se irá introduciendo a lo largo del artículo, se da a continuación una parte:

- τ representa la duración media de una fase con éxito.
- las letras l, i, o, t utilizadas como subíndices indican que la variable se refiere respectivamente a llamadas locales, entrantes, salientes y de tránsito,
- los números 1, 2, 3, ... utilizados como subíndices indicarán cada una de las fases sucesivas de las llamadas.

Llamadas locales (entrantes):

Primeramente el abonado llamante (enlace entrante) se conecta a un registrador local (entrante) en régimen de pérdida. Suponiendo que el abonado llamado está libre y que se han recibido todos los dígitos en el registrador correspondiente, comienza la búsqueda del camino abonado llamante (enlace entrante) a abonado llamado (en el caso de llamada local esta búsqueda se hace a través de los alimentadores locales). El camino usado para la conexión al registrador correspondiente, puede o no ser liberada antes que se establezca el camino de conversación. Este hecho no afecta a la definición de la ruleta. Si el abonado llamado está ocupado, el camino al registrador asociado se libera y el abonado llamante recibe tono de ocupación (todos los caminos establecidos para esa llamada se liberan).

De acuerdo con el tratamiento, pueden considerarse dos fases. La primera está determinada por los eventos generación de la llamada y reposición de camino entre el abonado llamante (enlace entrante) y el registrador local (entrante). La segunda fase está determinada por los sucesos de establecimiento y reposición del camino de conversación. Por consiguiente los valores τ_{1l} (τ_{1i}) y τ_{2l} (τ_{2i}) corresponderán a los tiempos medios de ocupación del registrador local (entrante) y del abonado llamado para llamada local (entrante) respectivamente. Nótese que a la segunda fase se le atribuye éxito cuando el abonado llamado está libre y además se establece el camino entre abonado llamante (enlace entrante) y abonado llamado. Por consiguiente se supondrá que en τ_{2l} (τ_{2i}) se incluyen también los tiempos correspondientes a llamadas dirigidas a abonado ausente y tono de llamada. Por motivos de simplificación se supondrá también que τ_{1i} y τ_{2i} no varían con la ruta entrante.

Llamadas salientes (de tránsito):

El primer paso es establecer la conexión entre abonado llamante (enlace entrante) y registrador local (entrante). En el momento en que se conoce el indicativo de ruta, si existen enlaces salientes libres en la ruta, se establecen los caminos necesarios entre abonado llamante (enlace entrante), emisor, enlace saliente y registrador local (entrante). Si alguna de las conexiones necesarias no puede ser establecida, la llamada se pierde. Cuando se han recibido los dígitos en el regis-

trador asociado y se han enviado a la central distante, se liberan todos los caminos establecidos excepto el que une al abonado llamante (enlace entrante) con el enlace saliente.

Se considerarán tres fases para este tipo de llamadas. La primera estará delimitada por los sucesos: generación de la llamada y recepción del indicativo de ruta. La segunda se determinará por los sucesos: establecimiento de los caminos necesarios para el comienzo de la señalización con la central distante (envío) y la liberación de todos los caminos utilizados para esta señalización. La tercera fase estará delimitada por los sucesos: fin de envío y reposición de la llamada. Por consiguiente $\tau_{10} (\tau_{1t})$, $\tau_{20} (\tau_{2t})$ y $\tau_{30} (\tau_{3t})$ serán los tiempos medios de duración de la recepción del indicativo de ruta, de ocupación de los emisores y de ocupación de los enlaces en fase de conversación. Debe señalarse que en $\tau_{30} (\tau_{3t})$ se incluyen los tiempos correspondientes a aquellas llamadas que se pierden, cualquiera que sea la causa, en la central distante, una vez completado el envío. Por tanto se considerará que la tercera fase tiene éxito si se logra establecer el camino entre el abonado llamante (enlace entrante) y enlace saliente. Por simplificación se supondrá que los tiempos de duración de cada una de las tres fases no varía con la ruta.

Finalmente, para poder definir correctamente cada flujo de tráfico se estudiarán separadamente cada una de las fuentes que produce dicho flujo. Hay que tener en cuenta que las únicas fuentes de tráfico son, en definitiva, los abonados; sin embargo, en el caso de tráfico entrante y de tránsito, las rutas entrantes pueden ser consideradas como fuentes que generan tráfico de Poisson truncado por la ocupación total de los enlaces de la ruta. Esta aproximación es razonable si se supone que el número de abonados de la central distante es muy superior al de enlaces de la ruta, que es el caso normal en la práctica. Por esta razón se tratarán los tipos de fuentes: abonados que generan tráfico de Poisson mientras están libres y rutas entrantes que generan también tráfico de Poisson, truncado por la ocupación total de los enlaces de la ruta.

Se utilizará la siguiente notación:

s, j, k : indicarán un abonado, ruta entrante o ruta saliente particular. Los subíndices indicarán origen y los superíndices destino.

λ : coeficiente de nacimiento de una fuente cuando está libre.

η : carga por fuente.

c : número medio de intentos de llamada generados por fuente, por unidad de tiempo.

π : congestión externa de una ruta.

De acuerdo con las hipótesis anteriores es posible definir los coeficientes de nacimiento para cada tipo de fuente libre en la siguiente forma:

$$\lambda_{sl} = \frac{c_{sl}}{1 - \eta_s}; \lambda_{so} = \frac{c_{so}}{1 - \eta_s}; \lambda_{ji} = \frac{c_{ji}}{1 - \pi_j}; \lambda_{jt} = \frac{c_{jt}}{1 - \pi_j}.$$

Determinación de la ruleta

En esta sección se describirá la ruleta para simular la red de conexión, cuyo procedimiento de tratamiento

de llamadas fue descrito de acuerdo con los principios generales establecidos previamente. La preparación de la ruleta se llevará a cabo en dos etapas; la primera se dedicará a la definición de los intervalos unitarios asociados a cada uno de los eventos; la segunda se dedicará al método para determinar el parámetro γ ya definido que satisface la condición de normalización.

Longitud de los intervalos unitarios

Se considerarán dos tipos de intervalos unitarios:

Para la generación de llamadas el intervalo unitario es el asociado a una única fuente libre; para el final de una fase es el intervalo asociado con una sola llamada en la fase correspondiente.

Sean G y R las longitudes de los intervalos unitarios que corresponden respectivamente a la generación de llamadas y finales de fases. A partir de la expresión (1) se deduce fácilmente las longitudes de dichos intervalos. Las expresiones son las siguientes:

Llamadas entrantes y locales:

$$\frac{G_{sl}}{\lambda_{sl}} = R_{1l} \tau_{1l} = R_{2l} \tau_{2l} = \frac{G_{ji}}{\lambda_{ji}} = R_{1i} \tau_{1i} = R_{2i} \tau_{2i} = \gamma.$$

Para llamadas salientes y de tránsito:

$$\begin{aligned} \frac{G_{so}}{\lambda_{so}} &= R_{10} \tau_{10} = R_{20} \tau_{20} = R_{30} \tau_{30} = \frac{G_{jt}}{\lambda_{jt}} = \\ &= R_{1t} \tau_{1t} = R_{2t} \tau_{2t} = R_{3t} \tau_{3t} = \gamma. \end{aligned}$$

Determinación del factor de normalización

El valor de γ debe elegirse de manera que se obtenga la mayor eficiencia en los números aleatorios destinados a generar eventos. Debe tenerse en cuenta que aunque el tiempo empleado por el ordenador en generar un número aleatorio es muy pequeño, las operaciones que se llevan a cabo con este número hasta conocer todas las características del evento que debe simularse, puede tomar un tiempo apreciable. Dependiendo del valor escogido para γ así como de las características de tráfico de la central, la cantidad de números aleatorios sin ningún significado puede ser lo suficientemente alta como para alargar innecesariamente una simulación. Por lo tanto es necesario buscar un valor de γ tan próximo como sea posible al óptimo con el fin de reducir al mínimo la cantidad de números aleatorios sin significado.

El procedimiento más utilizado para determinar un valor de γ consiste en calcular las longitudes máximas de los intervalos de la ruleta asociados a cada evento. Los eventos pueden agruparse en dos categorías: generación de llamadas y finales de fases. La longitud máxima de la porción de ruleta asociada a la generación de llamadas corresponde al mínimo de fuentes ocupadas; en el caso de finales de fase, la longitud máxima corresponde al máximo número de llamadas en curso. Por lo tanto, las longitudes máximas de los intervalos correspondientes a los intervalos de generación de llamadas serán:

$$\sum_s G_{sl} = \sum_j G_{ji}; \sum_s G_{so}; \sum_j G_{jt}$$

para llamadas locales, entrantes, salientes y de tránsito

Modelo de ruleta

respectivamente. De forma análoga las longitudes máximas de los intervalos asociados a finales de fases serán:

Para llamadas locales:

$$N_{Rl} \cdot R_{1l}; N_{Lj} \cdot R_{2l}$$

Para llamadas entrantes:

$$N_{Ri} \cdot R_{1i}; \sum_j N_{ji} \cdot R_{2i}$$

Para llamadas salientes:

$$N_{Rl} \cdot R_{1o}; N_e \cdot R_{2o}; \sum_k N_{ko} \cdot R_{3o}$$

Para llamadas de tránsito:

$$N_{Ri} \cdot R_{1t}; N_e \cdot R_{2t}; \sum_k N_{ko} \cdot R_{3t}$$

donde

N_{Rl} = número de registradores locales,

N_{Ri} = número de registradores de entrada,

N_{Lj} = número de cuadros locales,

N_e = número de emisores,

N_{ji} = número de enlaces entrantes por ruta j entrante,

N_{ko} = número de enlaces salientes por ruta k saliente.

A partir de estas expresiones el valor de γ puede determinarse fácilmente imponiendo la condición de normalización; una vez obtenido γ , se puede obtener el valor de la longitud máxima de cada uno de los intervalos de la ruleta definidos previamente. Como resultado de ello, es posible establecer una relación biunívoca entre los eventos a generar y los intervalos de la ruleta. La figura 1 muestra la ruleta definida por este procedimiento.

Existen algunos aspectos importantes a la hora de utilizar esta ruleta; entre ellos merece la pena destacar la determinación de los abonados llamante y llamado, así como las rutas entrante y saliente. En centrales telefónicas de gran tamaño, el número de intervalos en la ruleta es grande; como consecuencia la longitud de los intervalos unitarios (generación y final de fases) llega, en ocasiones, a ser tan pequeña que se corre el riesgo de perder la precisión suficiente para diferenciar dos intervalos consecutivos en la ruleta. En el caso de que esto ocurra se recomienda utilizar ruletas separadas. Los principios teóricos que se explican a continuación son válidos, independientemente de utilizar o no ruletas adicionales.

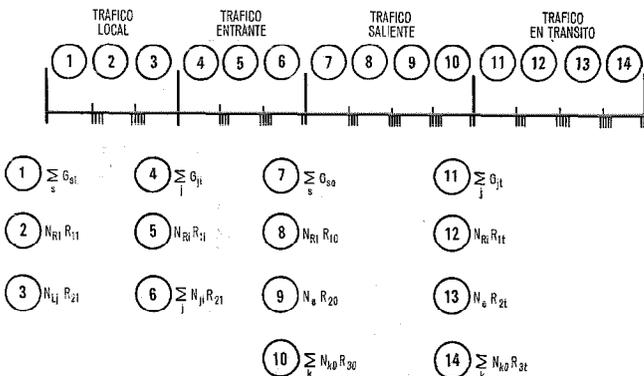


Fig. 1 Intervalos de generación de llamadas y finales de fase para la simulación de una central completa.

Identificación del abonado llamante y llamado

Para simplificar, se supondrá que las proporciones de tráfico saliente y localmente originado por abonado se mantienen las mismas para todos los abonados. La misma simplificación es válida para las proporciones de tráfico entrante y localmente terminado.

La determinación de los abonados llamante y llamado se realiza por medio de dos ruletas diferentes compuestas de tantos intervalos como abonados se trate de simular. Cada uno de los subintervalos tendrá una longitud proporcional al tráfico originado o terminado por abonado libre (dependiendo de que pertenezca a la ruleta, para determinar la identidad del abonado llamante o llamado). Si el número aleatorio pertenece a un subintervalo de la primera ruleta, se tratará de originar una llamada o no tendrá significado alguno, dependiendo de que el abonado asociado se encuentre o no libre. En el caso de la segunda ruleta, se tratará de la posibilidad de establecer bien una nueva llamada o una llamada perdida debido a la ocupación del abonado.

Identificación de las rutas entrante y saliente

La determinación de la ruta entrante se realiza mediante dos ruletas que se utilizan para llamadas entrantes y de tránsito respectivamente; cada una de ellas se divide en tantos subintervalos como rutas entrantes, siendo la longitud de cada subintervalo proporcional al tráfico entrante o de tránsito ofrecido por cada ruta entrante, respectivamente.

La identificación de la ruta saliente se realiza de forma análoga. La única diferencia es que la longitud de cada subintervalo será proporcional al tráfico ofrecido, saliente o de tránsito, a cada ruta saliente respectivamente.

Finalmente, y con el fin de ver como se trabaja con la ruleta principal, supongamos que un número aleatorio pertenece al intervalo 9 de la figura 1, es decir, final de la fase de envío de la llamada saliente e identificación del emisor asociado con dicha llamada. Los siguientes eventos pueden ocurrir:

- El emisor se encuentra libre. En este caso el número aleatorio no tiene ningún significado y se genera un nuevo número aleatorio.
- El emisor se encuentra ocupado por una llamada de tránsito. En este caso tampoco tiene significado alguno el número aleatorio.
- El emisor se encuentra ocupado por una llamada saliente. Supuesto que el tratamiento de este tipo de llamadas es el explicado en la "Simulación de una central completa: Descripción de los flujos de tráfico", se reponen todos los caminos y órganos asociados con la llamada, permaneciendo como único camino ocupado el correspondiente a abonado llamante — enlace saliente. Una vez que se realizan estas operaciones se genera un nuevo número aleatorio.

Por consiguiente es posible distinguir dentro de cada intervalo, subintervalos unitarios efectivos e inefec-

tivos. La suma de las longitudes de los subintervalos efectivos se denominará longitud efectiva del intervalo dependiendo su valor del instante considerado. Si el intervalo corresponde al final de una fase de un cierto tipo de llamada, su longitud en un instante determinado representa el tráfico cursado por los órganos envueltos en esa fase y en ese instante. De la misma forma, si el intervalo corresponde a generación de llamadas, su longitud representa la tasa de llamadas de las fuentes implicadas en esa fase.

La ruleta construida por este procedimiento presenta normalmente la desventaja de perder una gran cantidad de números aleatorios. Este efecto se debe al hecho de que el valor encontrado para γ no es el máximo (véase "Simulación de una central completa: Descripción de los flujos de tráfico") que puede obtenerse para el mismo conjunto de parámetros. De hecho si se analiza la ruleta de la figura 1 se observa que órganos como registradores locales, enviadores, registradores entrantes, etc., están asociados con dos o más intervalos de la ruleta. Esta situación da lugar a una baja eficacia en los números aleatorios generales, ya que en el caso de la ocupación total de los órganos, existirá al menos un intervalo asociado a una fase de un determinado tipo de llamada en el que la parte inefectiva será mayor, debido al hecho que los órganos están ocupados con otras fases de la misma o diferente llamada. Por otra parte, la eficiencia de los números aleatorios utilizados para la generación de llamadas puede considerarse aceptable.

Consideraciones acerca de los datos de entrada

En el modelo propuesto se necesitan los datos de tráfico siguientes:

- Tasa de llamadas originadas por fuente y destino.
- Tiempo medio de duración de las fases de cada llamada.

Estos datos no aparecen normalmente de forma explícita en las especificaciones de tráfico, pero en el caso de que éstas sean completas, los datos anteriores pueden deducirse fácilmente de ellas mediante fórmulas muy sencillas. Las especificaciones normales de tráfico suelen estar más orientadas a dar valores de tráfico ofrecido por abonado a registradores y rutas con el fin de permitir un dimensionado adecuado de registradores y enlaces. Sin embargo, el significado de este tráfico ofrecido puede ser discutible; mas aún, su interpretación puede depender de la filosofía del sistema (debido a que una llamada que es ofrecida a un conjunto de órganos en un determinado sistema puede perderse en otro sistema antes de ofrecerse a dichos órganos). La dificultad de definir valores de tráfico ofrecido independientemente de la filosofía de los sistemas, nos ha llevado a utilizar los datos de entrada mencionados anteriormente; los empleados para el modelo de tráfico usado (sistema de llamadas perdidas que no reaparecen), son completamente independientes de la filosofía del sistema.

Si se utiliza la definición de tráfico ofrecido esta-

blecida por el Comité de Nomenclatura del Congreso Internacional de Teletráfico al caso tratado en este artículo, se obtienen las siguientes fórmulas para el tráfico ofrecido por abonado, ruta entrante y ruta saliente.

$$\alpha_s = c_{sl} (\tau_{1l} + \tau_{2l}) + c_{so} (\tau_{10} + \tau_{20} + \tau_{30}) + \sum_j c_{ji}^s (\tau_{2l})$$

$$A_{l,j} = \sum_s c_{sl} \cdot \tau_{2l}$$

$$A_j = c_{ji} (\tau_{1i} + \tau_{2i}) + c_{jt} (\tau_{1t} + \tau_{2t} + \tau_{3t})$$

$$A_k = \sum_s c_{so}^k (\tau_{20} + \tau_{30}) + \sum_j c_{jt}^k (\tau_{2t} + \tau_{3t})$$

donde α_s y A_j son los tráficos medios ofrecidos por abonado s y por ruta entrante j respectivamente y $A_{l,j}$ y A_k son los tráficos ofrecidos a los enlaces locales y ruta saliente k respectivamente, supuesto que no se pierde ninguna llamada en preselección.

Sin embargo es importante tener en cuenta que con el fin de obtener el tráfico cursado a partir de los valores previos del tráfico ofrecido, se necesita considerar las pérdidas producidas por el abonado llamado o por cualquier otra causa. Debido a estas razones, pueden existir fuertes diferencias entre los tráficos ofrecidos y cursados aunque la congestión del sistema sea baja. Así, si η_s , T_j , T_k y T_{LJ} representan la ocupación media por abonado, el tráfico cursado por ruta entrante y saliente y el tráfico cursado por los enlaces locales respectivamente, se puede obtener las fórmulas siguientes:

$$\eta_s = c_{sl} Q_{ls1} \cdot \tau_{1l} + Q_{ls2} \cdot \tau_{2l} + c_{so} (Q_{os1} \cdot \tau_{10} + Q_{os2} \cdot \tau_{20} + Q_{os3} \cdot \tau_{30}) + \sum_j c_{ji}^s (Q_{ij2}^s \cdot \tau_{2i})$$

$$T_j = \sum_s c_{ji}^s (Q_{ij1}^s \cdot \tau_{1i} + Q_{ij2}^s \cdot \tau_{2i}) + \sum_k c_{jt}^k (Q_{tj1}^k \cdot \tau_{1t} + Q_{tj2}^k \cdot \tau_{2t} + Q_{tj3}^k \cdot \tau_{3t})$$

$$T_k = \sum_s c_{so}^k (Q_{os2}^k \cdot \tau_{20} + Q_{os3}^k \cdot \tau_{30}) + \sum_j c_{jt}^k (Q_{tj2}^k \cdot \tau_{2t} + Q_{tj3}^k \cdot \tau_{3t})$$

$$T_{LJ} = \sum_s c_{sl} \cdot Q_{ls2} \cdot \tau_{2l}$$

donde Q_{xac}^b representa la probabilidad de que un intento de tipo x ($= l, i, o, t$) originado por la fuente a y dirigido al destino b tenga éxito en las fases l a c , Q_{xac}^b para todos los destinos " b ".

Programación del modelo

El modelo descrito se ha utilizado con gran frecuencia en la simulación de los sistemas de conmutación ITT. Debido a la generalidad del concepto de ruleta descrito en "Aspectos generales de un modelo de ruleta para la simulación de eventos consecutivos" ha sido posible crear un programa modular en el que solamente se han programado los aspectos específicos del sistema a simular. El programa de simulación basado

Modelo de ruleta

en este modelo de ruleta está compuesto de dos partes principales para cualquier red de conmutación.

Programa director

Constituye la parte inteligente del programa y es independiente de la red particular que se simule. Realiza las siguientes tareas:

- Lectura de los datos de tráfico.
- Definición, a partir de los datos de tráfico, de los intervalos de la ruleta.
- Generación de sucesos determinando la fuente que produce la llamada y el destino.
- Generación de números aleatorios.
- Cálculo de datos estadísticos que son significativos con independencia del sistema simulado.

Programa particular

Esta es la parte del programa que reproduce en el ordenador los aspectos particulares del sistema de conmutación. Las principales tareas realizadas por este subprograma son:

- Lectura de los datos particulares del sistema.
- Decisión acerca de la posibilidad de ejecutar la tarea ordenada por el programa director (para determinar y/o generar una fase).
- Búsqueda de camino.
- Establecimiento del camino y reposición.
- Cálculo de las estadígrafos particulares para el sistema simulado.

El programa director consta de 3268 instrucciones ASSEMBLER y 1383 instrucciones FORTRAN. Un número típico para un programa: para un sistema de mallas de 6 etapas y 10.000 líneas, son 1800 instrucciones ASSEMBLER y 200 FORTRAN. El tiempo de ejecución para una simulación de las características anteriores es de 50.000 llamadas/hora en un ordenador adecuado.

Agradecimiento

A todos los miembros del Grupo de Trabajo de Tráfico de ITT y especialmente a G. Dietrich y J. P. Dartois por su constante colaboración durante el desarrollo del modelo.

Referencias

- [1] L. Kosten: Beschrijving van een machine voor Kunstmatig verkeer of elektronische basis. De Ingenieur 63 (1951), págs. 62—66.
- [2] G. Neovius: Artificial traffic trials using digital computers, Ericsson Technics 11, 1955, 2, págs. 279—291.
- [3] D. G. N. Hunter: Artificial traffic trials using a digital computer; Proc. IEE 107, 1960, págs. 353—359.
- [4] J. P. Dartois: Sur un problème de simulation de trafic du reseau de conmutacion d'un central urbain a commands centralisé; Comutation & Electronique, 30, 1970, págs. 36—45.
- [5] G. Dietrich: Modelo de tráfico para la simulación de centrales completas; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1971) N° 2, págs. 138—142.
- [6] L. Kosten: Simulation in traffic theory, 6th ITC, Munich 1970.
- [7] ITC Nomenclature Committee. Dictionary of English Language terms, 5th ITC, 1967, Nueva York.
- [8] J. E. Villar y J. R. de los Mozos: An extension of the roulette model to simulate speech and signalling networks, 7th ITC, Estocolmo 1974.

J. E. Villar de Villacián nació en Palencia, España, en 1939. Obrero su título de Ingeniero de Telecomunicación en el año 1965, comenzando este mismo año su trabajo con el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S. A. En el año 1970 fue nombrado jefe del Grupo de Ingeniería de Tráfico de dicho centro.

J. E. Villar es profesor de matemáticas en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.

José R. de los Mozos Marqués nació en Salamanca, España, en 1941. En 1963 se graduó como Ingeniero de Telecomunicación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid.

Ingresó en el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S. A., en 1969, donde ha participado en estudios de ingeniería de tráfico de los sistemas Pentaconta* y Metaconta*.

El Sr. de los Mozos es actualmente Jefe de la División de Estudios de Tráfico.

* Marca registrada del sistema ITT.

Sistema rural TW-10 E

El sistema rural TW-10 E diseñado por SESA-Madrid para la red provincial de enlaces por portadora para aplicaciones a abonados rurales, es un equipo versátil que incluye facilidades muy atractivas, tales como el convertidor de llamada universal, tarificación opcional durante la conversación, compansor de tipo silábico, facilidades universales de alimentación, posibilidad de instalación canal por canal hasta un máximo de 10 canales en la misma línea, facilidades de extracción e inserción de canales en cualquier punto de la línea y una reducción del trabajo de instalación y mantenimiento.

I. RODADO GOMEZ

Standard Eléctrica, S.A., Madrid, España

Introducción

La creciente necesidad de automatización de las áreas rurales precisa de ciertos equipos que sean capaces de proporcionar enlaces entre operadora y abonado con centrales automáticas o entre centrales automáticas, además de que el equipo pueda utilizar líneas y cables de baja calidad ya existentes.

Para los enlaces automáticos también es necesario que el equipo sea capaz de transmitir impulsos de tarificación (teletax) y que reúna un mínimo de características que le haga atractivo, tales como volumen reducido, fácil manejo, dispositivo de alarmas y telealarmas con circuitos de localización, posibilidad de equipado de baterías con mantenimiento nulo de las mismas, que sea económico, etc.

Está especialmente preparado para trabajar sobre líneas aéreas de baja calidad ya que dispone de un control de ganancia muy amplio (35 dB de regulación), incluye compansores para mejorar la relación señal/ruido y además permite convertir diafonías inteligibles en ininteligibles mediante la inversión de la banda lateral transmitida.

Se han previsto facilidades para la extracción e inserción de canales en cualquier punto de la línea con o sin filtros de segregación.

El ancho de banda total ocupado por el sistema va desde 8 kHz a 164 kHz, lo cual permite trabajar por el mismo par portador con la FV mediante un filtro de línea.

También puede combinarse en el mismo portador con un sistema de 3 canales, y con la disposición agrupada de canales es compatible con el sistema AF de 12 canales por línea aérea en la misma ruta pero distinto portador.

El equipo se ha realizado en la técnica internacional multiplex y existen versiones terminales para equipo de 10, 5 y 2 canales. Estos equipos van montados en cajas para su montaje en la pared o bien desprovistos de la misma permiten montarlos sobre bastidores tipo internacional multiplex.

Las unidades enchufables se equipan por deslizamiento sobre guías en los armazones correspondientes quedando conectados eléctricamente sobre el armazón mediante conectores verticales situados en el fondo del mismo. Un sencillo dispositivo mecánico asegura la retención de las unidades.

El equipado de los canales puede hacerse canal a canal teniendo la posibilidad de conectarlos parcialmente hasta un máximo de tres portadores. Esto permite disponer incluso de canales idénticos dentro del mismo equipo terminal, facilitando la operación de aprovechamiento de portadores con un mínimo gasto de equipo. En el diagrama del equipo de línea puede verse esta posibilidad en el armazón de 5 canales (Fig. 1 d).

Descripción del sistema

Descripción eléctrica

En la figura 2 se muestra un diagrama de bloques del equipo de canales de un sistema rural. Los circuitos activos del canal están ubicados en tres unidades, transmisión, recepción y convertidor de llamada, idénticas para todos los canales.

Las unidades de filtro de transmisión de canal, recepción de canal y supresor de banda lateral, constituyen los circuitos pasivos de cada canal. Esta última unidad de filtro equipa también el circuito tanque del oscilador de portadora.

Todos los filtros de canal están conectados en paralelo en el lado de línea y su diseño es tal, que permite la conexión de un número cualquiera de ellos sin necesidad de equipar redes compensadoras para sustituir a los filtros no equipados.

Vía de transmisión

La banda de audio de 300 a 3400 Hz procedente del equipo, es aplicada a través de la bobina híbrida y atenuador ajustable al compresor, consistente en una red de pérdidas variables y un amplificador de audio donde el volumen es reducido en la relación 2:1. A continuación la señal es aplicada al modulador a través de un filtro paso bajo con un margen de 3400 Hz donde se combina asimismo la frecuencia de señalización de 3825 Hz mediante un filtro paso banda.

La banda de audio modula una frecuencia portadora derivada de un oscilador, incorporado en la propia unidad de transmisión y cuyo circuito tanque se haya situado en la unidad de filtro supresor de banda lateral. El circuito modulador es activo y a la salida del mismo aparecen, con la portadora suprimida, las dos bandas laterales, una de las cuales es suprimida, a su vez, en el filtro supresor de banda lateral; a la salida

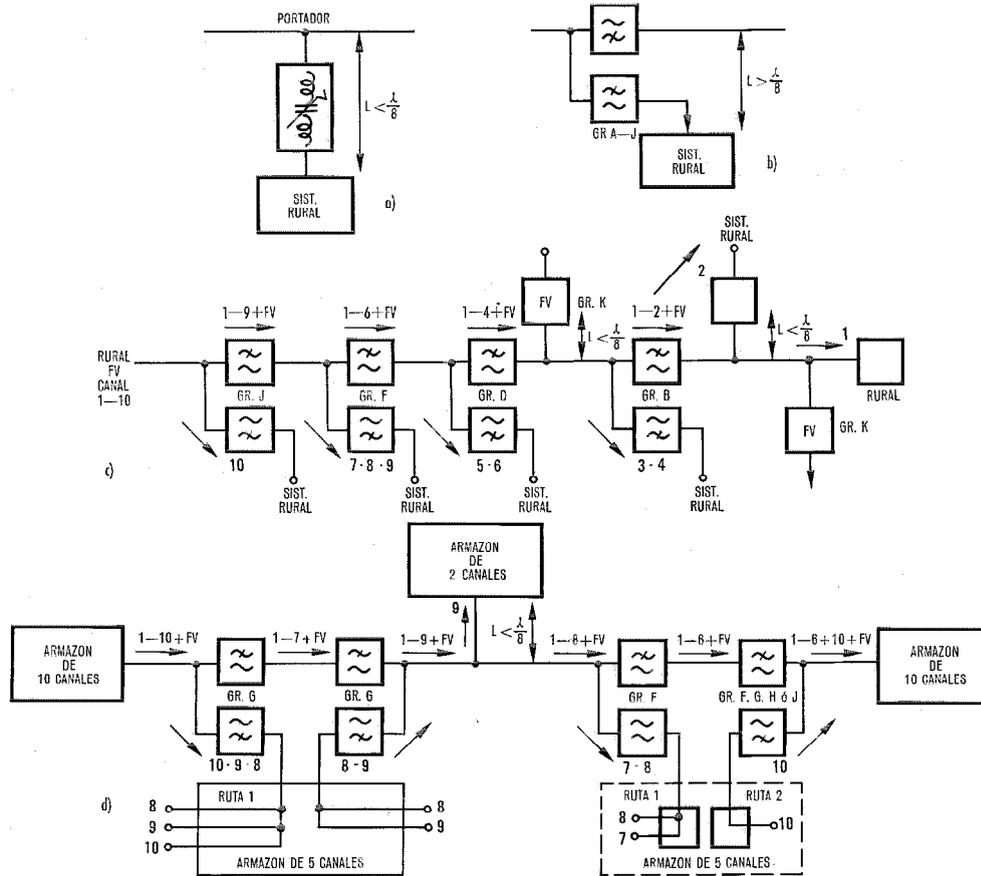


Fig. 1 Diagrama de bloques mostrando algunas posibilidades de conexión del sistema rural TW-10 E.

de este filtro es reinyectada nuevamente la portadora a través de un circuito combinador resistivo ajustable.

Posteriormente, banda lateral, portadora y frecuencia de señalización son elevadas al nivel requerido en línea, mediante el amplificador de transmisión al cual le sigue un atenuador ajustable para coordinación de niveles. A continuación, un filtro de canal deja pasar la portadora junto con la banda lateral deseada, que es transmitida a línea vía combinador, filtro de línea y autotransformador.

Vía de recepción

La señal procedente de línea, vía autotransformador filtro de línea y combinador, es seleccionada a la entrada del circuito de recepción mediante el filtro de canal, y después de atravesar una red de pérdidas variables, es elevada al nivel conveniente por medio del amplificador regulado, para su detección. La red de pérdidas permite una regulación de unos 35 dB aproximadamente.

Después de la detección, un filtro separa las señales de audio de la frecuencia de señalización. Las señales de audio una vez elevadas convenientemente son aplicadas al circuito expensor, el cual las expande en la relación 1:2 restaurando el margen de volumen al valor recibido a la entrada del compresor del terminal lejano.

La señal procedente del expensor es amplificada y enviada al equipo vía atenuador ajustable, bobina híbrida y circuito de llamada.

Circuito de señalización

Las señales procedentes del cuadro o equipo automático son transformadas, en el circuito convertidor de llamada, en impulsos de tierra, que a través del hilo M controlan un relé estático, el cual suprime o inyecta la frecuencia de 3825 Hz de acuerdo con el tipo de señalización utilizado.

En la vía de recepción es seleccionada dicha frecuencia a la salida del detector, la cual una vez rectificada es aplicada a un circuito de conmutación que a su vez opera un relé.

El contacto del relé actúa, a través del hilo E, a los circuitos del convertidor de llamada, los cuales se encargan de transformar estos impulsos de tierra en la señalización conveniente de acuerdo con el método de señalización utilizado.

Distribución de frecuencias

El sistema utiliza un total de 20 portadoras espaciadas 8 kHz, que representa el mejor compromiso para su uso en líneas principales cuando existen otros sistemas de A. F.

Cada vía utiliza una frecuencia portadora diferente. Dichas frecuencias van desde 12 a 164 kHz, siendo transmitidas a línea junto con la banda lateral inferior correspondiente. En caso de que existiera diafonía ininteligible entre sistemas, puede convertirse la misma en ininteligible desplazando las frecuencias portadoras en

4 kHz, lo que supone transmitir la banda lateral superior en lugar de la inferior.

La distribución de frecuencias puede ser escalonada o agrupada.

La distribución escalonada utiliza generalmente frecuencias portadoras adyacentes para cada canal. En caso de ser necesario, mediante cambio de las unidades enchufables de filtros de canal y supresores de banda lateral, se podría efectuar otras combinaciones.

En este método de distribución, los canales de mayor frecuencia deben utilizarse para las distancias más cortas.

La distribución agrupada es necesaria en aquellos casos en que por la misma ruta se equipan sistemas de A. F. de 3 ó 12 canales, o bien cuando quiera utilizarse repetidores para el sistema rural; entonces las frecuencias bajas se utilizan para una dirección de transmisión y las frecuencias altas para la otra dirección.

Niveles y regulación

La señal de transmisión, según ya se ha dicho, está compuesta por banda lateral con portadora incorporada y por la frecuencia de señalización. La portadora se utiliza para la detección, funcionamiento del CAG y para alarma. La señalización se realiza fuera de banda.

El nivel nominal en línea de la banda lateral es de 0 dB_r siendo el de la portadora de +10 dB_{m0} y el de la señalización de -5 dB_{m0}.

El nivel nominal a la entrada de audio (4 HT) es de -18 dB_r y el nivel máximo a la salida de audio (4 HR) es de +9 dB_r.

Los canales pueden trabajar en un vano de atenuación máxima de 35 dB para la frecuencia más alta de cada canal y su control automático es capaz de restablecer el nivel nominal de audio con un error máximo

de 0,6 dB para variaciones de la atenuación del portador comprendidas entre 0 y 35 dB. Esta cualidad elimina el ajuste en A. F. en la puesta en servicio.

Un circuito de alarma bloquea a su vez el canal cuando la pérdida del portador sea mayor de 36 dB. Este bloqueo evita a su vez que se produzcan falsas llamadas en los canales cuando se transmita la señalización fuera de banda en la condición de tono en reposo. Cuando esta alarma ocurre en el terminal no atendido, éste suprime la portadora de la otra dirección del canal correspondiente apareciendo una alarma en el terminal principal.

Mediante una señal de prueba, tomada del oscilador de 3825 Hz, se puede comprobar si la alarma de fuera de margen de regulación corresponde a un fallo local o distante.

Facilidades de señalización

La señalización del sistema rural TW-10 E permite fundamentalmente realizar enlaces entre dos puntos distantes, de varias formas diferentes, utilizando para ello únicamente un solo tipo de unidad de convertidor de llamada universal. La frecuencia utilizada para la señalización entre terminales es de 3825 Hz y pueden establecerse dichos enlaces con tono en trabajo y tono en reposo.

Se describen a continuación los diferentes tipos de conexiones que pueden realizarse.

Enlaces manuales

Estos tipos de enlaces permiten la comunicación de operadora a operadora con llamada manual.

El sistema prevé la llamada entre operadoras:

- Por corriente alterna de 17 Hz
- Por corriente continua a 2 H

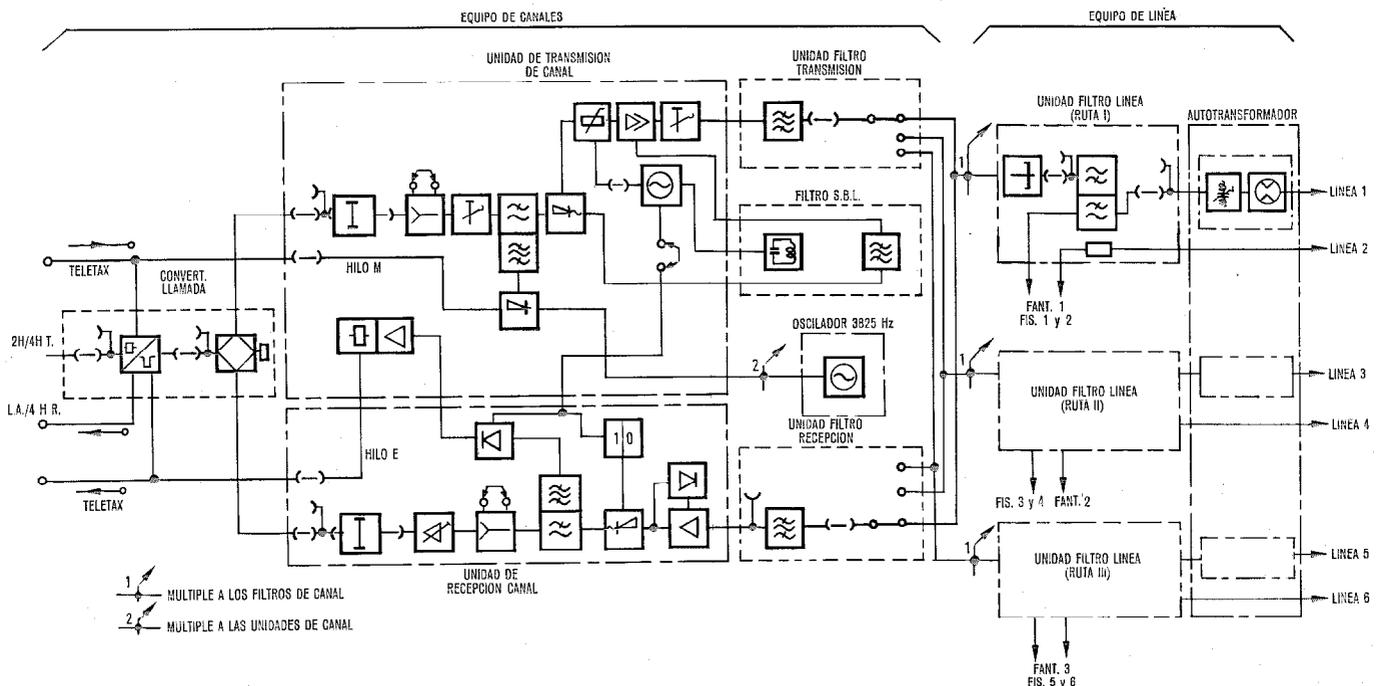


Fig. 2 Diagrama de bloques del sistema rural TW-10 E.

- Por corriente continua en tercer hilo
- Por hilos E y M.

En cualquier caso son compatibles, dentro de estas cuatro posibilidades, dos tipos de llamada simultáneamente, siendo posible la generación en el sistema de las tensiones necesarias para efectuarlas.

Enlaces ACI (abonado circuito interurbano)

Este tipo de enlace permite la conexión de un abonado distante a la central automática situada al otro extremo del enlace, como si se tratara de un abonado local de dicha central, o sea el abonado puede marcar automáticamente y ser llamado por cualquier otro abonado.

Este enlace permite utilizar la vía normal de señalización para la transmisión de las señales de cómputo y está especialmente indicado para fábricas, hospitales, cabinas telefónicas, etc., situados en lugares distantes del centro automático.

Enlaces por disco rígido (circuito automático de operadora)

Este tipo de enlace, quizá en la actualidad el más interesante, permite la incorporación de un centro cualquiera a la red automática distante. Dicho enlace es también bidireccional o sea que puede llamar y ser llamado automáticamente.

La incorporación del circuito del teletax a este tipo de enlace, permite a la operadora y a la compañía exploradora un perfecto y seguro control de las comunicaciones efectuadas.

Los tipos de enlaces ACI y Disco Rígido están previstos para su conexión a centrales de conmutación a 2 H.

Enlaces entre centrales automáticas a 4 H

Este tipo de enlace tiene mucha utilidad en el caso de automatización telefónica de una región, ya que permite enlace a 4 H entre dos centrales automáticas, pudiendo de forma económica ampliar la red automática nacional para ciertas zonas no muy densas telefónicamente y en las cuales no es rentable el establecimiento de grandes enlaces por coaxial o haces hertizianos.

Los cuatro tipos de enlaces indicados son compatibles simultáneamente en un solo sistema.

Circuito de teletax

Cuando los canales trabajan a 2 H como ACI (abonado circuito interurbano) o disco rígido (circuito automático de operadora) el sistema puede transferir hacia el abonado u operadora los impulsos de cómputo. Este circuito les permite un control del coste de la comunicación efectuada.

La transmisión de los impulsos de cómputo se realiza por los hilos E y M aprovechando que durante la conversación no se transmiten señales por dichos hilos. Un circuito de bloqueo, en combinación con la alarma

de fallo de portadora asegura el cese del cómputo del canal en avería.

A cada impulso de cómputo el equipo recibirá una tierra y dará una tierra en el extremo distante.

Circuito de bloqueo

Un circuito de bloqueo en combinación con la alarma de fuera de margen de regulación (fallo recepción) asegura el cese del cómputo, al simular un cuelgue de abonado. También evita llamadas hacia el abonado o selección del automático en caso de fallo de portadora cuando se trabaja con tono en reposo.

Alimentación principal

Para la alimentación de los equipos terminales se han previsto tres tipos diferentes de unidades de alimentación.

a) Unidad de rectificador con tensiones de entrada de 110, 120, 220, 230 y 240 V CA y tensiones de salida de 20 V CC estabilizados y 18 V CC no estabilizados.

b) Unidad de convertidor con tensiones de entrada de 24 y 60 V CC y tensiones de salida de 20 V CC estabilizados y 18 V CC no estabilizados.

c) Unidad de cargador de baterías con tensiones de entrada de 110, 120, 220, 230 y 240 V CC y tensiones de salida de 20 V CC estabilizadas y 18 V CC no filtrados.

Esta unidad alimenta a su vez a una batería formada por 14 elementos de Ni-Cd herméticos y de electrodos sinterizados y cuya autonomía varía entre 5 y 35 horas dependiendo del tipo de señalización y del número de canales equipados. Se utiliza sólo en los equipos de 5 y 2 canales.

Nota: Opcionalmente las unidades mencionadas pueden equipar una tarjeta de convertidor de CC o rectificadora para generar la tensión de 48 V para alimentación de abonado y la de ± 75 V que junto con el conmutador de 17 Hz forman el generador de llamada.

Tanto la salida de 20 V EST., 18 V S/EST., así como los 48 V de abonado están protegidos contra cortocircuitos. La salida de ± 75 V está a su vez protegida contra cortocircuitos a través de la unidad conmutadora de 17 Hz.

Alimentación de abonado

Cuando alguno de los circuitos funcione como ACI (abonado circuito interurbano) y en la central correspondiente no exista la tensión de 48 V puede equiparse en la unidad de alimentación del sistema una tarjeta de convertidor de CC o rectificadora para generar dicha tensión.

Generación de la tensión de 17 Hz para llamada

El circuito de generación de llamada de 17 Hz está formado por una tarjeta de convertidor de CC ± 75 V y por una unidad de conmutación de 17 Hz.

La tarjeta que genera la tensión de ± 75 V es la misma que se utiliza para la generación de los 48 V CC de alimentación de abonado, y se equipa en las fuentes de alimentación para proteger al equipo de las radiaciones electromagnéticas ya que esta unidad dispone de una pantalla magnética.

La unidad de conmutación de 17 Hz es transistorizada y conmuta a un ritmo de 17 Hz las tensiones de ± 75 V. La frecuencia de conmutación está controlada por un circuito multivibrador astable.

Circuitos de alarma

En caso de fallo de fuerza o de alguna de las frecuencias generadas, se produce automáticamente una alarma; igualmente ocurre en el caso de que el equipo de regulación automática de ganancia se vea obligado a trabajar fuera de las condiciones normales de regulación.

Cuando ocurre un fallo, éste puede ser visualizado, en la parte superior de la caja o en la unidad de alarmas centralizadas, mediante indicaciones ópticas.

La unidad centralizadora de alarma es capaz de detectar 21 alarmas de las cuales corresponden 10 a fallo de oscilador de portadora, otras 10 para indicar fuera de margen de regulación automática y una para el oscilador de señalización de 3825 Hz.

Un circuito formado por un conmutador y un pulsador permite localizar la alarma.

Cuando el conmutador está fuera de la posición normal (reposo) queda indicado mediante el circuito "ALARMA FUERA".

Por otra parte, las fuentes de alimentación disponen de dos lamparitas: una verde que indica que está funcionando correctamente y otra roja para indicar el fallo.

Tanto la unidad centralizadora de alarmas como las fuentes de alimentación permiten la señalización de las alarmas en otros puntos de la central.

Filtros de línea y de segregación

El equipo de planta exterior está formado por un conjunto de redes que permiten la conexión del equipo rural al portador en puntos terminales e intermedios, sin pérdida de los circuitos físicos y fantasmas; también permiten su combinación en el mismo portador con un sistema de 3 canales.

Las redes para montar en los equipos terminales son del tipo de unidad enchufable y las de exteriores van en cajas adecuadas para su fijación en poste o cruceta.

a) Redes para equipos terminales

Filtro de línea Rural/F. V.

Este filtro de línea, montado en una sola unidad de tipo enchufable, combina la frecuencia vocal con los canales del equipo Rural.

Además equipa la bobina combinadora para adaptar las impedancias de salida de los filtros de canal y una red de equilibrio para el circuito fantasma. Finalmente

dispone de puntos de prueba para medidas en terminación y paso en el lado de equipo A. F. y lado de línea.

Los equipos terminales de 10, 5 y 2 canales pueden equipar hasta un máximo de 3, 2 y 2 filtros de línea respectivamente.

Se utiliza 3 ó 2 filtros de línea en un equipo terminal cuando se desean conectar los canales a 3 ó 2 portadoras diferentes con posibilidad de acceso a los circuitos físicos y fantasmas.

Las unidades de filtros serán sustituidas por unidades combinadoras cuando no se desee acceso a los circuitos físicos ni fantasmas.

En estos filtros se ha previsto una red resistiva de compromiso con el fin de aminorar las grandes variaciones de impedancia que pueden ocurrir cuando uno o varios canales son extraídos en puntos intermedios de la línea, sin utilizar filtros de segregación.

Filtro de línea Rural/3 canales

Este filtro de línea se utiliza para combinar un sistema de AF de 3 canales por línea aérea con el sistema Rural en el mismo portador. En este caso no es posible utilizar los canales 1 y 2 del sistema Rural.

El resto de las características son iguales a las indicadas para el filtro de línea Rural/FV.

Adaptación de impedancia y protecciones

Para la adaptación de impedancias se ha previsto una unidad que puede equipar 1, 2 ó 3 autotransformadores con la posibilidad de adaptar los 600 ohms, de la impedancia del equipo a los 130, 150 ó 170 ohms de la impedancia del cable.

También dispone de la posibilidad de adaptación 600/300 ohms para cuando se desee conectar el equipo en derivación (T-off) con el portador.

Esta unidad equipa además un descargador de 350 V CC entre cada hilo del portador y tierra y se utiliza como protección complementaria a los 600 y 230 V CC de las redes de poste.

b) Redes para poste

Filtros de segregación de línea

La extracción de un canal o varios canales a lo largo de una ruta puede hacerse mediante filtros de segregación o bien por conexión en derivación (T-off). Cuando la segregación se hace por derivación, la longitud de la conexión de la línea al equipo deberá ser menor de un octavo de la longitud de onda de la frecuencia más alta en paso. Con longitudes más largas de las indicadas se producen picos de absorción en la respuesta en frecuencia de la línea, que hacen a veces imposible el aprovechamiento de la totalidad de los canales previstos. Por otra parte es también deficiente la adaptación del equipo en derivación con la línea, en detrimento de su respuesta en frecuencia y alcance.

Para evitar todos estos inconvenientes se han diseñado 9 tipos de filtros de segregación con lo cual se pueden efectuar extracciones de canales con longitudes de la conexión de la acometida superiores a un octavo

de longitud de onda sin detrimento alguno de las características del canal o canales segregados y del canal o canales en paso.

En la figura 1 se muestran algunas posibilidades de segregación de los equipos rurales.

Cada filtro de línea de segregación consta de un filtro paso alto y de un filtro paso bajo y cuyas frecuencias de cruce y canales que segregan se dan en la tabla 1.

Tabla 1 - Frecuencias de cruce y canales segregados mediante los filtros.

Gr.	Frec. aproxim. de cruce en kHz	Canales segregados por el filtro paso bajo	Canales segregados por el filtro paso alto
A	22	1	2 al 10
B	38	1 y 2	3 al 10
C	54	1 al 3	4 al 10
D	70	1 al 4	5 al 10
E	86	1 al 5	6 al 10
F	102	1 al 6	7 al 10
G	118	1 al 7	8 al 10
H	134	1 al 8	9 y 10
J	150	1 al 9	10

Con estos filtros pueden hacerse una gran cantidad de combinaciones, segregando uno o más canales en un determinado punto, con la posibilidad de poder reinyectar algunos o todos los canales segregados.

Filtro de línea Rural/FV

Este filtro de línea es similar al descrito para los equipos terminales pero realizado en versión para poste.

Desprovisto del filtro paso alto puede conectarse en derivación con el portador para poder tener acceso con la FV a ambos lados del portador, sin perturbar a los canales del Rural en paso.

Adaptación de impedancias

Se utiliza una red similar a la descrita para equipos terminales pero en versión para poste y con protecciones como se indica en el apartado siguiente.

Protecciones

Todos los filtros de segregación, filtro de línea Rural/FV y adaptación versión poste están protegidos contra descargas atmosféricas e inducciones en las líneas aéreas.

Estas protecciones consisten en descargadores gaseosos de 600 V (frente rápido) y 230 V con bobina de drenaje.

Descripción mecánica

Las armazones de los equipos terminales pueden ser de 5, 3 ó 2 niveles y pueden ser fijados mediante tornillos a bastidores del tipo ISEP* o IM* o bien equiparse

* Marca registrada del sistema ITT

en cajas metálicas para su sujeción en la pared. La caja protege al equipo del polvo y de la humedad.

En cada nivel se equipan por deslizamiento las unidades correspondientes, las cuales quedan conectadas eléctricamente al armazón mediante conectores verticales situados en el fondo del mismo. Un sencillo dispositivo mecánico asegura la retención de las unidades.

Los distintos niveles que forman una armazón (ver Fig. 3) están unidos rígidamente entre sí e interconectados eléctricamente mediante una forma de cable, formando un conjunto totalmente autónomo.

Las conexiones a la central se efectúan a través de unas regletas de terminales enchufables, situadas en el lado derecho del armazón.

Las unidades presentan sobre su parte frontal puntos y jacks de prueba para efectuar cómodamente las medidas de conservación, sin necesidad de sacar las unidades y aunque el equipo se encuentre en servicio.

En las unidades, los componentes tales como resistencias, condensadores, transistores, etc., van montados en placas o tarjetas impresas que proporcionan fácil acceso a los mismos.

Los elementos que necesitan ajustes, tales como atenuadores, condensadores variables y potenciómetros son accesibles a través de la placa frontal de la unidad o bien pueden ajustarse en algunos casos extrayendo la unidad del armazón. En este caso se facilita el proceso de ajuste utilizando tarjetas prolongadoras.

Armazones para equipos terminales

Existen tres tipos de armazones para equipos terminales:

— MAT-0132-11 A (Ver Fig. 3)

Armazón tipo IM* de cinco niveles con capacidad

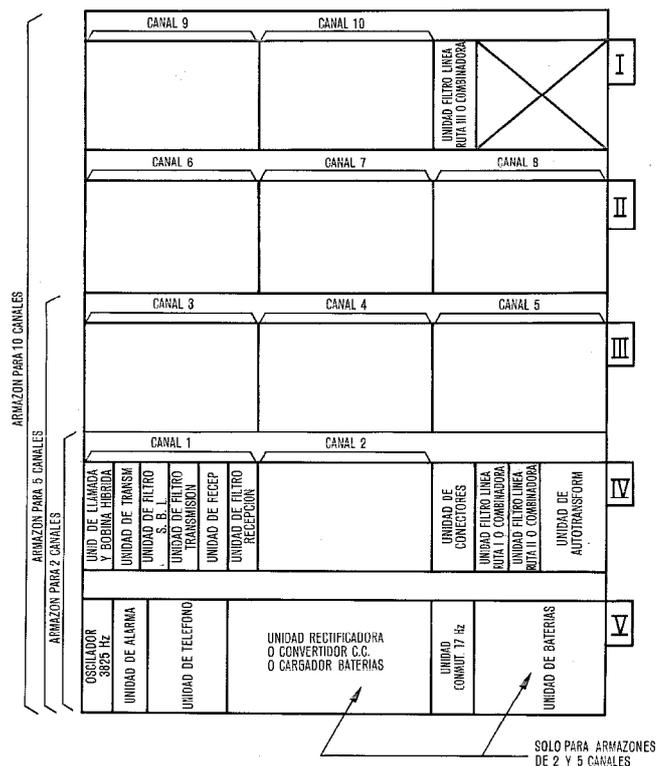


Fig. 3 Armazón del equipo terminal.

máxima para 10 canales con dimensiones de 627 mm de altura, 520 mm de anchura y 274 mm de profundidad considerándole montado en una caja.

- MAT-0132-12 A (Como el de la Fig. 3 desprovisto de los 2 niveles superiores)

Armazón tipo IM* de tres niveles con capacidad máxima para 5 canales con dimensiones de 414 mm de altura, 520 mm de anchura y 274 mm de profundidad considerándole montado en una caja.

- MAT-0132-13 A (Como el de la figura 3, desprovisto de los tres niveles superiores)

Armazón tipo IM* de dos niveles con capacidad máxima para 2 canales con dimensiones de 307 mm de altura, 520 mm de anchura y 274 mm de profundidad, considerándole montado en una caja.

Como ya se ha dicho, las armazones se pueden equipar desprovistas de cajas, en bastidores del tipo ISEP* o IM* de 2743, 2600 ó 1800 mm de altura, 520 mm de anchura y 255 mm de profundidad. La capacidad máxima, expresada en niveles IM* de estos bastidores es de:

25 niveles para el bastidor de 2743 mm

23 niveles para el bastidor de 2600 mm

16 niveles para el bastidor de 1800 mm.

En cada tipo de bastidor, se puede iniciar su equipado con un único canal, equipándose falsas unidades en lugar de las unidades no equipadas.

Cada canal está formado por un conjunto de seis unidades, de las cuales tres son circuitos pasivos diferentes para cada canal y las otras tres son circuitos activos idénticos en todos los canales. Esto facilita enormemente la conservación, disminuyendo considerablemente el material de repuesto.

Los circuitos pasivos son los dos filtros de canal y el

filtro supresor de banda lateral, y los circuitos activos son la unidad de canal de transmisión, la unidad de canal de recepción y la unidad convertidora de llamada universal, esta última opcional, y puede ser sustituida por una unidad de enlaces.

Conclusiones

Este sistema Rural viene a llenar un hueco existente en la automatización de las áreas rurales, al permitir el aprovechamiento de las actuales redes aéreas.

Una de sus mayores ventajas, aparte de poder conectar un abonado a una central automática distante, es el poder realizar un enlace automático bidireccional para operadora. Por ser este enlace bidireccional, permite reducir a la mitad el número de los mismos, ya que reúne las posibilidades de "enlace de llegada" y "enlace de salida".

Por otra parte, la incorporación de la señalización fuera de banda permite a los enlaces automáticos disponer de una vía de señalización capaz de transmitir señales durante los períodos de conversación.

Finalmente, la incorporación de un sistema de telealarma y la realización de un diseño idéntico de los circuitos activos de los diferentes canales, permiten su instalación en centrales no atendidas, con un coste mínimo de mantenimiento.

Ignacio Rodado Gómez nació en 1933 en Alhambra, provincia de Ciudad Real (España). Estudió Telecomunicación en la Escuela Oficial de Telecomunicación de Madrid. En 1955 obtuvo el título de Ingeniero Técnico, ingresando ese mismo año en Standard Eléctrica, S.A.

Ha desarrollado diversas actividades en equipos de comunicaciones por alta frecuencia y actualmente es jefe de la Sección de Líneas Aéreas y Cables de la División de Transmisión y Radio.

La diafonía en el área local y el secreto de las conversaciones

Los avances tecnológicos de los últimos años han permitido la mejora de las características de transmisión en el área local, sobre todo en lo que se refiere a los niveles de la señal de conversación y a la disminución del ruido. Sin embargo, dichas mejoras pueden afectar negativamente a las características de diafonía, sobre todo en el caso de la llamada "diafonía social", en la cual no sólo se oye una conversación, sino que se reconoce la identidad de las personas que la mantienen. Este artículo analiza las relaciones existentes entre los parámetros que determinan la diafonía, prestando especial atención al desequilibrio de capacidad en los cables.

H. WILLIAMS
H. W. SILCOCK
D. SIBBALD

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Reino Unido

Introducción

Siempre se ha reconocido la importancia de la diafonía inteligible. Cuando se redactaron las primeras recomendaciones del CCITT, hace ya 40 años, sobre circuitos internacionales, ya se consideró este aspecto y se hicieron cálculos para poder llegar a resultados aceptables.

La razón primordial estriba en que el control de la diafonía resulta ser un requisito fundamental que afecta al diseño de todas las partes integrantes del equipo y cable que se usan para cursar una llamada telefónica; de ahí su capital influencia sobre el coste. De hecho, si el nivel de diafonía inteligible sobrepasa un cierto límite, el secreto de la comunicación puede verse seriamente afectado. La verdad es que no se sabe mucho acerca del efecto perturbador de la diafonía inteligible, salvo el que su naturaleza silábica tiende a distraer la mente del abonado de su propia conversación. Cuando se consideran casos particulares, lo normal es que el análisis se concentre sobre el aspecto de secreto de la comunicación.

Durante los últimos años, se ha acentuado la atención prestada a este problema en el ámbito internacional, y más concretamente, dentro de los Grupos de Estudio XII y XVI del CCITT. Las administraciones telefónicas experimentan este problema en las propias redes, problema que está siendo replanteado debido a diversos cambios técnicos que poco a poco van haciendo su aparición. Dichos cambios, entre otros, son:

- Mejora de la calidad de los elementos transductores.
- Tendencia a una mayor atenuación en el bucle de abonado, lo que conduce a unos mayores niveles de salida a la línea, y a unos receptores más sensibles, a fin de conservar el valor global de la pérdida de transmisión en el bucle.
- Sistemas de conmutación y transmisión que introducen menos ruido.
- Interés suscitado por la publicación de información y recomendaciones por parte del CCITT.

Muchas facetas de esta cuestión requieren un estudio considerable, pero este artículo se ciñe sólo a una fuente importante de diafonía: la red de abonado de una central local.

La diafonía inteligible en el área local

Si se considera una llamada telefónica originada en un aparato de abonado, los elementos que intervienen en el proceso de la diafonía aparecen en la figura 1. Se puede apreciar que en este modelo simplificado, las fuentes de diafonía son el cable y la central. Dejando a un lado, por el momento, la influencia de los factores humanos, la importancia de la diafonía dependerá de:

- El nivel de potencia en línea de la señal.
- La sensibilidad del receptor del aparato de abonado.
- El ruido introducido por el cable y la central.
- La paradiafonía en el cable y en la central.

La telediafonía no suele ser un factor importante. El valor de la diafonía se podrá calcular si se conocen estos parámetros más otros característicos del país en cuestión (tales como distribución de longitudes de los bucles de abonados, etc.). Se necesitará además cierta información adicional para determinar si la diafonía es inteligible o sólo detectable en presencia de ruido (a definir más adelante). Naturalmente, los cálculos han de tener en cuenta la distribución estadística de los volúmenes de voz y las agudezas auditivas de los abonados. La característica estadística de los factores ya mencionados, así como de los factores humanos, hace que las administraciones establezcan sus criterios, como en muchos otros casos relativos a la calidad de servicio, sobre la base de la probabilidad de oír una conversación extraña en un determinado universo de abonados. Ahora bien, algunos de los factores pueden resultar un tanto polémicos. Por ejemplo, ¿cuál es la probabilidad

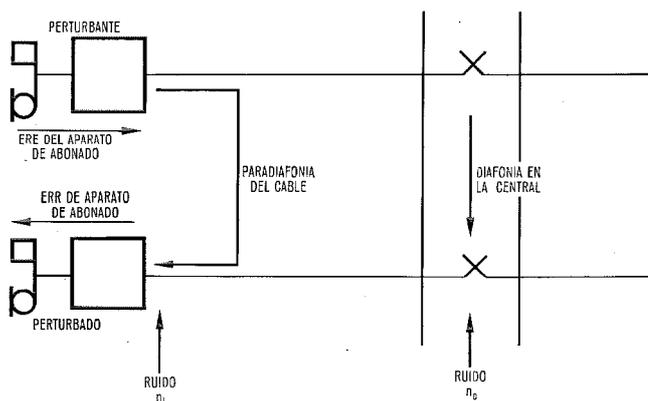


Fig. 1 Factores que determinan la diafonía.

de que un abonado perturbado esté sobre la línea, callado, al mismo tiempo que un abonado perturbante? En los ejemplos que siguen a continuación, se ha supuesto en principio que el abonado perturbado está escuchando constantemente. Se podrá ver que incluso con esta hipótesis los cálculos son relativamente complicados y son hasta cierto punto cuestionables por la ausencia de estadísticas adecuadas. Hechas estas consideraciones generales, se puede pasar ahora a analizar los trabajos que han llevado a las actuales recomendaciones del CCITT y a futuros estudios.

Según se puede apreciar en la figura 1, el camino de la diafonía, de boca a oído, está constituido por tres sectores:

- La parte transmisora del aparato de abonado.
- El camino de diafonía en el cable (por ejemplo).
- La parte receptora del aparato de abonado.

Pero además el resultado es subjetivo. El procedimiento universalmente aceptado para describir la pérdida en el camino boca-oído se basa en una comparación con un camino de referencia (NOSFER); la pérdida adicional (en dB) que es necesario introducir en el sistema de referencia para dar un volumen igual que en el sistema bajo evaluación se denomina Equivalente de Referencia. El concepto de Equivalente de Referencia es materia de discusión en muchos laboratorios, pero a efectos de planificación se puede tomar como suficientemente preciso y representativo. El Equivalente de Referencia total de un camino de conversación se puede desglosar en Equivalente de Referencia de Emisión (ERE) del aparato de abonado, Equivalente de Referencia de Recepción (ERR) del otro aparato de abonado, y la pérdida entre ambos. Nótese que al tratar el problema de esta forma se tienen en cuenta las características de cada tipo de aparato de abonado, es decir, cuanta "amplificación" introducen. Hay que señalar que es necesario conocer los Equivalentes de Referencia de un aparato en aquel punto en que la atenuación para la diafonía es mínima, y que tales Equivalentes pueden depender de la longitud de la línea, si el aparato de abonado está regulado. Los Equivalentes de los aparatos no siempre se dan aisladamente; en muchos países se dan incluyendo una línea de abonado típica. Para obtenerlos aisladamente habría que restar el doble de la atenuación de tal línea, de la suma de ambos equivalentes. La manera de distribuirlos dependerá de las longitudes de bucle de abonado imperantes en el país en cuestión.

Por lo que se refiere a diafonía en el cable, ésta depende de la frecuencia, pero se considera suficientemente preciso el valor medido o calculado a 1000 Hz.

La diafonía en el contexto social

La figura 2 muestra de una forma esquemática la constitución de la red de cables de abonado de una central local. De la central parte un cierto número de cables principales, generalmente de gran tamaño, los cuales terminan en puntos de interconexión con cables de distribución. Dichos cables, mucho más pequeños (generalmente de tamaño no superior a los pares) llegan

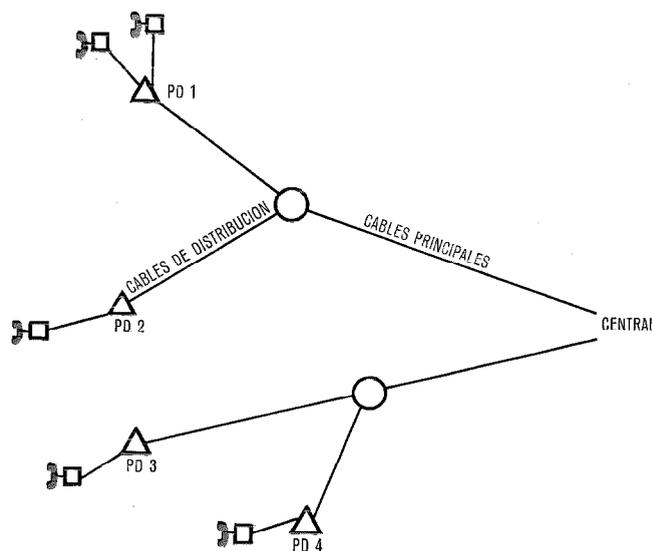


Fig. 2 Tendido típico de cables en áreas locales.

hasta los abonados (algunas veces mediante uno o dos tramos de hilo desnudo o mediante un pequeño cable subterráneo).

Es comprensible que a un abonado que depende de PD 1 le preocupe que su conversación sea escuchada por su vecino, que probablemente estará conectado también a PD 1 y será servido por el mismo cable de distribución. A este tipo de diafonía la denominaremos "Diafonía Social", la cual es potencialmente más importante que la diafonía entre un abonado en PD 1 y otro en PD 2 o PD 3.

La diafonía puede también aparecer en la propia central, sin que intervengan ahora los cables de la red de distribución, por ejemplo, entre abonados de PD 1 y PD 3, pero este tipo de diafonía es poco probable que caiga dentro de lo que hemos llamado diafonía social. En este punto los niveles son además más bajos, con lo cual la situación es aun más favorable. Sin embargo, la diafonía en la central no puede despreciarse por completo, sobre todo en el caso de las centrales modernas en las que el nivel de ruido es muy bajo. La situación resulta empeorada si se tiene en cuenta la tendencia general, experimentada durante la última década, a reducir el ruido en la línea, de tal forma que se está llegando a un dilema: desde el punto de vista de economía general del sistema, ¿hay que establecer un equilibrio entre ruido y diafonía inteligible?

La figura 3 muestra las curvas fundamentales referentes a la pérdida boca-oído para detectabilidad o audibilidad. Con el fin de que las curvas se puedan aplicar a todo tipo de aparatos de abonado, la ordenada representa la pérdida que ha de insertarse entre un aparato de equivalente de referencia de emisión cero y otro de equivalente de recepción cero con un nivel constante de salida en el terminal del aparato de -10 VU, para que la conversación comience a ser detectable o audible, respectivamente. Para obtener las curvas se usó un equipo de personas entrenadas, y el punto de detectabilidad o audibilidad queda determinado por el

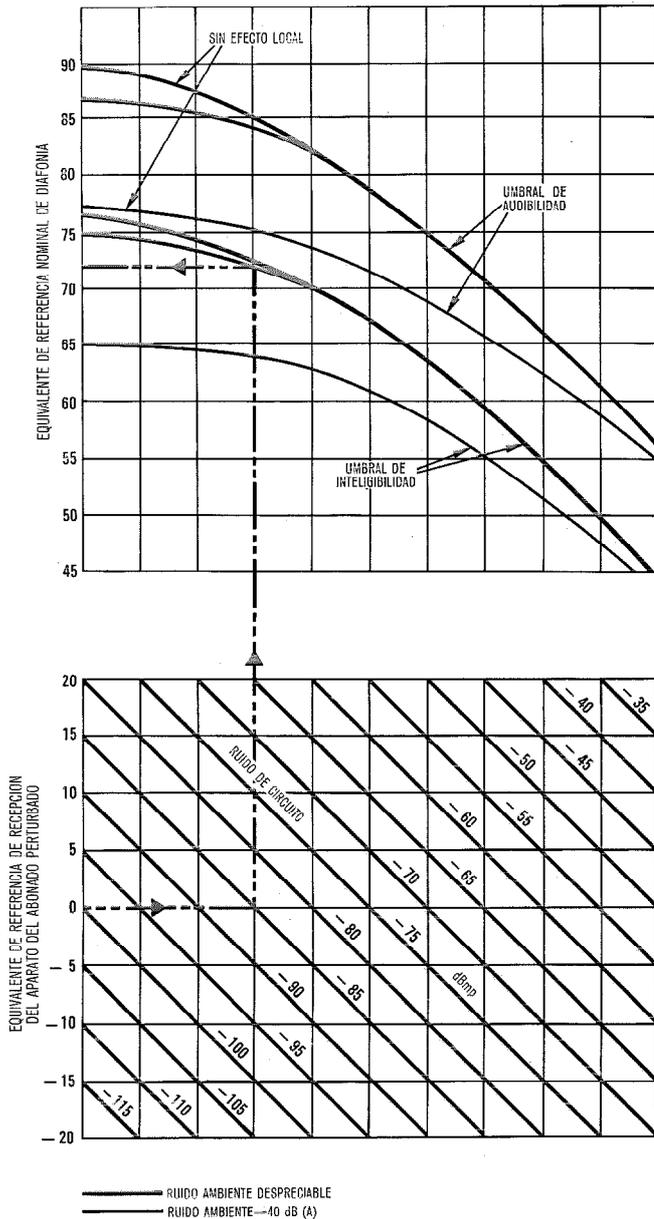


Fig. 3 Equivalente de referencia de diafonía en función del equivalente de referencia de recepción y el ruido de circuito.

nivel que ya no detecta el 50 % de las personas, y el otro 50 % opina que aún lo oye. El valor resultante se denomina Equivalente de Referencia Nominal, ya que no se ha obtenido por comparación directa con el NOSFER.

Con el fin de hacer más manejables las curvas, se ha introducido una corrección para tener en cuenta el nivel de la voz en el país considerado. Este factor se denomina C (tabla 1) y se da no sólo su mediana sino también su desviación típica. La figura 3 y las tablas 1 y 2 están tomadas de la Recomendación G116 (P16) del CCITT, "Efecto subjetivo de la diafonía directa".

Así pues, para poder usar las curvas ha de conocerse:

- a) La distribución estadística de los volúmenes de voz de los abonados.
- b) Las variaciones de agudeza auditiva. Generalmente están entre 4 y 6 dB de desviación típica.

c) El Equivalente de Referencia de Recepción del aparato del abonado perturbado.

Este último es el correspondiente a un aparato de abonado aislado pero trabajando en condiciones que representen una línea de abonado promedio. Dicho valor no siempre es obtenible directamente y ha de ser estimado restando la atenuación de la línea del Equivalente de Referencia de Recepción del bucle de abonado. La frecuencia a la que se calcula la atenuación varía algo dependiendo del calibre del par de abonado, pero no se comete un error importante si se toma 1000 Hz. Dicho error sería del orden de 3 dB.

La figura 3 da también las curvas correspondientes a los casos en que haya o no haya efecto local y también a los casos en que haya o no haya ruido ambiente. Nótese que existe una diferencia prácticamente constante, de unos 11 dB, entre las curvas de detectabilidad y audibilidad. Se podrían obtener curvas equivalentes partiendo de la teoría del umbral.

Tabla 1 - Valores medios y desviaciones típicas del factor c en varias Administraciones

Administración	Equivalente de referencia nominal de la conexión perturbadora	Valor medio estimado de C	Desviación típica estimada de C
	dB	dB	dB
AT & T	10	-2	4
	20	+2	
	30	+5	
Suiza	35	+3,5	4
Suecia	10	-6	5
Reino Unido	10	+3	4,8
	20	+4	
	30	+5	

Tabla 2 - Umbral de diafonía inteligible para un abonado medio en función del nivel de ruido a la entrada de un receptor de 0 dB de equivalente de referencia, para distintas condiciones de audición (basada en la Fig. 3)

N dBmp, nivel de ruido a la entrada de 0 dB ERR	T dB, equivalente de referencia nominal de diafonía		
	Ruido ambiente despreciable		+ 40 dB (A) de ruido ambiente con efecto local
	Sin efecto local	Con efecto local	
-100	76,5	75,0	65,1
-95	75,7	74,5	64,9
-90	74,0	73,0	64,2
-85	72,5	72,0	64,0
-80		70,0	62,5
-75		67,0	60,5
-70		63,0	58,0
-65		59,0	55,0
-60		54,5	51,5
-55		49,5	47,5
-50		44,0	43,0

Efecto del ruido de central

A continuación se analizan algunos de los efectos y propiedades del ruido de central, mediante un ejemplo basado en la discusión del párrafo anterior.

Las suposiciones para el ejemplo son (véase Fig. 1):

Ruido de central (N_c)	- 64 dBmp
Ruido de la línea (N_l)	0
Ruido ambiente (promedio)	40 dB (A)
Equivalente de Referencia del aparato de abonado (ERE + ERR)	- 3 dB medio; $\sigma = 2,5$ dB
ERR del aparato (promedio)	+ 3 dB; $\sigma = 4$ dB
Factor de volumen (C)	- 7 dB
Agudeza auditiva	0 dB; $\sigma = 5$ dB.

Se tendría:

Ruido en el extremo de la línea
 $- 64 - 3 = - 67$ dBmp

y usando la figura 3 para ERR = - 7 dB, ruido de circuito de - 67 dBmp y 40 dB de ruido ambiente, leeríamos:

Equivalente de Referencia Nominal de diafonía = 51,5 dB.

El valor obtenido es el valor medio, al cual hay que añadir el valor del parámetro C:

$$51,5 + 3 = 54,5 \text{ dB.}$$

La desviación típica sería la combinación de las desviaciones típicas de C y de la agudeza auditiva:

$$\sqrt{5^2 + 4^2} = 6,4 \text{ dB.}$$

El Equivalente de Referencia Nacional de Diafonía (ERND), según se aprecia en la figura 1 es la suma del ERE y ERR de los aparatos de abonado y la atenuación de paradiafonía del cable. Para esta última habrá que tomar varios valores, pero de momento se puede suponer que la distribución de la diafonía medida en dB es normal, con una media de 106 dB y una desvia-

ción típica de 12,5 dB. La distribución combinada tiene, pues, una media de $106 - 3 = 103$ dB y una desviación típica de $\sqrt{12,5^2 + 2,5^2} = 12,7$ dB. Se tienen así dos distribuciones, una con una mediana de 54,5 dB y una $\sigma = 6,4$ dB que representa, para el ruido supuesto, los puntos en los que la diafonía comienza a ser inteligible, para unos aparatos de abonado dados. La otra distribución tiene una mediana de 103 dB y una $\sigma = 12,7$ dB y representa las condiciones reales de diafonía en el modelo supuesto, teniendo en cuenta las condiciones de la línea y la diafonía del cable. Si se resta la segunda distribución de la primera, la distribución resultante permite evaluar todas las combinaciones que dan lugar a diafonía inteligible. Dicha distribución tendría una mediana de - 48,5 dB y una desviación típica de 14,26 dB. La parte de la distribución que está por encima de cero da la probabilidad de diafonía inteligible (0,034 %, dividiendo la mediana por la desviación típica).

Siguiendo estos pasos se ha construido la figura 4. Se han representado las probabilidades de inteligibilidad para tres valores de ruido de central (supuesto constante) de - 64 dBmp, - 70 dBmp y - 80 dBmp, que representan, respectivamente, una central de tipo antiguo pero todavía ampliamente usado, una central moderna de tipo crossbar y una central de uso futuro. La ordenada representa la paradiafonía del cable, dándose curvas para dos desviaciones típicas de la diafonía: 12,5 dB y 9 dB. Lo más sobresaliente de estas curvas es:

- el gran efecto del ruido de la central,
- el efecto notable de la desviación típica de la diafonía del cable. Una variación de 12,5 dB a 9 dB reduce la probabilidad de diafonía en una relación de 10 a 1, como mínimo,
- el efecto menor, aunque apreciable, de la mediana

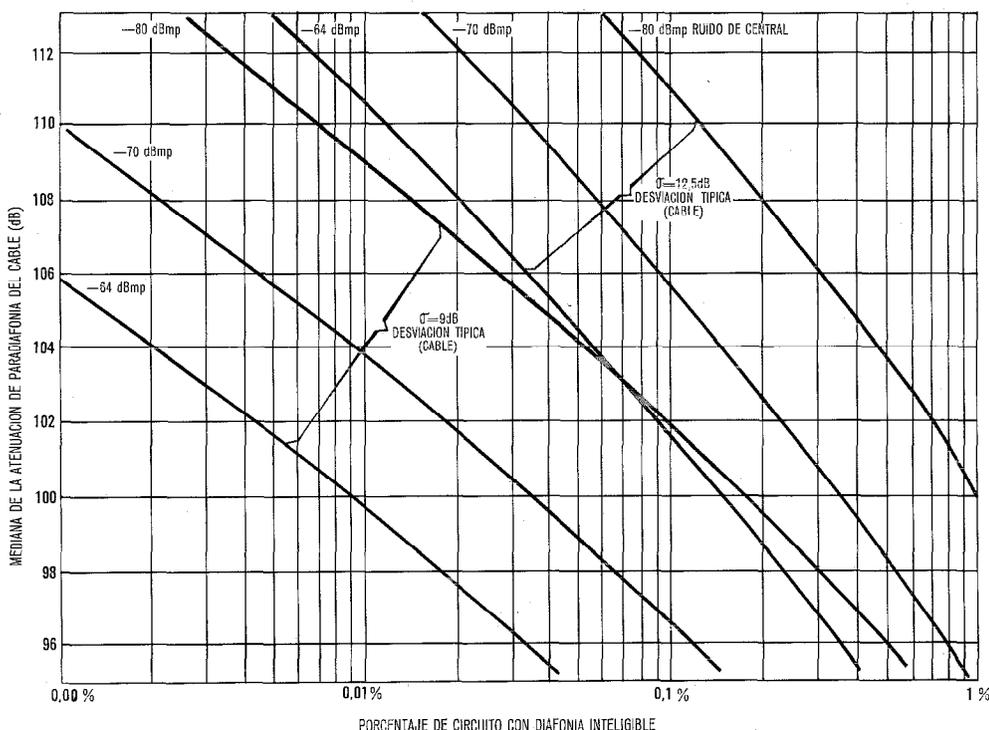


Fig. 4 Probabilidades de inteligibilidad para varios valores del ruido de central.

de diafonía. Una mejora de 3 dB reduce la probabilidad en una relación de 2 a 1.

Hay que recordar que toda la discusión anterior se ha basado en ciertas suposiciones. La más importante de ellas es quizás el que las distribuciones manejadas sean normales (en dB). Es sabido que algunas no lo son. Pero en cambio hay que resaltar que generalmente lo que se maneja son las colas de las distribuciones, y además que una combinación de distribuciones tiende a ser normal. La distribución de diafonía de cable se tratará detalladamente en párrafos siguientes.

Se han ignorado algunos factores en estos cálculos simplificados, principalmente debido a falta de información. Entre ellos, el efecto sobre la diafonía de cable del desequilibrio en los puentes de alimentación. A propósito de esto, ha de mencionarse que tales desequilibrios tienen un efecto mucho mayor cuando la diafonía es muy buena, pero muy poco cuando es mala, es decir, en la cola de la distribución.

Los cálculos anteriores pueden refinarse de muchas maneras, pero se cree que son suficientes para poder comparar distintas condiciones. Gran parte de los factores implicados no se pueden determinar con gran precisión y varían de una ciudad a otra.

Por todo ello, la interpretación de las probabilidades obtenidas como resultado ha de hacerse con las naturales reservas, y considerar que se trata más bien de cifras orientativas, sin que se puedan adoptar decisiones basadas en cifras rígidas, ya que las consecuencias económicas pueden ser importantes.

A lo largo de esta introducción se han utilizado distintos conceptos, tales como actividad de los abonados perturbante y perturbado, sin entrar en detalles. Estos factores se estudian a continuación con más profundidad para obtener una idea más clara de su contribución a la diafonía inteligible.

Cálculo de la diafonía a partir de los parámetros del cable

Sean dos pares próximos a lo largo de un elemento corto de un cable largo (Fig. 5). Se puede considerar que el circuito perturbante está constituido por un generador de impedancia Z_0 , conectado mediante un par de corta longitud a una carga Z_0 . Análogamente, el circuito perturbado se puede considerar como un par de corta longitud terminado en ambos extremos por sendas impedancias Z_0 . Ignorando, de momento, el acoplamiento inductivo y considerando sólo el acoplamiento capacitivo entre las dos secciones de circuito, podremos tener seis posibles "fugas" capacitivas entre los cuatro hilos, no teniendo en cuenta las corrientes a través de tierra o a través de la cubierta del cable.

En la figura 6 C_{12} y C_{34} son la capacidad mutua de la sección de circuito de cada par, y como a frecuencias vocales su impedancia es alta comparada con Z_0 , pueden despreciarse en el cálculo. Existen dos trayectorias para la diafonía, en una de ellas el voltaje V da lugar a una corriente a través de C_{13} , Z_N y Z_F en paralelo, y C_{24} para cerrar el circuito. La otra trayectoria es a través de C_{14} , Z_N y Z_F en paralelo, y C_{23} para cerrar el

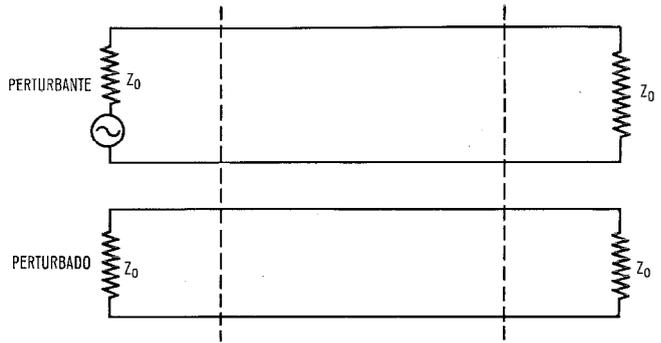


Fig. 5 Pares próximos en un trozo corto de cable.

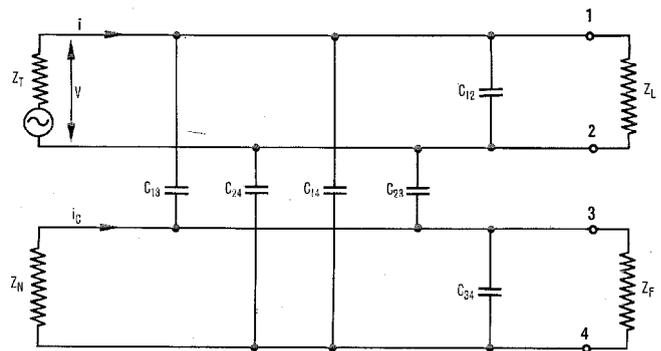


Fig. 6 Acoplos capacitivos entre dos pares de un trozo corto de cable.

circuito. (Otras posibles trayectorias a través de elementos puramente capacitivos pueden despreciarse debido a su impedancia relativamente alta, o a que no contribuyen a la corriente que circulará por Z_N o Z_F).

En ambos casos las corrientes se dividen por igual entre Z_N y Z_F , pero son de sentido opuesto. La corriente i_c es

$$i_c = \frac{1}{2} V \left[\frac{C_{14} C_{23}}{C_{14} + C_{23}} - \frac{C_{13} C_{24}}{C_{13} + C_{24}} \right] j\omega \tag{1}$$

$$= \frac{1}{2} V \left[\frac{(C_{13} + C_{24}) C_{14} C_{23} - (C_{14} + C_{23}) C_{13} C_{24}}{(C_{14} + C_{23})(C_{13} + C_{24})} \right] j\omega.$$

Como

$$C_{13} \doteq C_{14} \doteq C_{23} \doteq C_{24},$$

$$i_c = \frac{1}{2} V \left[\frac{C_{13} + C_{24} - C_{14} - C_{23}}{4} \right] j\omega$$

$$= \frac{1}{2} V \left[\frac{\Delta C}{4} \right] j\omega$$

$$= \frac{V \Delta C}{8} j\omega,$$

donde ΔC es el desequilibrio de capacidad entre los dos pares. La señal deseada es:

$$i = \frac{V}{Z_L}$$

o sea

$$i_c = i \frac{Z_0 j\omega \Delta C}{8}.$$

El tratamiento del acoplamiento inductivo se haría de una forma similar, dando

$$i_m = i \frac{j\omega \Delta M}{2 Z_0}.$$

En el extremo próximo al generador las dos corrientes i_c e i_m tienden a sumarse, mientras que se restan en el extremo lejano. (Suponiendo que el desequilibrio de capacidad se debe principalmente a variaciones en la posición geométrica de los hilos, más que a irregularidades del dieléctrico).

Por tanto, para la paradiafonía se tendrá:

$$i_x = i j\omega \left[\frac{\Delta C Z_0}{8} + \frac{\Delta M}{2 Z_0} \right] \quad (2)$$

Debido a que Z_0 es relativamente alta en cables funcionando a frecuencia vocal, el término capacitivo de la expresión anterior es mucho más importante que el inductivo. Como por otra parte, la fase de Z_0 se aproxima a -45° , los dos términos se combinan casi en cuadratura tanto para la telediafonía como para la paradiafonía.

Si la sección de cable considerada se encuentra a una distancia l del origen, e I es la corriente de entrada en el circuito perturbante, se tendrá:

$$i = I e^{-\gamma l}$$

donde γ es la constante de propagación, y si I_x es la corriente de paradiafonía en el origen del circuito perturbado debida al acoplamiento en la sección considerada, se tendrá

$$I_x = i_x e^{-\gamma l}$$

o sea:

$$I_x = I j\omega \frac{\Delta C Z_0}{8} e^{-2\gamma l} \quad (3)$$

Hasta ahora, sólo se ha considerado el acoplamiento entre dos pares próximos en una pequeña sección de cable debido al desequilibrio de capacidad. El sentido de la corriente de diafonía dependerá del signo del desequilibrio. En los cables modernos, sin embargo, son relativamente muy pequeños los desequilibrios sistemáticos (debidos a variaciones sistemáticas del espesor o constante dieléctrica del aislamiento) por lo que los desequilibrios encontrados suelen ser de naturaleza aleatoria, distribuída normalmente y con valor medio cero.

Si ahora se consideran secciones largas de cables, se puede admitir que los acoplamientos por desequilibrio de capacidad se combinan de una forma aleatoria, es decir, que el cuadrado del desequilibrio de capacidad es proporcional a la longitud. Por otra parte, los efectos de la fase son despreciables, ya que la longitud de onda, a frecuencias vocales es bastante larga (del orden de los 40 km a 1 kHz en cable de 0,5 mm).

Se puede entonces calcular la paradiafonía total entre dos pares sumando todas las diafonías (potencia) originadas en cada elemento de la línea, teniendo en cuenta los efectos de la atenuación.

De la ecuación (3) se puede obtener la potencia de paradiafonía originada por un elemento dl a una distancia l .

$$\begin{aligned} \left| \frac{I_x}{I} \right|^2 &= \frac{\omega^2 \overline{\Delta C^2} Z_0^2}{64} e^{-4\alpha l} dl \\ &= \frac{\alpha^2 \left[\frac{\Delta C_{rms}}{C} \right]^2}{32} e^{-4\alpha l} dl \quad (\text{a frecuencias vocales}) \end{aligned} \quad (4)$$

en donde Z_0 (impedancia característica) es:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R}{j\omega C}}$$

y α (atenuación en nepers por unidad de longitud) es:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\omega C R}{2}} \text{ nepers}$$

R = resistencia por unidad de longitud,

C = capacidad mutua por unidad de longitud,

$\overline{\Delta C^2}$ = valor cuadrático medio del desequilibrio de capacidad por unidad de longitud para la combinación de pares elegida.

Si se supone que no cambia la posición relativa de los pares y se integra para una longitud de cable L , potencia relativa de paradiafonía =

$$\begin{aligned} &= \frac{\alpha^2 \left[\frac{\Delta C_{rms}}{C} \right]^2}{32} \int_0^L e^{-4\alpha l} dl \\ &= \frac{\alpha^2 \left[\frac{\Delta C_{rms}}{C} \right]^2}{32} \frac{1 - e^{-4\alpha L}}{4\alpha} \\ &= \frac{\alpha}{128} \left[\frac{\Delta C_{rms}}{C} \right]^2 (1 - e^{-4\alpha L}). \end{aligned}$$

Para una línea corta se reduce a:

$$\frac{\alpha^2 L \left[\frac{\Delta C_{rms}}{C} \right]^2}{32} \quad (5)$$

y para una línea larga

$$\frac{\alpha}{128} \left[\frac{\Delta C_{rms}}{C} \right]^2 \quad (6)$$

En general, la atenuación de paradiafonía vendrá dada por:

$$\begin{aligned} &\text{PARADIAFONIA (dB)} = \\ &-10 \log \left[\frac{\alpha}{128} \left(\frac{\Delta C_{rms}}{C} \right)^2 (1 - e^{-4\alpha L}) \right] \quad (7) \end{aligned}$$

El efecto que sobre la diafonía puedan tener las variaciones de los parámetros R , C o ω , puede verse si sustituimos el valor de α de las fórmulas (5) y (6). Por ejemplo, si se cuadruplica el valor de R (que corresponde a una duplicación de la impedancia característica y de la atenuación) la diafonía empeoraría 6 dB en una línea corta y 3 dB en una línea larga.

Naturaleza de la diafonía en un cable

Los cables de abonado pueden construirse de muy variadas formas. En ocasiones se usan cables de capas concéntricas, pero lo más normal es utilizar cables de varias unidades, siendo el tamaño de tales unidades del orden de 25, 50 ó 100 pares. A su vez, las unidades de

Tabla de abreviaturas

CCITT	- Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía
dBmp	- decibelios respecto a 1 mW sofometricamente ponderados
dB (A)	- nivel de sonido en dB respecto a $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, ponderado con la curva A
VE	- valor extremo del acoplo capacitivo
ERE	- equivalente de referencia de emisión
ERR	- equivalente de referencia de recepción
NOSFER	- Nuevo Sistema Fundamental para la Determinación de Equivalentes de Referencia
ERND	- equivalente de referencia nominal de diafonía
Pa	- newtons/m ²

cable pueden construirse de varias formas y están hechas concéntricamente, de paquetes de pares o de un cierto número de subunidades, generalmente de 10 pares.

Parece lógico pensar que la distribución de los desequilibrios de capacidad a lo largo del cable distará mucho de ser homogénea, independientemente del tipo de construcción usada. Los pares más próximos tendrán los mayores acoplamientos, mientras que los pares alejados, apantallados por una serie de hilos intermedios, tendrán un acoplamiento despreciable, excepto quizás a través de desequilibrios entre los pares y tierra. (Nótese que el acoplamiento inductivo, que es más importante para frecuencias superiores a las vocales, no se reduce mediante apantallado tan eficazmente como los acoplamientos capacitivos).

Incluso en las subunidades de pequeño tamaño, en las que todos los pares están siempre relativamente próximos a los demás, tiende a existir una variación notable de los acoplamientos par-par si la subunidad ha sido hecha del modo convencional. Se han pensado distintos métodos de fabricación cuya finalidad es reducir al mínimo la longitud de cable en la que dos pares permanecen en posiciones adyacentes.

La figura 7 ilustra estos efectos para subunidades de 10 pares en un nuevo diseño de IKO (una asociada sueca a ITT). Las curvas representan la distribución del desequilibrio de capacidad para cada una de las 45 combinaciones de pares dentro de una subunidad. Están basadas en las medidas efectuadas en 80 subunidades de una sección de cable de 500 metros y calibre 0,4 mm.

Se observa una tendencia clara de las curvas a agru-

parse según la estructura de subunidades. Las cinco clases de combinación indicadas, se refieren a las posiciones relativas en una capa sencilla de 10 pares.

Análisis basado en los valores extremos

Uno de los principales propósitos de este artículo es describir un método para estimar el comportamiento de los cables de abonado desde el punto de vista de la diafonía inteligible, independientemente del tamaño o constitución del cable. A partir de las consideraciones anteriores, se puede concluir que un par cualquiera de un cable (al que consideraremos como par perturbado) tendrá un acoplamiento por desequilibrio de capacidad notable sólo con unos cuantos pares (a los que consideraremos como pares perturbadores potenciales); el más alto de tales acoplamientos se designa VE1 (valor extremo 1), al siguiente se le denomina VE2, etc. Cada par del cable tendrá su propio juego de valores extremos.

En el caso de cables con subunidades, los primeros VE de un par corresponden a combinaciones con pares dentro de la misma subunidad. Se puede obtener una distribución de los valores de VE1, mediante observaciones de un gran número de subunidades. Análogamente, de VE2, etc.

Las distribuciones resultantes para cada par no diferirán mucho entre sí (sobre todo si se ha usado algún procedimiento, dentro de la subunidad, para reducir los trechos comunes), con lo que se pueden combinar y obtener una distribución única (de VE1, por ejemplo) para un par promedio. Para subunidades de los pares, cada par tendrá nueve VE; la figura 8 muestra curvas de distribución combinadas basadas en 240 subunida-

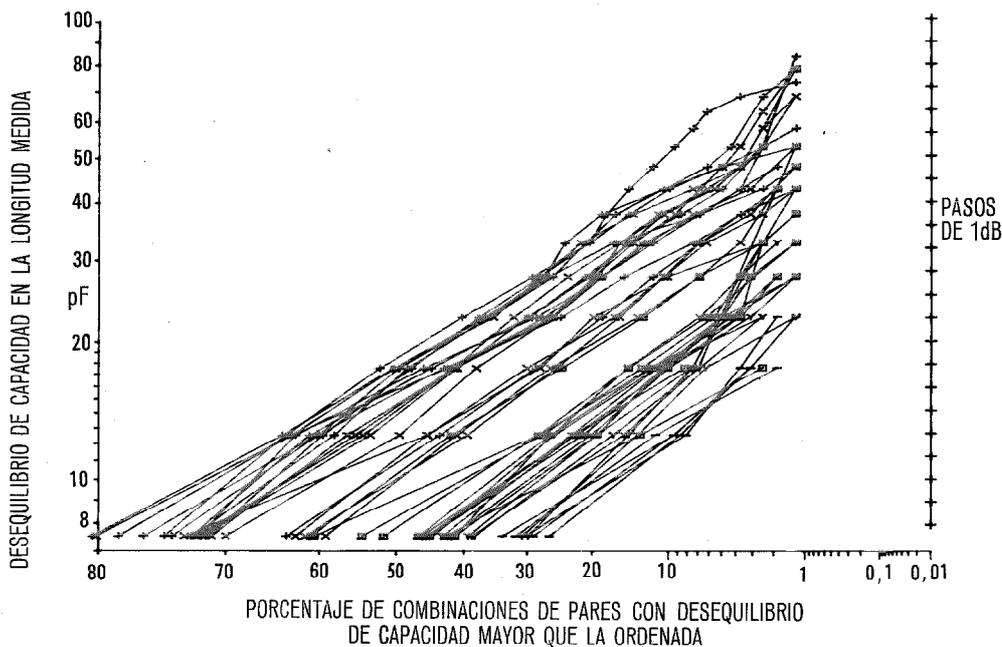


Fig. 7 Fotografía de las graficas obtenidas que muestran el desequilibrio capacitivo según las posiciones relativas de los pares en las subunidades de 10 pares de un cable de 800 pares. El eje vertical izquierdo representa desequilibrios de capacidad en pF. El de laderecha señala pasos de 1 dB. El eje horizontal representa el % de combinaciones de pares con desequilibrio decapacidad mayor que la ordenada.

- + Combinaciones de dos pares adyacentes
- O Combinaciones de dos pares con tres pares intercalados
- X Combinaciones de dos pares con un par intercalado
- Combinaciones de dos pares con tres pares intercalados
- Combinaciones de dos pares de cuatro pares intercalados.

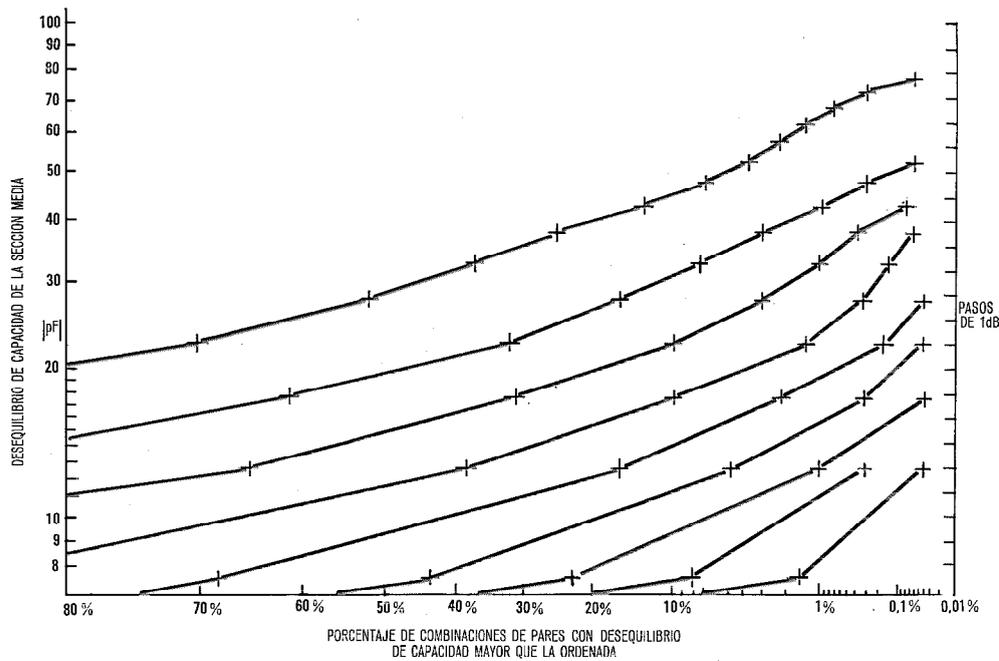


Fig. 8 Distribución de los 9 mayores valores de desequilibrio capacitivo en dos cables de 1200 pares.

des de dos secciones de cable de 400 metros de longitud, calibre 0,4 mm y tamaño 1200 pares recientemente diseñado en IKO.

La tabla 3 da los valores cuadráticos medios de los VE del desequilibrio de capacidad para cada una de las nueve curvas, junto con los tres primeros momentos (en potencia), normalizados. También se dan los valores, a 1000 Hz, de la paradiafonía correspondiente a dichos valores cuadráticos medios, calculada para la longitud de 400 metros.

Hay que tener en cuenta que puede darse también un desequilibrio de capacidad importante entre pares correspondientes a distintas subunidades o unidades, los cuales deben naturalmente considerarse cuando se analiza el cable. Sin embargo, los primeros VE suelen venir impuestos por los acoplamientos dentro de cada subunidad.

Cálculo del riesgo de diafonía inteligible

Para aplicar a dicho cálculo los resultados del análisis de VE de desequilibrios de capacidad, es necesario incluir o combinar todas las otras variables que forman parte de la cadena de conversación. Algunas de ellas pueden considerarse como condiciones del entorno, tales como ruido ambiente, ruido en la línea, efecto local, etc., cuyo efecto se deja sentir en el umbral de inteligibilidad. Otras variables, como volumen de la voz transmitida, agudeza auditiva, rendimiento del aparato de abonado y atenuación de diafonía del cable, afectan al nivel absoluto de potencia de la señal que pasa a través del camino de diafonía. Suponiendo que las distribuciones no están correlacionadas (y realmente no hay ninguna razón para suponer que el nivel de voz del perturbador esté correlacionado con la atenuación de diafonía o la agudeza auditiva del pertur-

Tabla 3 - Distribución de valores extremos en un cable de 1200 pares, 0,4 mm

Distribución	Valor cuadrático medio del desequilibrio de capacidad (pF/400 m)	Momentos normalizados de potencia			Atenuación de paradiafonía a 1000 Hz para ΔC (dB/400 m)
		p_1	p_2	p_3	
VE 1	31,814	1	1,642	3,946	93,0
VE 2	21,295	1	1,623	3,826	96,5
VE 3	15,755	1	1,672	4,364	99,1
VE 4	11,825	1	1,681	4,582	101,6
VE 5	9,090	1	1,714	4,424	103,9
VE 6	7,004	1	1,860	5,309	106,1
VE 7	5,276	1	2,187	6,894	108,6
VE 8	3,780	1	3,050	15,965	111,5
VE 9	2,765	1	2,267	14,706	114,2

bado), la distribución combinada se puede obtener sumando los acumulantes de las distribuciones individuales. Si las distribuciones que se convolucionan son todas del tipo normal, la distribución combinada también será normal con una media que es la suma de todas medias y una varianza igual a la suma de las varianzas. (En el ejemplo anterior se estableció esta suposición, considerando que la distribución de atenuación de diafonía del cable era normal, con una media de 106 dB y una desviación típica de 12,5 dB).

El equilibrio de capacidad tiende a estar distribuido normalmente para las combinaciones par — par individuales, como se indica, por ejemplo, mediante las pendientes de las curvas de la figura 7. (Con el tipo de escala usada, todas las distribuciones normales tienen una pendiente característica). Sin embargo, cuando se combinan tales distribuciones, la distribución resultante tiende a ser aproximadamente del tipo logaritmo-normal.

También las distribuciones de VE de desequilibrio de capacidad tienden a ser del tipo logaritmo-normal (tal como se indicaba mediante las relaciones entre momentos de la tabla 3). Aunque esto está de acuerdo con los resultados experimentales, se obtiene un tratamiento más preciso si se usan los momentos reales de los VE en la convolución de distribuciones. Esta última puede ser luego ajustada mediante una distribución logaritmo-normal incrementada, de tres parámetros, en lugar de una distribución logaritmo-normal simple, de dos parámetros (véase el apéndice A).

Al igual que en el ejemplo anterior, se supone un oyente medio, con una distribución de agudeza auditiva de media 0 dB y $\sigma = 5$ dB, un factor "C" con una media de 3 dB y $\sigma = 4$ dB, y un equivalente de referencia de -3 dB para una pareja de aparatos de abonado conectados a una línea de longitud cero, pero funcionando como si estuvieran conectados a una línea de longitud media, en lo que respecta a las corrientes de alimentación y a la regulación. La variación del rendimiento del aparato de abonado con la corriente de la línea, que se había tomado con una desviación típica de 2,5 dB, se combina con la variación de la atenuación de paradiafonía con la distancia. Se ha tomado un valor de 3,5 dB de desviación típica para incluir la combinación de distintas variaciones que dependen de la longitud de la línea: el efecto de la batería sobre el micrófono de carbón, la regulación y el factor de atenuación de diafonía dado por la ecuación (7). Estos tres efectos se suman para una determinada longitud de línea y luego se ponderan, proporcionalmente a su porcentaje de aparición en la red considerada. La figura 9 da una distribución típica de longitudes de líneas de abonado. En todos los casos considerados se supone que el perturbante y el perturbado comparten el mismo punto último de distribución y que, por lo tanto, se encuentran, aproximadamente, a la misma distancia de la central. Los resultados que se obtienen convolucionando todas las distribuciones aparecen en la figura 10, la cual da la probabilidad de un determinado equivalente de referencia nominal de diafonía para los primeros nueve VE de desequilibrio de capacidad.

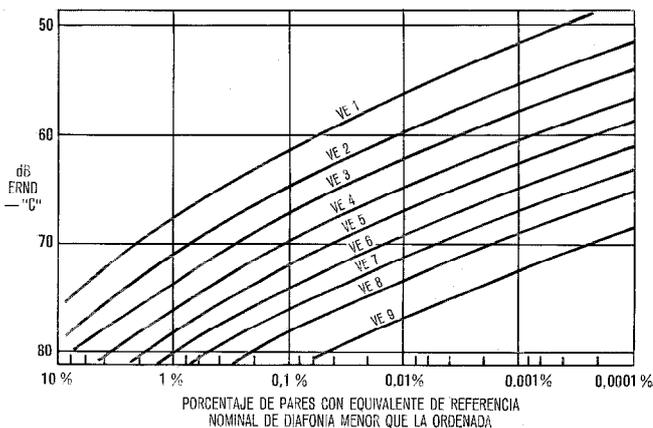


Fig. 9 Distribución de las longitudes de las líneas locales de abonado en una red típica.

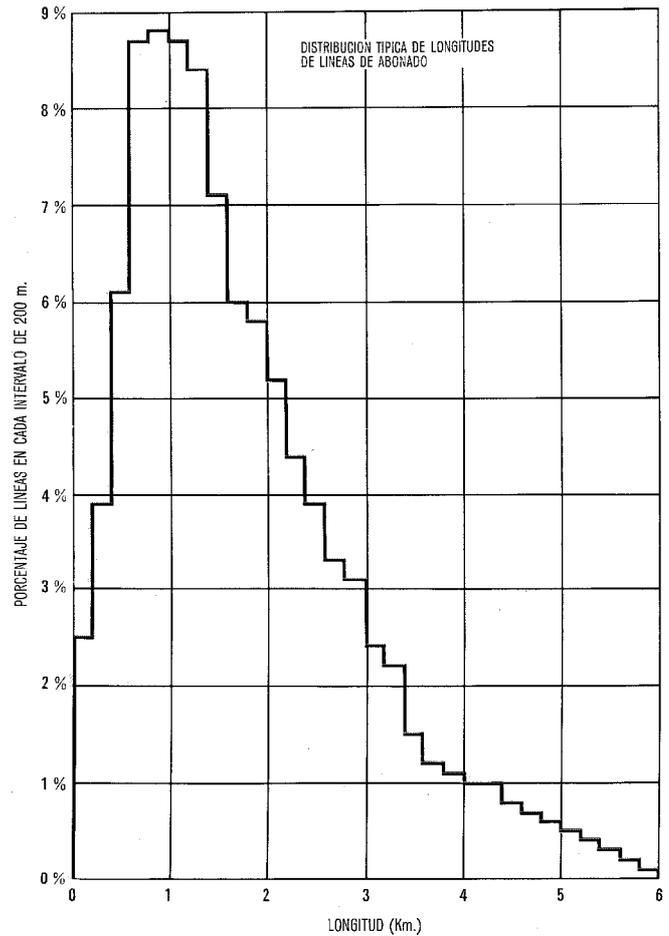


Fig. 10 Resultado de la convolución de todas las distribuciones para dar los valores probables de ERND (Equivalente de Referencia Nominal de Diafonía) para los nueve primeros desequilibrios VE.

Influencia del ruido sobre el umbral de inteligibilidad

El nivel de ruido en el aparato de abonado perturbado tiene gran influencia sobre la inteligibilidad.

Si se consideran tres niveles de ruido de central, o sea:

- 400 pWp (ruido en una central paso a paso)
- 100 pWp (especificación de central de barras cruzadas)
- 10 pWp (valor real medido en centrales de barras cruzadas)

y tres niveles de ruido en la línea de abonado:

- 100 pWp
- 50 pWp
- 0 pWp

resulta que para una línea de longitud media, con una pérdida de 3 dB, los nueve posibles valores del ruido en el terminal del aparato de abonado se dan en la tabla 4.

Si se toma un equivalente de referencia en recepción de -4 dB para una línea promedio, el equivalente de referencia en los terminales del aparato de abonado, en donde se evalúa el ruido, resultará ser de -7 dB. Usando la figura 3, o interpolando linealmente en la tabla del CCITT (tabla 2), se obtienen los siguientes

Tabla 4 - Valores posibles de ruido en los terminales del aparato de abonado

Ruido de línea en pWp	Ruido de central en pWp			Ruido terminal en pWp
	400	100	10	
100	300 (-65,23)	150 (-68,24)	105 (-69,79)	
50	250 (-66,02)	100 (-70)	55 (-72,60)	
0	200 (-66,99)	50 (-73,01)	5 (-83,01)	

Nota - Las cifras entre paréntesis está en dBmp.

valores del umbral de diafonía inteligible para un abonado medio (equivalente de referencia nominal).

— Con ruido ambiente despreciable:

52,73	55,62	55,01	
53,52	57,20	59,48	T dB
54,49	59,81	67,61.	

— Con ruido ambiente de 40 dB (A):

50,08	52,37	53,45	
50,72	53,60	55,36	T dB
51,49	55,61	67,61.	

Estos valores se han deducido de la siguiente forma: la condición de -65,23 dBmp en los terminales de un aparato de abonado con un equivalente de referencia de recepción de -7 dB, representaría un nivel de ruido en el auricular equivalente a un nivel de -65,23 + 7 = -58,23 dBmp en los terminales de un aparato de abonado de 0 dB de equivalente de referencia de recepción. Para un ruido ambiente despreciable, los valores tabulados de T dB son:

N dBmp	T dB
-60	54,5
-55	49,5.

La interpolación para -58,23 dBmp da:

$$49,5 + (54,5 - 49,5) (58,23 - 55)/5 = 52,73 \text{ dB}$$

repitiéndose el mismo problema para todos los valores de ruido.

De entre los 18 valores obtenidos para T dB, se han seleccionado dos para un análisis más detallado. Uno de ellos, el mayor, 67,61 dB corresponde a un abonado medio de una central moderna, sin ruido en la línea y con un ruido ambiente despreciable. El otro valor seleccionado es 55,36 dB, que corresponde también a un abonado medio de una central moderna, pero con 50 pWp de ruido en la línea y 40 dBA de ruido ambiente. De la figura 10 se pueden obtener las probabilidades de diafonía inteligible en estas condiciones. Los resultados aparecen en la tabla 5.

Influencia del factor de actividad

El riesgo de diafonía no sólo depende de las probabilidades calculadas (tabla 5) sino también del grado de actividad de los circuitos. Evidentemente, en horas de muy bajo tráfico (durante la noche) no habrá diafonía, independientemente del grado de acoplamiento. Si se considera la hora cargada, los tráficos originados por abonado para abonados residenciales y de negocios serán parecidos a los mostrados en las figuras 11 y 12. El tráfico originado por abonado, por término medio, dependerá de la razón de abonados residenciales a abonados de negocios, en cada central. Así, por ejemplo, un tráfico originado por abonado de 0,025 E correspondería a una central que sirve fundamentalmente a abonados residenciales, mientras que 0,2 erlangs correspondería a una mayoría de abonados de negocios.

Llamando r al tráfico originado por abonado, y suponiendo que el tráfico originado es igual al terminado, se tendría un tráfico total por abonado de 2r. Si un cable sirve a n abonados, habrá un promedio de 2rn abonados activos durante la hora cargada. Suponiendo un estado estacionario, todos los abonados presentes al principio de una llamada habrán terminado sus conversaciones y habrán sido reemplazados por otros, durante el tiempo medio de una llamada. Por tanto, la probabilidad de que, durante una llamada, otro abonado inicie, reciba o permanezca ocupado con una llamada, es 4r.

La probabilidad de que el par correspondiente a VE1 esté activo durante una llamada es 4r. La probabilidad de que VE1 no está activo, pero si VE2 sería (1 - 4r) 4r. La probabilidad de que VE3 esté activo sin estarlo VE1 y VE2 sería (1 - 4r) (1 - 4r) 4r, y así sucesivamente.

Si P_n es la probabilidad de diafonía inteligible originada por el circuito activo correspondiente a VE_n, la probabilidad de que tal circuito esté activo y además origine diafonía será 4r P_n. La probabilidad de que ningún circuito origine diafonía inteligible durante una llamada será:

$$\prod_1^N (1 - 4r P_n)$$

donde N es el número total de pares en los que se puede originar la diafonía. Este producto converge rápidamente y solo son necesarios los primeros tér-

Tabla 5 - Probabilidades de diafonía inteligible

	T = 67,61 dB	T = 55,36 dB
	%	
VE 1	1,148	0,0062
VE 2	0,326	0,00090
VE 3	0,113	0,00020
VE 4	0,038	0,000044
VE 5	0,013	0,0000094
VE 6	0,0045	0,0000023
VE 7	0,0015	0,00000051
VE 8	0,00047	0,00000015
VE 9	0,000075	0,00000002

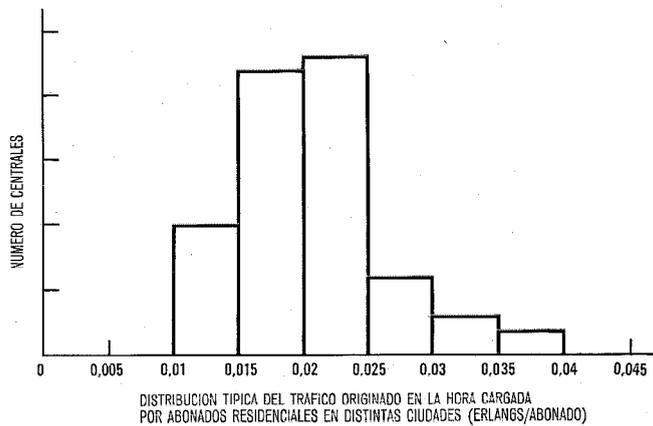


Fig. 11 Ritmo típico de llamadas para abonados residenciales.

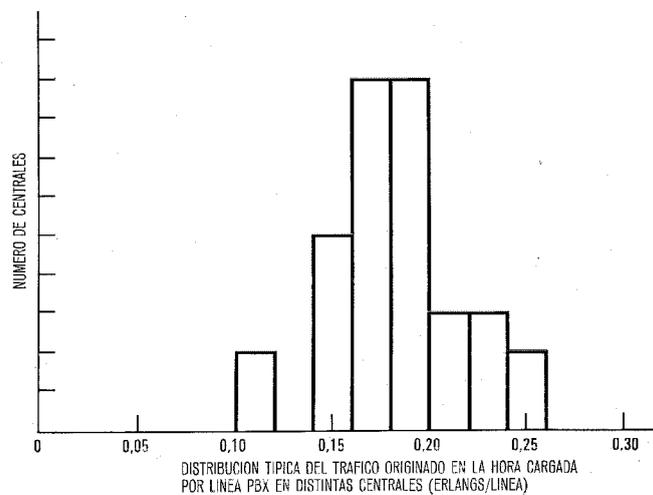


Fig. 12 Ritmo típico de llamadas para abonados de negocios.

minos. El riesgo de diafonía inteligible vendrá dado por el complemento a 1 del producto anterior.

Aplicando los dos valores de tráfico originado por abonado mencionados anteriormente, y los dos valores umbral de la tabla 5, se obtienen los siguientes resultados:

Para un tráfico de tipo residencial el riesgo de "diafonía social" durante la hora cargada es 0,16% en condiciones de ausencia de ruido ambiente y de ruido en la línea. El riesgo es sólo 0,00074% cuando el ruido en la línea es de 50 pWp y el ruido ambiente 40 dBA.

Para un tráfico de tipo de negocios, los valores respectivos de riesgo de diafonía son 1,31% y 0,0059%.

En ambos casos se ha supuesto una central moderna con un nivel de ruido inferior a - 80 dBmp.

El punto de vista del CCITT

Las nuevas recomendaciones que aparecen en los volúmenes III (G112) y V (P16) se limitan a la publicación de las curvas de la figura 3, con ejemplos y explicaciones. No obstante, se están estudiando estas cuestiones con mayor profundidad durante el presente período de estudio. Como resultado, seguramente se revisarán las recomendaciones en vigor, modificándolas,

o apareciendo nuevas recomendaciones que afectarán a las normas seguidas hasta ahora en las redes nacionales e internacionales.

Conclusiones

Los márgenes que en el pasado aseguraban una calidad aceptable frente a la diafonía están hoy en día en tela de juicio. Las centrales cada vez originan menos ruido. La introducción de la electrónica en los circuitos de supervisión da lugar a una nueva generación de centrales en las que se permitirán mayores resistencias de bucle, y por tanto, mayores atenuaciones que deberán compensarse mediante la ganancia necesaria. A estos factores técnicos habría que añadir que el público cada vez desea mayores garantías de secreto en sus conversaciones. El área urbana de una central es la parte de la red más sensible a estos efectos, ya que las diferencias de nivel de las señales son grandes y, en la mayor parte de los casos, se usa transmisión analógica. El planificador no puede controlar muchos de los factores que determinan si habrá o no diafonía inteligible, pero sí puede someter a un profundo estudio la especificación de límites de desequilibrio de capacidad en los cables urbanos.

Según se ha demostrado, para el tipo de distribuciones encontradas para el desequilibrio de capacidad, el problema se concentra en el pico de la distribución, más que en su conjunto, y una reducción en la diafonía tiene el mismo efecto que una mejora del valor cuadrático medio.

Teniendo en cuenta los valores probables que tendrán los factores externos (tales como ruido ambiente, comportamiento y volumen de voz de los abonados), la muestra de cable sobre la que se han hecho las medidas parece suficiente para satisfacer las necesidades presentes y los requisitos que se le impongan durante su vida útil.

Aunque en el futuro habrá una tendencia hacia la reducción de los equivalentes de referencia de una conexión, dicha reducción se verá acompañada por una disminución del volumen de voz. Además, habrá también aparatos de abonados más sofisticados que podrán controlar mejor los ruidos excesivos, debido a mala equalización o a abonados de voz muy fuerte.

En un futuro aún más lejano, cuando se tenga transmisión digital hasta el mismo aparato de abonado, desaparecerá el problema de diafonía inteligible, que se verá sustituido por el problema de degradación de la calidad debida a mutilación de bits en la transmisión. Ahora bien, la cuantiosa inversión hecha en la red, usando la tecnología actual, y la inercia al cambio, harán que la eliminación de la diafonía inteligible sea aún por mucho tiempo un reto lanzado a la ingeniosidad de los diseñadores de cables y equipos de comunicación.

Agradecimiento

Los autores agradecen la asistencia y colaboración recibidas de sus colegas de IKO Kabelfabrik AB, Grim-

sas (Suecia), que fabricaron el cable e hicieron las medidas en las que se basa este trabajo.

Los autores quieren expresar su especial reconocimiento a su amigo, el último Bent Bulow Jacobsen, con quien mantuvieron numerosas discusiones durante las primeras etapas del estudio.

Apéndice A

Combinación de variables distribuidas según distribuciones logaritmo-normal

Sean w, x, y, z variables relacionadas entre sí de la siguiente forma:

$$\ln(w - a) = \ln x = by = z$$

en donde a es una constante arbitraria y $b = \frac{\ln 10}{10} \approx 0,2303$, de forma que $y = 10 \log x$.

Si z está distribuida según una distribución gaussiana normal, de media μ y varianza σ^2 , representada simbólicamente como $N\{z|\mu, \sigma^2\}$, entonces y está también distribuida normalmente $N\{y|m, s^2\}$ en donde $m = 4,343 \mu$ y $s^2 = 18,861 \sigma^2$.

x está distribuida según una distribución logaritmo-normal $\Lambda\{x|\mu, \sigma^2\}$ y w según una distribución logaritmo-normal incrementada $\Lambda\{w|\mu, \sigma^2, a\}$. La función frecuencia de la distribución normal viene dada por:

$$dF(z) = f(z) dz = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(z - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\} dz$$

como

$$z = \ln(w - a)$$

por lo tanto

$$dz = \frac{1}{w - a} dw$$

y la correspondiente función frecuencia es:

$$dF(w) = f(w) dw = \frac{1}{(w - a) \sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\ln(w - a) - \mu^2}{2\sigma^2}\right] dw.$$

El momento de orden r de esta distribución, respecto de a es

$$\tilde{v}_r = \int_a^\infty (w - a)^r f(w) dw$$

mediante un cambio de variable, se llega a

$$\tilde{v}_r = \exp\left(r\mu + \frac{1}{2} r^2 \sigma^2\right).$$

Los tres primeros momentos respecto de a serán:

$$\tilde{v}_1 = \exp\left(\mu + \frac{1}{2} \sigma^2\right)$$

$$\tilde{v}_2 = \exp\left(2\mu + 2\sigma^2\right)$$

$$\tilde{v}_3 = \exp\left(3\mu + \frac{9}{2} \sigma^2\right).$$

El momento de primer orden, respecto del origen, es:

$$\nu_1 = \tilde{v}_1 + a = a + \exp\left(\mu + \frac{1}{2} \sigma^2\right)$$

que representa el valor medio de la distribución.

Los momentos de segundo y tercer orden respecto de la media se deducen de los tres primeros momentos, mediante las fórmulas:

$$\mu_2 = \tilde{v}_2 - \tilde{v}_1^2$$

$$\mu_3 = \nu_3 - 3\nu_1\nu_2 + 2\nu_1^3$$

sustituyendo

$$\mu_2 = \exp 2\mu \exp \sigma^2 (\exp \sigma^2 - 1)$$

$$\mu_3 = \exp 3\mu \exp \frac{3}{2} \sigma^2 (\exp \sigma^2 - 1)^2 (\exp \sigma^2 + 2).$$

Si se considera el problema inverso, es decir, dado los tres primeros momentos de la distribución, determinar los parámetros μ, σ^2 y a de la distribución logaritmo-normal incrementada, se procederá de la siguiente forma:

Sea una variable γ definida por:

$$\gamma = \left(\frac{\mu_3^2}{\mu_2^3}\right)^{1/2}$$

o sea

$$\gamma = (\exp \sigma^2 - 1)^{1/2} (\exp \sigma^2 + 2)$$

haciendo

$$t^2 = \exp \sigma^2 - 1$$

resulta

$$\gamma = t(t^2 + 3)$$

$$t^3 + 3t - \gamma = 0.$$

La raíz real de esta ecuación cúbica es:

$$t = \tau - \frac{1}{\tau}$$

donde

$$\tau = \left\{ \frac{1}{2} \gamma + \left(\frac{\gamma^2}{4} + 1 \right)^{1/2} \right\}^{1/3}$$

conocido t , se puede deducir fácilmente el resto de los parámetros:

$$\sigma = (\ln(t^2 + 1))^{1/2}$$

$$\mu = \frac{1}{2} \ln \left\{ \frac{\mu_2}{t^2 \exp \sigma^2} \right\}$$

$$a = \nu_1 - \exp\left(\mu + \frac{1}{2} \sigma^2\right).$$

Como $w = x + a$, se puede considerar que la distribución de w consta de dos partes: un elemento x , logaritmo-normal, con parámetros μ, σ^2 y un incremento constante a . Si w y a se expresan en unidades de potencia, a partir de la relación $y = 10 \log x$, se puede describir la distribución de w como la suma en potencias de dos componentes, la primera de las cuales tiene una distribución normal expresada en dB relativos a la unidad de potencia, con una media de $4,343 \mu$ dB y una desviación típica $4,343 \sigma$ dB; junto con un aumento constante de valor $10 \log a$ dB.

Si se han de combinar varias distribuciones independientes, expresadas en unidades de potencia, tales como el volumen de voz, la agudeza auditiva, rendimiento del aparato de abonado y atenuación de diafonía, puede demostrarse que los acumulantes de las distribuciones combinadas son iguales al producto de los acumulantes de las distribuciones individuales.

Si la distribución combinada se puede representar mediante una distribución logaritmo-normal incremen-

tada, sólo se necesitan los tres primeros acumulantes, que son matemáticamente idénticos a los tres primeros momentos centrales.

A menudo es conveniente, desde el punto de vista del cálculo, manejar por separado los valores absolutos de las distribuciones, y su forma. Si p_1 , p_2 y p_3 son los tres primeros momentos (en potencia) de la distribución, pueden considerarse como un desplazamiento de $10 \log p_1$ dB aplicado a una distribución de potencia media unitaria con sus primeros tres momentos normalizados (y acumulantes) iguales a

$$1, \frac{p_2}{p_1^2} \text{ y } \frac{p_3}{p_1^3}.$$

Para combinar las distribuciones P , Q , R , S , etc., habrá que multiplicar sus tres primeros momentos de potencia media unitaria

$$u_1 = 1$$

$$u_2 = \frac{p_2}{p_1^2} \cdot \frac{q_2}{q_1^2} \cdot \frac{r_2}{r_1^2} \cdot \frac{s_2}{s_1^2}$$

$$u_3 = \frac{p_3}{p_1^3} \cdot \frac{q_3}{q_1^3} \cdot \frac{r_3}{r_1^3} \cdot \frac{s_3}{s_1^3}$$

a continuación se ajusta una distribución logaritmo-normal incrementada a los tres momentos combinados u_1 , u_2 , u_3 y luego se deshace el desplazamiento de los parámetros, expresados en dB, sumando

$10 (\log p_1 + \log q_1 + \log r_1 + \log s_1 + \dots)$ dB a la media y al incremento.

Harold Williams nació en Portsmouth en 1903. Tras un período de aprendizaje como mecánico electricista en los astilleros de Portsmouth, ingresó en el Imperial College, graduándose

en 1925. En 1926 ingresó en el Post Office, cuando comenzaba la automatización del servicio telefónico en el Reino Unido. Permaneció 12 años en el Departamento de Investigación de Dollis Hill, trabajando en problemas de señalización y conmutación. En 1938 se trasladó a la Oficina Central del Ingeniero Jefe donde trató todos los aspectos de transmisión, telegrafía y datos. Se retiró del Post Office en 1966 y fue a los Laboratorios ITT de Madrid (Telplan). En 1968 regresó al Reino Unido, entrando a formar parte de la Dirección Técnica de STC. Ha trabajado activamente en el CCITT desde 1938 y ha sido Presidente del Grupo de Estudio Especial C (Ruido) desde 1958 a 1966. A partir de 1970 actúa como consultor de STL, sobre todo en desarrollos relacionados con áreas locales. Es miembro del IEE (Institution of Electrical Engineers).

Howard W. Silcock nació en Maidstone en 1916. Estudió en el University College, Southampton, y obtuvo el BSc grado general en Londres en 1936 y grado especial en Física en 1937.

Ingresó entonces en la Systems Planning Division de Standard Telephones and Cables y trabajó en cables de portadoras y proyectos de líneas aéreas. Fue después transferido a los recientemente formados Standard Telecommunication Laboratories, donde se ha ocupado de la diafonía y otros aspectos de la transmisión por líneas incluyendo equilibrado y esquemas de transmisión por línea desnuda.

David Sibbald nació en Guildford, Inglaterra, en 1928. Obtuvo el BSc (Hons) en Física y Matemáticas en 1951 e ingresó en la Standard Telephones and Cables Transmission Division el mismo año.

Tras varios años en STC Apparatus Division fue transferido en 1955 a Standard Telecommunication Laboratories, donde se ocupó principalmente en diferentes aspectos de la transmisión de conversación desde los puntos de vista subjetivo y objetivo. En estos últimos años se ha concentrado en los problemas que aparecen con la evolución de la red de abonados de áreas locales.

Sistema de comunicación 6400 ADX* basado en ordenadores para una agencia de prensa alemana

La rapidez en la recogida, clasificación y difusión de las noticias es esencial para la Deutsche Presse-Agentur, una de las mayores agencias periodísticas del mundo. El empleo de un sistema de conmutación de mensajes 6400 ADX* adaptado cuidadosamente a las especiales necesidades de concentración, edición, distribución, almacenamiento y extracción de las noticias, ha mejorado apreciablemente el servicio de la agencia. Noticias urgentes llegan ahora en unos cuantos segundos a los clientes.

R. H. STEADMAN
D. C. MC DOUALL
ITT Business Systems Group, Londres, Reino Unido

Introducción

Desde que se inició en la industria de las telecomunicaciones la técnica de conmutación de mensajes y datos, ITT ha sido uno de los principales suministradores mundiales de equipos de esta índole. La Data Systems División (DSD) del ITT Business Systems Group ha sido propulsora de esta actividad, habiendo ya instalado unos 70 sistemas de conmutación de mensajes en todo el mundo. En 1971 ITT lanzó su nueva central automática de datos 6400 ADX* y recibió de Deutsche Presse-Agentur el primer pedido de dicho sistema. La citada agencia de prensa, conocida en muchos países occidentales por sus siglas "DPA", tiene su sede en Hamburgo, Alemania.

Deutsche Presse-Agentur seleccionó el sistema 6400 ADX* para mejorar la rapidez y calidad de su servicio de noticias, manteniendo bajos los costos. La experiencia acumulada desde la puesta en servicio del sistema ha demostrado que cumple todos los objetivos fijados por DPA.

Requerimientos del sistema

La Deutsche Presse-Agentur es la agencia de prensa más importante de Alemania y la quinta del mundo por su volumen. Con una nómina total de varios millares de empleados, 400 de ellos en su oficina central, DPA mantiene sucursales de horario limitado y permanente y corresponsales en más de 70 países. Perteneció a un consorcio de periódicos y compañías de radiodifusión de Alemania Occidental, siendo el primer servicio de noticias en Alemania aunque también ofrece servicios regulares a Londres, América del Norte y del Sur y a países de lenguas francesa y árabe. Los servicios regulares a clientes extranjeros incluyen difusión de noticias 5 veces al día o más si fuera requerido, además de traducciones de las noticias internacionales a los principales idiomas. En el ámbito doméstico DPA controla las noticias locales tanto como las alemanas e internacionales, distribuyéndolas por medio de su red nacional a las sucursales regionales DPA de Alemania. El servicio nacional incluye una amplia información deportiva a fin de satisfacer a un público que aguarda constantemente los últimos resultados.

A medida que las comunicaciones mundiales van mejorando, crece el deseo en todo el mundo de noti-

cias más detalladas sobre cualquier acontecimiento. Esto origina un vasto aumento del volumen de noticias que afluyen a la oficina central de DPA en Hamburgo. Como la mayoría de agencias de noticias, DPA se mantiene gracias a las suscripciones a sus servicios de los medios de comunicación — grandes periódicos y compañías de radiodifusión — que no pueden depender solamente de una agencia de prensa y por lo tanto se suscriben a varios de los principales servicios. Cada agencia se ve, pues, comprometida a conservar sus ingresos por suscripciones asegurando que la calidad y rapidez de sus servicios satisface a los requerimientos de sus clientes. En la actualidad, el punto clave es la celeridad del servicio y por ello las agencias buscan continuamente la manera de lanzar los relatos de acontecimientos mundiales lo antes posible sin degradación de la calidad.

Cuando DPA comenzó a pensar en los procedimientos posibles para mejorar la calidad y rapidez del servicio, la inflación se estaba ya sintiendo en muchos países, por lo cual DPA se planteó el problema de llevar a cabo las anteriores mejoras y manejar un volumen de tráfico siempre en aumento, sin necesidad de incrementar sus costes. Un incremento de personal, por otra parte, hubiera puesto en peligro la estructura de organización que DPA había establecido con tanto éxito, y ocasionado una reducción de productividad en la mano de obra con un costo más elevado.

Después de considerar extensamente los sistemas posibles para resolver su problema, DPA decidió que un conmutador de mensajes controlado por ordenador constituiría la mejor solución y seleccionó el 6400 ADX* para resolver su problema.

La especificación del sistema absorbió una considerable dedicación. Deutsche Presse-Agentur facilitó un equipo que aportó experiencia en técnica editorial, máquinas y comunicaciones, trabajando en estrecha cooperación con el equipo de DSD. Este último fue responsable del diseño del sistema y su programación, para lo cual aportaron una considerable experiencia práctica en la operación general de comunicaciones y de conmutación de mensajes, y en especial su experiencia de la anterior puesta en servicio de tales sistemas en medios informativos tales como Reuters, United Press International y la British Broadcasting Corporation. Se definieron con gran detalle las facilidades del sistema, incluyendo aspectos tales como formatos de

* Marca registrada del sistema ITT.

mensaje, y se especificaron algunos cambios importantes en el diseño de las unidades especiales de presentación visual (VDU) que utilizan los editores para adaptarlas a los requerimientos particulares de DPA.

La realización del sistema fue concebida en dos etapas, de las cuales la etapa I ha sido ya realizada y se describe en este artículo.

Sistema

El sistema proporciona, en términos generales, la concentración de noticias, su edición, distribución, almacenamiento y posterior extracción o recuperación, junto con una serie de importantes facilidades auxiliares.

El sistema de ITT 6400 ADX* ha sido suministrado a DPA totalmente verificado y dispuesto para ser puesto en servicio por el cliente con el mero accionamiento de una llave ("turnkey basis"). El sistema entregado incluía todo el trabajo previo en circuitos, programación básica y de aplicaciones, instalación, documentación y pruebas. Deutsche Presse-Agentur proporcionó el local necesario y algunos equipos terminales, poniendo también ITT las pantallas (VDU's) Alfa-skop, impresoras de datos a 200 baudios y una perforadora a 600 baudios.

El equipo 6400 ADX* comprende esencialmente:

- ordenador con memoria de núcleos,
- dos tipos de memoria rotatoria,
- circuitos intermedios.

El ordenador es el ITT 1650*, que consiste en un poderoso procesador de 16 bits de diseño avanzado de 3ª/4ª generación y construido específicamente para aplicaciones fiables en tiempo real, particularmente comunicaciones.

Su potencia resulta de los siguientes factores:

- 16 registros de alta velocidad para usos generales,
- 11 clases de instrucciones con un total de 82 instrucciones básicas que incluyen algunas con facilidades especiales en la manipulación de bits y bytes,
- 11 modos de direccionamiento,
- 8 niveles de interrupción prioritaria (ampliable) que se puede establecer por equipo o por programa,
- bus de entrada/salida controlado por programa y acceso directo a memoria,
- detección de fallo de energía y relanzamiento automáticos.

La memoria de núcleos de acceso aleatorio es de módulos de 8 kbytes con un ciclo de 960 ns y máxima capacidad de 64 kbytes; la instalación de DPA está equipada con 48 kbytes.

El ordenador se conecta a los controladores exteriores mediante un adaptador, a través de los circuitos de interconexión normales ITT, capacitando así a los controladores para trabajar como en otros procesadores ITT (ITT 1600* e ITT 3200*). El adaptador proporciona el bus (con 520 kHz de velocidad de datos máximo) de entrada/salida paralelo programado, y hasta 4 canales de memorias de acceso directo (máxima velocidad de transferencia 1004 MHz).

* Marca registrada del sistema ITT.

El almacenamiento principal lo proporciona un disco de cabeza fijo y otro de cabeza móvil ambos conectados al procesador a través de sus respectivos controladores y canales de acceso directo a memoria.

El disco de cabeza fijo es un dispositivo sellado de cabeza por pista que tiene un rápido tiempo de acceso (media de 17,2 ms mejorado por optimización del programa) y la máxima fiabilidad. Su capacidad es de 1,92 Mbyte y la velocidad de transferencia es 291 kbytes por segundo. El controlador puede operar tres discos (la instalación DPA emplea un disco) y proporciona transferencia entrada/salida con facilidades de control de error y bloqueo de escritura.

El disco de cabeza móvil usa un dispositivo lineal de motor para mover la cabeza, con posicionado electromagnético para conseguir acceso rápido (50 ms en media) y fiable, y mínimas operaciones de mantenimiento. Empleando paquetes de 11 discos la capacidad disponible es 24 Mbytes y la velocidad de transferencia es 300 Mbytes/s. El controlador de la instalación DPA puede operar dos discos y proporciona transferencia entrada/salida con control de error y bloqueo de escritura, permitiendo búsqueda y lectura simultáneas cuando se usa más de un disco.

Entre la gama de 6400 ADX se han previsto dos tipos de medios de interconexión/equipo multiplexor para el sistema DPA.

El primer tipo conecta con las líneas a velocidades telegráficas bajas. Es novedad especialmente porque reduce el equipo de multiplex (controlador de baja velocidad de datos) a un mínimo, dejando la mayor parte del trabajo de entrada/salida de caracteres al programa y obteniendo así altísima fiabilidad (el programa, una vez corregido, no falla). La conexión a las líneas individuales se reduce a una simple puerta de entrada y memoria de un bit para la salida. Interconexión de líneas, pruebas y supervisión pueden conseguirse en un cuadro de jacks de conexión (patching jack field). El controlador puede interconectar hasta 256 líneas duplex con velocidades típicas entre 45 y 200 baudios y también líneas de control a velocidad cero.

Para la instalación DPA se conectan 80 canales telegráficos dúplex mediante esta interconexión que funciona a 50, 75, 100 baudios y télex automático a 50 Bd (nacional e internacional). Hay también numerosas líneas de control para detectar escasez de papel en teleimpresores locales y para activar lámparas de destellos (cuando están saliendo mensajes de alta prioridad en algunos teleimpresores locales).

El segundo tipo de multiplexor emplea las técnicas más corrientes de usar equipo para multiplexado y entrada/salida de caracteres (cada unidad de línea tiene medios para almacenamiento separado de caracteres). La capacidad del multiplexor es 16 líneas dúplex (pueden conectarse varias) y se usa generalmente para velocidades entre 200 y 400 Bd, síncronos y asíncronos o mezclados. La interconexión de líneas puede ser del tipo telegráfico o CCITT V.24/28 y el sistema DPA tiene dos multiplexores, uno equipado para 12 impresores de datos a 200 Bd y el otro para 7 canales de presentación

visual a 2400 Bd (3 canales tienen destinos múltiples cada uno con 4 unidades presentadoras dando por tanto un total de 16 unidades de presentación visual) y una perforadora seriada a 600 Bd.

El sistema 6400 ADX emplea circuitos totalmente integrados y tarjetas impresas en todas partes. En particular, el procesador ITT 1650* utiliza tecnología de grandes tarjetas con LSI, MSI, SSI y circuitos integrados TTL de alta velocidad, sin alambrado. La tecnología de memorias de núcleos es de núcleos de ferrita de litio de gran margen de temperatura 3D-3 hilos. Otra notable característica es que la conexión a las líneas telegráficas prescinde de los relés más convencionales, usando diodos fotoacoplados para aislamiento y conversión de nivel. Esta construcción permite la sencilla expansión modular y fácil acceso para reparaciones y mantenimiento rápidos.

El sistema está totalmente duplicado con objeto de obtener el alto nivel de disponibilidad necesario para un funcionamiento de 24 horas diarias y 7 días por semana. El funcionamiento se realiza en una modalidad activo/reserva, según la cual el equipo en reserva duplica virtualmente todas las operaciones del equipo activo y está dispuesto para pasar inmediatamente a desempeñar todas las funciones de la parte activa de manera automática y sin pérdida de ningún mensaje, si la unidad activa sufre un fallo. La figura 1 presenta en forma esquemática el funcionamiento en reserva disponible ("hot-standby") y la figura 2 muestra la configuración real con más detalle. En la figura 3 se

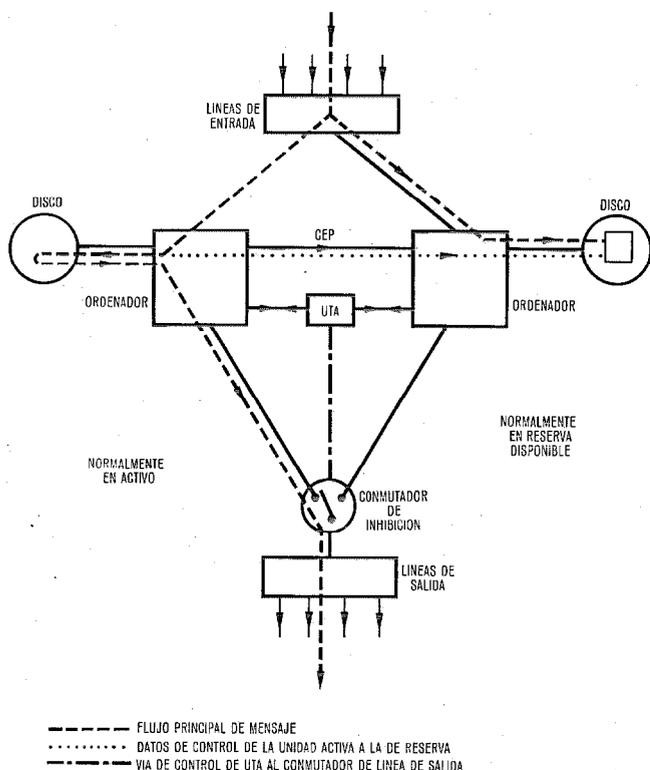


Fig. 1 Disposición del sistema 6400 ADX instalado para DPA en operación activo/reserva disponible. Por simplificar, no se representa la memoria de fichero, pero la unidad en reserva posee también una memoria independiente que es un duplicado de la unidad activa, totalmente actualizada.

aprecia el equipo 6400 ADX* instalado en la sala de ordenadores de DPA.

La programación operacional, íntegramente suministrada por DSD, puede clasificarse en dos categorías:

- sistema operativo en tiempo real,
- programas de aplicación.

El sistema operativo en tiempo real asegura un control eficaz de los recursos del sistema y ofrece facilidades tales como tratamiento de los órganos de entrada/salida, tratamiento de interrupciones por prioridad, encadenamiento de programas, manejo de colas, control de la asignación de memoria a los tres niveles de almacenamiento (memoria de núcleos, disco de cabeza fija y paquete de discos), y así sucesivamente. Una característica especialmente importante del sistema operativo en tiempo real es su capacidad de optimizar el número de transferencias por segundo hacia y desde el disco de cabeza fija.

El paquete de programas de aplicación se construye sobre una base modular con datos claramente definidos y con todos los programas de acoplamiento actuando en multiprogramación bajo el control del sistema operativo en tiempo real.

Con objeto de mantener pequeña la memoria de núcleos, lo cual favorece la fiabilidad del sistema, solamente se almacenan en ella los programas y tablas de datos más críticos en tiempo. La mayoría de programas y las grandes tablas residen en el disco de cabeza fija y solamente son transferidos por el sistema operativo a zonas de sobreescritura en la memoria férrica cuando son necesarios.

Para asegurar la óptima eficiencia con vistas al sistema de DPA, todos los programas están escritos en un lenguaje macroensamblador. El tamaño del paquete de programas y datos es:

- residentes en núcleos: sistema operativo en tiempo real, 7.500 palabras; programas de aplicación, 8.000 palabras; zonas intermedias ("buffers"), tablas, reserva y otras, 9.000 palabras;
- residentes en disco de cabeza fija: programas, 85.000 palabras; tablas de datos, 75.000 palabras.

* Marca registrada del sistema ITT.

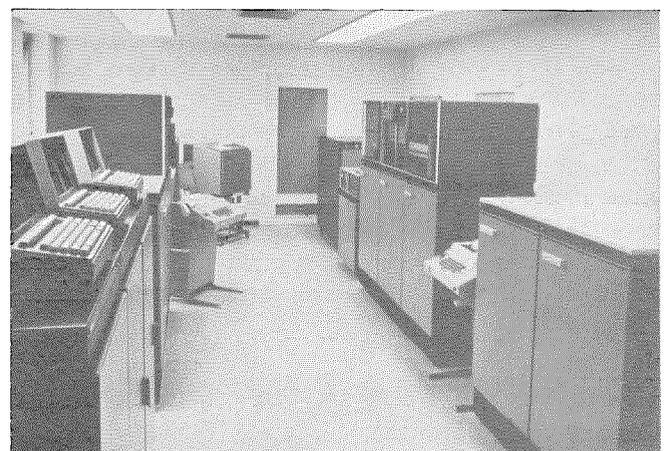


Fig. 2 Configuración general del sistema de conmutación de mensajes por ordenadores 6400 ADX para la DPA.

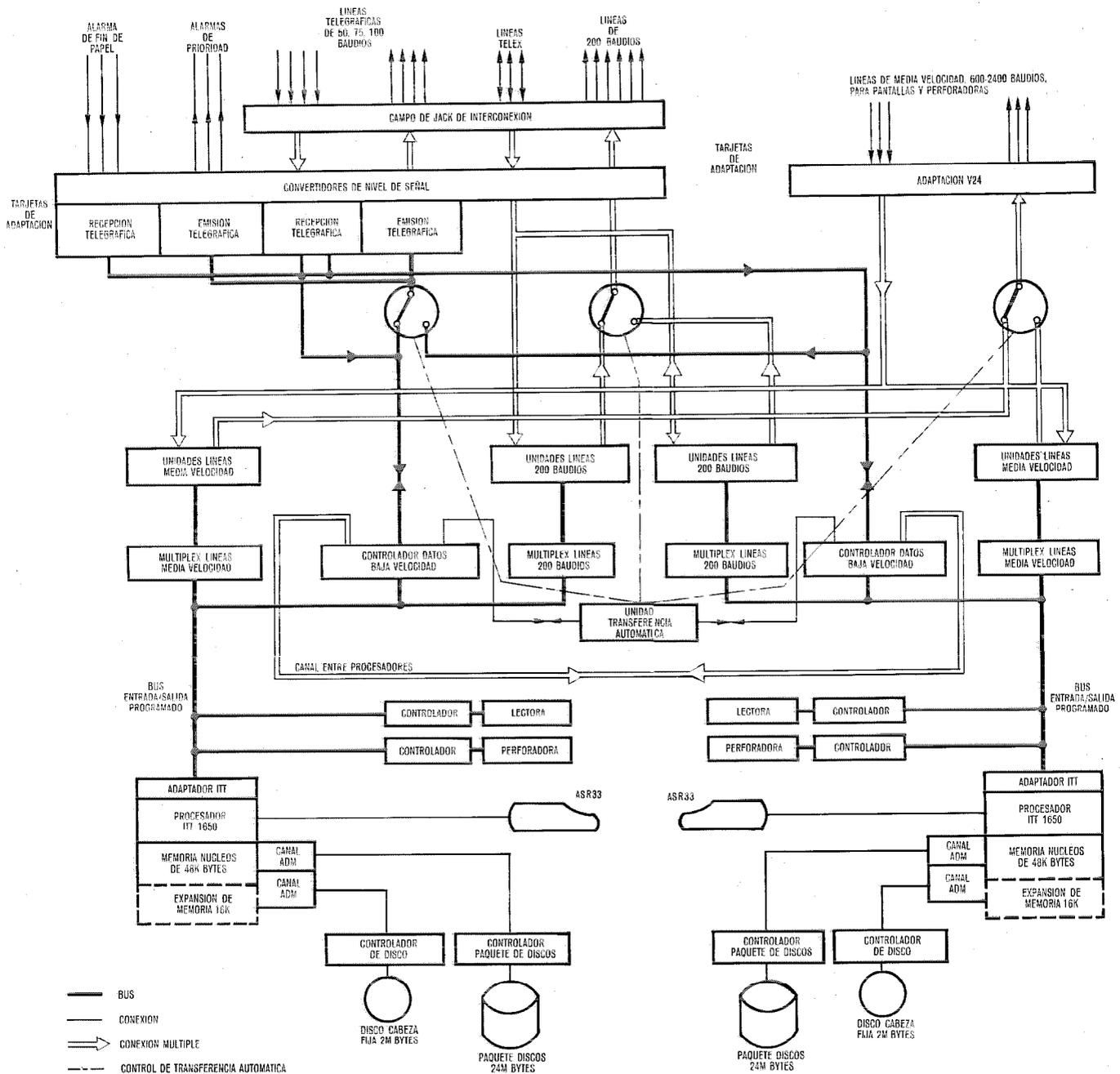


Fig. 3 Sala de ordenadores para el sistema 6400 ADX en la oficina central de DPA en Hamburgo.

En [1] se dan detalles sobre las técnicas básicas aplicadas en los sistemas de conmutación de mensajes, particularmente en aplicaciones de prensa.

Puede tenerse una idea sobre la potencia del sistema cuando se considera que la máxima capacidad de tráfico establecida en el diseño es de 2.700 caracteres/seg, teniendo además en cuenta la gran variedad y complejidad de tareas que han de realizarse simultáneamente.

Facilidades del sistema

Concentración de noticias

Deutsche Presse-Agentur recibe la materia prima informativa de fuentes esparcidas por todo el mundo a

través de muy diversos medios de comunicación. Esta información es recogida por el sistema y concentrada a alta velocidad hacia los editores responsables de cierto tipo de noticias y/o de tipos particulares de servicio de noticias.

Estos editores pueden desear una de las opciones siguientes:

- editar las noticias antes de transmitir las hacia un servicio de noticias determinado,
- redistribuir el mensaje hacia otros departamentos editoriales que no tenían inicialmente copia, pero con interés conocido en el mismo,
- archivar el mensaje para uso posterior,
- pasar las noticias para traducción a otra lengua,
- archivar el mensaje en un fichero por temas asequi-

ble a todos los editores para artículos, editoriales, etc.

La figura 4 muestra en esquema el flujo de mensajes a través del sistema y la red.

Las noticias vírgenes entran al sistema de las siguientes fuentes:

- En formato, desde la red telegráfica mundial de DPA.
- En ocasiones especiales, de la red regional telegráfica DPA, sin formato.
- Tanto en formato como sin él, de fuentes cualesquiera en el mundo, por conexión automática con la red pública télex.
- De la red de teleimpresores de United Press International, a través de un sistema ITT 600 ADX* que opera en un formato diferente al empleado por DPA.
- Indirectamente, por teléfono, a través de una sala donde operadoras telefónicas equipadas con pantallas Alfaskop teclean los mensajes directamente en el sistema, siendo el formato incorporado automáticamente en el mismo.
- Indirectamente, vía cable, correo u otras. Estos mensajes se introducen en el sistema por medio de las pantallas Alfaskop, como en el caso anterior, o a través de medios de perforación telegráfica que también reciben asistencia en cierto grado del sistema para la preparación del mensaje.

Los mensajes se clasifican en:

- mensajes de noticias en formato,

- mensajes no sometidos a formato,
- mensajes administrativos en formato.

Se crearon formatos especiales tanto para la entrada de noticias vírgenes como para la salida de noticias editadas a los servicios de difusión.

Los mensajes administrativos sólo se refieren a los asuntos administrativos cotidianos de DPA y el sistema incorpora un sencillo procedimiento de conmutación para tales mensajes. Una copia de los mismos se envía automáticamente al editor jefe y además son escritos ordenadamente en una copia central duradera. El sistema incorpora estrictas medidas de seguridad para impedir que tales mensajes sean difundidos como noticias.

El sistema realiza asimismo la conversión automática de formato hacia y desde el canal de United Press International.

Diversos métodos de encaminamiento rigen la concentración de mensajes hacia los diversos puestos editoriales:

- Los mensajes administrativos llevan un indicador de categoría que asegura su especial protección, su archivo centralizado y copia al editor jefe.
- Los mensajes en formato llevan códigos de encaminamiento de 3 letras que se refieren bien a editores individuales o a grupos de editores (por ejemplo, las noticias deportivas alemanas utilizarían típicamente un código que las encaminaría a la posición de deportes y a la posición nacional del principal servicio alemán de noticias).
- Los mensajes en formato llevan un código de origen. El supervisor del sistema puede, mediante una

* Marca registrada del sistema ITT.

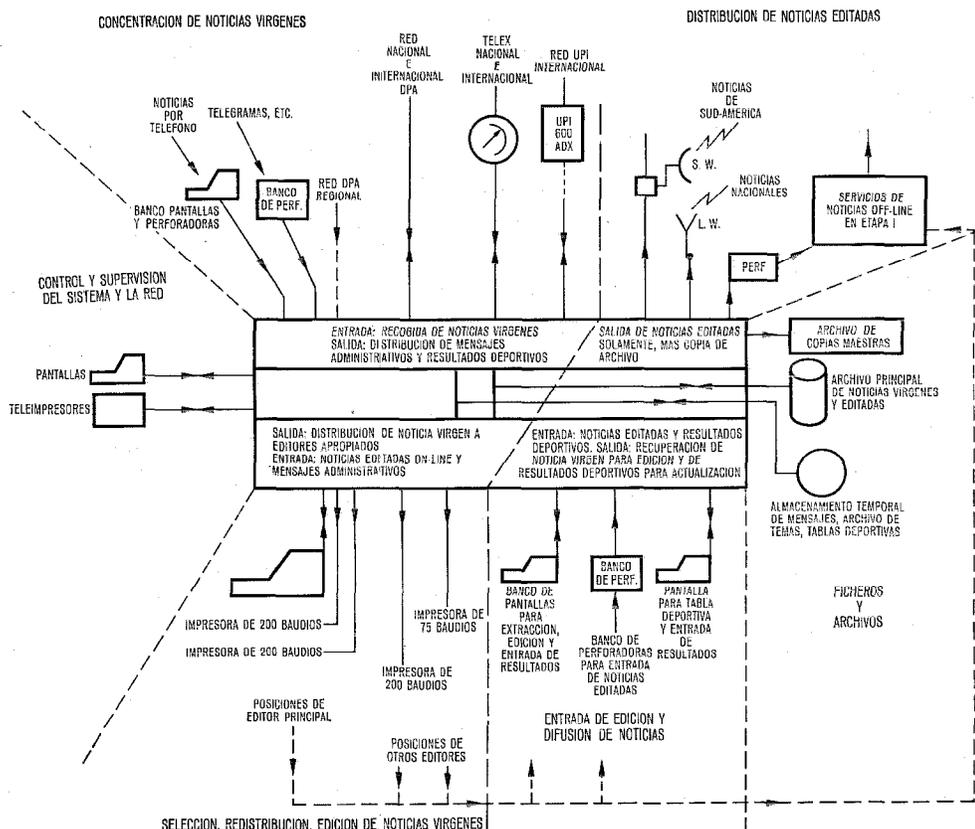


Fig. 4 Flujo de noticias a través del sistema.

orden "on-line", asegurar que todos los mensajes procedentes de orígenes específicos sean copiados al editor jefe, además de su encaminamiento normal. De este modo dicho editor puede supervisar las noticias que llegan de zonas particularmente importantes en los momentos actuales. Para impedir la entrada de noticias desde fuentes no autorizadas, el sistema solamente permite ciertos códigos de origen en determinados circuitos de entrada.

- Los mensajes en formato pueden recibir uno entre 6 niveles de prioridad. Los mensajes de los 3 niveles superiores son automáticamente copiados al editor jefe. Para reducir las demoras en la conmutación, estos mensajes son encaminados y comienza su retransmisión tan pronto como el final de las líneas de preámbulo anteriores al texto se ha recibido, es decir, antes de la total recepción del mensaje. Además, un mensaje de la prioridad máxima interrumpe cualquier mensaje de prioridad inferior que se esté retransmitiendo por el canal requerido; en este caso el mensaje interrumpido vuelve a transmitirse después.
- Los mensajes fuera de formato recibidos por télex, al igual que los mensajes recibidos con errores de formato, se hacen llegar automáticamente a las pantallas Alfaskop en donde son rápidamente sometidos a formato para asegurar su correcta retransmisión.
- El supervisor general del sistema puede ajustar ciertos canales telegráficos de entrada para que puedan recibir tanto mensajes en formato como fuera de formato. Si se ha seleccionado un canal para recibir mensajes fuera de formato, el supervisor puede ordenar al sistema que distribuya todo el tráfico de llegada por ese canal hasta a 6 destinatarios.
- Cualquier tráfico distribuido a uno de los 4 editores principales puede fácilmente ser reencaminado a cualquier destinatario. El sistema facilita un encabezamiento de mensaje previamente formatado y el editor se limita a rellenar en él los destinatarios y emite el mensaje. Similarmente pueden ser redirigidos los mensajes extraídos del archivo.

El sistema toma amplias medidas de seguridad para garantizar que los mensajes vírgenes no sean distribuidos a los servicios de difusión de noticias.

Equipo editorial y actividades

Los 4 editores principales: editor jefe, editor del servicio nacional en lengua alemana, editor del servicio extranjero en lengua alemana y editor europeo, están respectivamente equipados con pantalla, así como con una o más impresoras de 200 baudios. La figura 5 muestra una posición de editor principal en DPA.

Otros editores tienen uno o más impresoras a velocidades de 50 a 200 baudios, según el tráfico. Existe también un banco de pantallas Alfaskop para proporcionar ciertos servicios a estos editores.

Las pantallas (especialmente adaptadas para DPA) poseen una amplia gama de posibilidades concebidas especialmente para la edición de noticias; así por ejem-

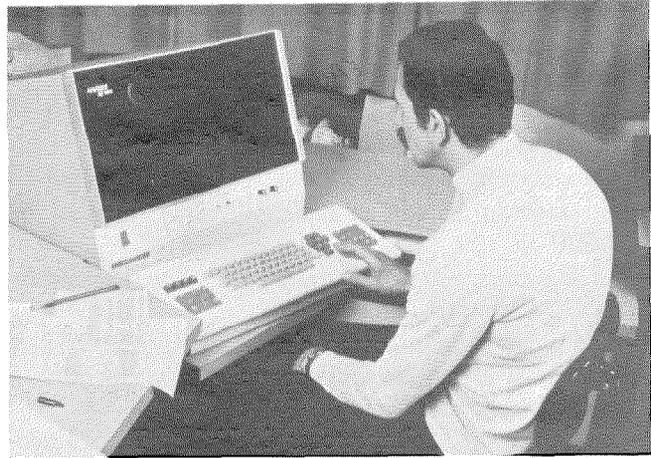


Fig. 5 Posición editorial principal: un editor utilizando su pantalla.

plo, la capacidad de definir cualquier bloque del texto y desplazarlo hacia otro lugar del mensaje, donde la pantalla reorganiza automáticamente la estructura.

En la Etapa I, las pantallas trabajan en 4 modos diferentes como máximo, que permiten:

- Dos métodos de controlar la salida de noticias vírgenes en forma de copia duradera hacia la posición editorial.
- Extracción de mensajes del fichero para edición y/o redistribución, etc.
- Entrada de nuevos mensajes, tales como noticias editadas para radiodifusión o mensajes administrativos a reporteros, etc.

Dentro de estas modalidades el editor puede, mediante sencillas instrucciones de una sola pulsación, hacer que el sistema:

- imprima el mensaje en su impresora con su prioridad original o la superior;
- seleccione, según sus deseos, si aparece en la pantalla todo el mensaje o solamente la parte correspondiente al preámbulo;
- presente en la pantalla las páginas siguientes en caso de mensajes largos;
- vuelva a situar el mensaje en cola para nueva presentación posterior;
- archive el mensaje;
- edite el sistema y lo reencamine para distribución;
- en la Etapa II, transfiera el mensaje a una pantalla de subeditor.

Los editores no provistos de pantalla pueden utilizar el banco de Alfaskop para:

- introducir mensajes;
- extraer mensajes del fichero, editarlos y redistribuirlos, o bien hacer que se impriman en copia duradera, o transferirlos a la perforadora de 600 baudios.

Todos los mensajes son archivados en el almacenamiento de 24 Mbytes de manera cíclica, de modo que los nuevos mensajes van gradualmente escribiéndose sobre los más antiguos.

Generalmente, los mensajes pueden extraerse del fichero al cabo de 5 segundos, haciendo referencia a

los números de entrada, salida u origen y a la fecha y hora aproximada de archivo (el archivo contendrá inicialmente noticias de 6 días como máximo). También pueden extraerse mensajes especificando, por ejemplo, un canal de entrada y un período de tiempo: todos los mensajes recibidos por ese canal durante el período especificado serán automáticamente extraídos por el sistema.

Además del anterior, el disco de 2 Mbytes se emplea para fichero por "temas". Todos los mensajes sobre un determinado tema son encaminados, por medio de un código asignado a dicho tema, al fichero correspondiente. Las extracciones solicitadas pueden ser: todos los mensajes sobre ese tema en particular, o bien los mensajes sobre dicho tema recibidos dentro de un intervalo de tiempo especificado.

Una vez que la noticia virgen ha sido editada y/o traducida, ya haya sido "on-line" u "off-line", deberá ser distribuida por los canales de los servicios de difusión de noticias apropiados. Los mensajes editados entran al sistema directamente desde las pantallas de los editores, o vía teleimpresor, o desde los bancos de pantallas o perforadoras. Se llevan a cabo comprobaciones especiales para asegurar que solamente los editores autorizados pueden enviar mensajes de noticias hacia ciertos servicios de difusión. Es posible asimismo imponer una condición sobre un mensaje de entrada, indicando que el sistema no debe emitirlo antes de un tiempo especificado.

Todas las noticias difundidas desde el sistema salen por líneas telegráficas, si bien éstas eventualmente se conectan a servicios radiotelegráficos de onda larga en Alemania y a servicios de onda corta en los Estados Unidos (para América del Sur).

El sistema produce los mensajes de su servicio de noticias en forma de difusión. Estos boletines de noticias se abren y cierran automáticamente por el sistema a ciertas horas del día, existiendo facilidades de control "on-line" para cambiar las horas y otros parámetros (frecuencias transmisoras y signos de llamada) y para añadir o suprimir ediciones de los boletines diarios. Se preven diferentes horarios para días de la semana, sábados y domingos.

En ciertos casos se transmiten los boletines de noticias sobre canales que tienen posibilidades de selección a múltiples destinos y en consecuencia se envían códigos, al principio y al final del boletín, para el comienzo y fin de la recepción del mensaje en el destino apropiado.

Existen posiciones de supervisión, dotadas de abundantes medios de comunicación hombre-máquina, desde las que se controla el sistema y la red y se obtienen partes automáticos de averías además de un registro de todos los mensajes cursados por el sistema. Para esta función se utilizan tanto los teleimpresores normales como las pantallas Alfaskop. En la figura 6 se indica el área de supervisión del sistema.

Además de las facilidades esenciales, descritas anteriormente, el sistema permite realizar una serie de fun-



Fig. 6 Zona de supervisión del sistema.

ciones auxiliares, entre las que podemos citar como más destacadas:

- Almacenamiento, preparación y actualización de las principales tablas de resultados deportivos, basadas en los datos que se introducen a través de las pantallas Alfaskop. El sistema ofrece una gran asistencia para la entrada de resultados destinados a actualizar la tabla y distribuye automáticamente dichos resultados y tablas a destinatarios especificados.
- Paginación de copias maestras, es decir, preparación de una copia de los principales servicios de noticias sobre páginas previamente preparadas, para fines de archivo y distribución postal. También pueden dirigirse los mensajes, mediante un código de 3 letras, a una impresora especial de copias maestras. Se utiliza un teleimpresor de página con un formato privativo de la agencia.
- El sistema contabiliza, en el sentido monetario, todos los mensajes de entrada y de salida; mensajes de entrada por teléfono, por cable, y recibidos de la United Press International. El sistema genera diaria y mensualmente estados de cuentas dirigidos al terminal del director de comunicaciones. Mediante pantallas pueden actualizarse las tablas de tarifas, u otras modificaciones similares.

Experiencia práctica

El sistema fue puesto en servicio en septiembre de 1973. Operacionalmente el sistema ha producido efectos visibles e inmediatos. El tiempo medio transcurrido desde la llegada de un mensaje de prioridad normal hasta su despacho, ya editado, se redujo desde 45 a 8 minutos. Aún más importancia tiene el que noticias verdaderamente urgentes que antes eran tratadas a mano con esfuerzo considerable, en un tiempo comprendido entre 3 y 5 minutos, ahora se despachan al cliente, sin apresuramiento, en cuestión de segundos. A pesar del persistente incremento del volumen de tráfico se ha podido reducir el número de empleados en la oficina central de Hamburgo. En el caso de los editores, se ha reducido también el tiempo invertido en tareas no editoriales, lo cual ha mejorado su eficacia.

Quizá es este último aspecto el más significativo en cuanto a la contribución del sistema 6400 ADX* a la calidad del servicio ofrecido por DPA, ya que ésta depende de la habilidad con que el editor jefe coordine la generación de noticias de todos los extremos del globo, presentando un panorama mundial coherente. Así por ejemplo, un suceso en Moscú se puede incluir junto con la reacción procedente de Washington, o una conferencia en el Cairo junto a los comentarios suscitados en Tel-Aviv. Por medio de su pantalla visualizadora de alta velocidad, el editor jefe puede, con mayor comodidad y rapidez, examinar el flujo entrante de noticias, consiguiendo un domino más extenso y actualizado de la situación mundial en cualquier momento. Si una crónica desde algún lugar del mundo puede suscitar reacciones en otro lugar determinado, el editor jefe puede enviar una copia de dicha crónica o informe, mediante sencillas órdenes emitidas desde su teclado, al corresponsal de DPA interesado, al tiempo que le envía una petición de comentarios.

También han contribuido a mejorar la calidad del servicio de DPA aquellas características del sistema que se refieren a la selección de noticias útiles entre el aluvión que llega a las oficinas. Un 80 % de las noticias recibidas es, efectivamente, considerado por los editores como de interés no suficiente para su retransmisión a los clientes. Antes de ser instalado el sistema ADX los editores decidían si la noticia debía o no ser conservada, leyendo su copia en papel; las que no consideraban interesantes se tiraban a la papelera y todas las semanas se enviaban enormes cantidades de papel para su recuperación en pasta. A veces un editor descubriría que había cometido un error al rechazar una noticia, viéndose obligado a rebuscar en la papelera hasta encontrarla. Actualmente el editor tiene dos opciones con respecto a los mensajes que no quiere distribuir en el acto a los clientes: si él cree razonablemente que no va a necesitar esa información, ordenará que sea registrada en su fichero particular en donde permanecerá hasta ser destruida por otra noticia que se le superponga, aproximadamente una semana después. En cambio, si duda en utilizar la información o espera ampliación de la misma, puede someterla a un proceso de reciclaje, lo cual significa que la noticia aparece en su pantalla a intervalos regulares, recordando automáticamente su existencia, hasta que el editor adopta su decisión final.

Todo lo anterior tiene relación con la facilidad de extracción de mensajes que datan de horas o días anteriores. Antes de disponer del sistema 6400 ADX*, cada vez que los editores necesitaban un mensaje de noticias anterior tenían que enviar a buscarlo entre los viejos ficheros. Dado que se transmiten unos 8000 mensajes diarios, el tiempo empleado en esa búsqueda era importante. Con el sistema ADX se pueden recuperar

mensajes antiguos en cuestión de segundos, necesitando solamente dar una identificación aproximada, tal como fuente de origen y fecha.

Según las leyes alemanas, DPA tiene que aceptar responsabilidad sobre la veracidad de los despachos de noticias que publica. El diseño del sistema incluye tales medidas de seguridad que, a pesar de la mayor velocidad de tratamiento, el ejercicio de la responsabilidad legal aludida se ve realmente facilitado.

Los conceptos básicos de diseño adoptados por DSD, es decir, el establecimiento de un sistema de control duplicado con posibilidades de recuperación progresiva en caso de fallo, han sido avalados por los resultados prácticos. A pesar de haberse sufrido en alguna ocasión dificultades en el sistema y en la red de comunicaciones exterior, DPA declara, por primera vez en su historia, que no se ha perdido ni un solo mensaje desde que el ADX entró en servicio.

El sistema 6400 ADX* ha alcanzado todos los grandes objetivos que se había propuesto la Deutsche Presse-Agentur. A los pocos meses de su puesta en servicio se inició la planificación de la Etapa II, continuando su colaboración los equipos de DPA y de la Data Systems Division para desarrollar nuevas ideas y procedimientos de aplicación de la conmutación de mensajes a los servicios de la DPA y, en general, a todas las agencias informativas.

Referencia

[1] J. J. Sharp: Aplicación de los sistemas basados en ordenador para comunicaciones, en la divulgación y tratamiento de noticias; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1971), N° 4, págs. 255-261.

R. H. Steadman nació en 1940. Estudió física en el University College de Londres, donde obtuvo el título de Bachelor con mención honorífica. Durante 7 años, en el Ministerio de Tecnología, trabajó en investigación de la física del estado sólido a bajas temperaturas y en diseño de sistemas para control de tráfico aéreo por medio de ordenadores. En 1968 ingresó en Standard Telephones and Cables.

Las actividades de Mr. Steadman en DSD han cubierto una amplia gama en el estudio y diseño de sistemas de comunicaciones en tiempo real gobernados por ordenadores, cuyas aplicaciones se extendían desde el sencillo catálogo de datos por sistemas compartidos de capacidad media y grande, hasta complejos sistemas de conmutación de mensajes y redes de datos, en particular el sistema 6400 ADX para Deutsche Presse-Agentur. En la actualidad es analista jefe en DSD.

D. C. Mc Douall nació en 1940. Después de graduarse en ingeniería en la Universidad de Cambridge, ingresó en la British Aircraft Corporation en la que desempeñó diversos cometidos funcionales y directivos. En 1966 entró en Standard Telephones and Cables para dirigir el proyecto del control de las representaciones gráficas de diseños mediante ordenadores. En 1969 pasó a formar parte del staff de Dirección, responsabilizándose de todas las aplicaciones técnicas de los ordenadores en STC.

En 1972 Mr. Mc Douall pasó a DSD en calidad de jefe de proyecto. Es miembro del British Institute of Management. Recientemente dejó STC para desempeñar el puesto de director gerente de Quest Automation.

* Marca registrada del sistema ITT.

Notas de investigación

ITT desempeña un papel fundamental en las comunicaciones de tierra del sistema Westar

EUGENE BRUSSEL

ITT Space Communications, Inc., Ramsey, N. J., Estados Unidos de América

ITT desempeña un papel fundamental en el sistema Westar de Western Union, el primer sistema de comunicaciones nacionales por satélite en los Estados Unidos.

ITT Space Communications, Inc., ubicada en Ramsey, New Jersey, ha diseñado, suministrado e instalado todo el equipo de comunicación, electrónico y eléctrico, de cinco estaciones terrenas de comunicaciones por satélite para Western Union.

Las cinco estaciones transmiten y reciben mensajes a y desde Westar.

Las estaciones están situadas en Glenwood, New Jersey, a unos 70 km al noroeste de la ciudad de Nueva York; en Estill Fork, Alabama, a unos 210 km al noroeste de Atlanta; en Lake Geneva, Wisconsin, a unos 110 km al noroeste de Chicago; en Steele Valley, California, a unos 100 km al este del centro comercial de la ciudad de Los Angeles; y en Cedar Hill, Texas, a unos 55 km al sur de Dallas.

Una de las consideraciones fundamentales en la selección de la ubicación de las cinco estaciones terrenas, fue el que cada lugar estuviera situado en un área libre de interferencias, y relativamente libre de otras transmisiones de radiofrecuencia de intensidad importante. Esto explica por qué cada estación no se encuentra más cerca del centro de población al que servirá. Cada estación terrena estará conectada a los terminales e instalaciones de Western Union, a través de enlaces de microondas terrestres.

Misión de ITT Space Communications

ITT Space Communications, está especializada en el desarrollo, diseño, construcción e instalación de estaciones terrenas de comunicaciones por satélite y equipo de comunicaciones de tierra con ellas relacionadas.

Ha construido o suministrado equipos para 58 estaciones terrenas de comunicaciones por satélite y programas en los Estados Unidos y en todo el mundo, especialmente Bélgica, Brasil, Colombia, Congo, Grecia, Indonesia, Portugal, España y Venezuela.

ITT Space Communications es miembro de ITT Government and Commercial Services en ITT Defense-Space Group.

Participación de ITT en el sistema Westar

Según contrato con Western Union, ITT Space Communications tiene la responsabilidad de diseñar, suministrar, instalar, comprobar y probar todo el equipo, electrónico y eléctrico, para las operaciones de comunicaciones de cinco estaciones terrenas de Western Union, incluyendo un sistema de energía para cada estación. Este último consiste en una fuente de energía ininterrumpible, generador de energía de reserva cons-

tituido por un grupo diesel, y dispositivo de conmutación eléctrica de la estación. La gestión de la ingeniería civil de ITT, incluye el diseño y construcción en las estaciones terrenas de una torre para la antena de comunicaciones, así como los asientos de la torre.

Cada una de las cinco estaciones terrenas del proyecto Westar, tiene la posibilidad de transmitir hacia uno o varios de los doce repetidores activos de cada uno de los dos satélites en órbita del proyecto Westar, así como de recibir todo el tráfico procedente de las otras cuatro estaciones y retransmitido por los satélites.

Los satélites y las estaciones terrenas del proyecto Westar, están diseñadas sobre una base modular. Esto permite añadir nuevas unidades a los sistemas, o recombinar subunidades para acomodar el crecimiento, así como cambiar las asignaciones de encaminamiento del tráfico. Radioenlaces convencionales de microondas con visión óptica directa conectarán cada estación terrena con la red de microondas terrestres de Western Union.

La estación terrena N° 1 de Western Union, situada en Glenwood, New Jersey, es la estación de control para el sistema de comunicaciones por satélite Westar. El funcionamiento y resultados de las otras cuatro es-

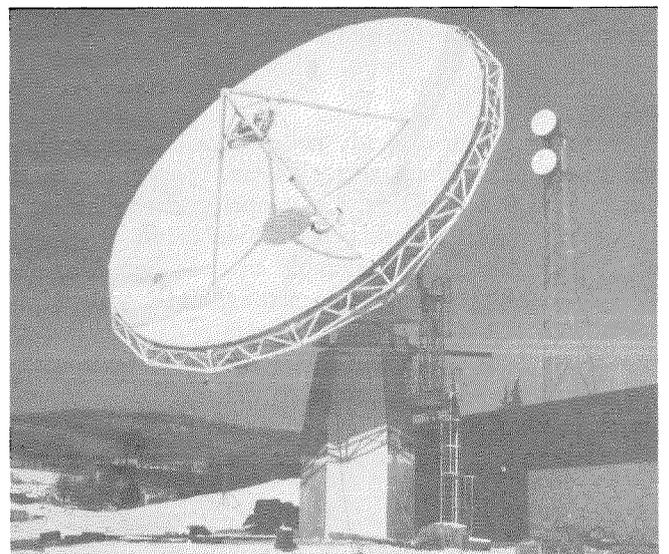


Fig. 1 Antena terrestre de comunicaciones por satélite de ITT, instalada en la estación terrena N° 1 de Western Union situada en Glenwood, N. J., a unos 70 km al noroeste de la ciudad de Nueva York, por ITT Space Communications Inc. de Ramsey, N. J. Antenas de comunicaciones similares, de unos 15,5 m de diámetro (51 pies), así como el equipo eléctrico y electrónico de comunicaciones de tierra, han sido instalados por la compañía subsidiaria de ITT en las estaciones terrenas de Western Union, en Steele Valley, California, cerca de Los Angeles; en Estill Fork, Alabama, en las proximidades de Atlanta; en Lake Geneva, Wisconsin, cerca de Chicago, y en Cedar Hill, Texas, en las proximidades de Dallas. Las estaciones comprenden puntos de interconexión terrenas para los satélites Westar de Western Union. Westar es el primer sistema de comunicaciones nacionales por satélite de los Estados Unidos.

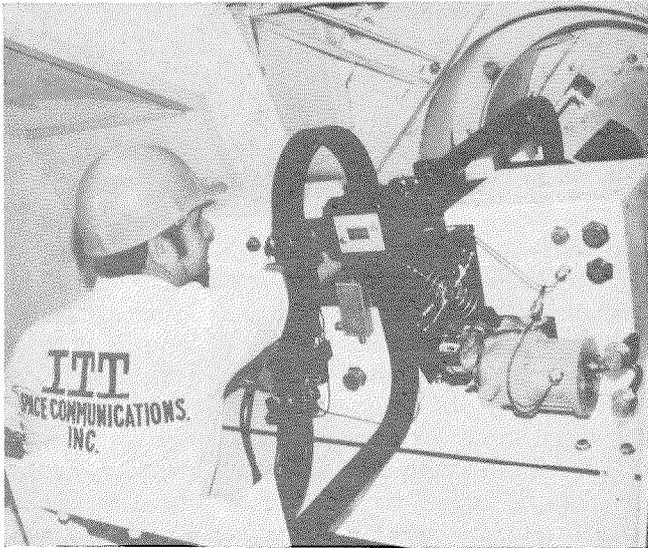


Fig. 2 En la nueva estación terrena N° 1 de comunicaciones por satélite de Western Union, situada en Glenwood, N. J., un ingeniero de ITT comprueba un control en el sistema de amplificadores paramétricos en el cuarto de equipos superior de la antena. ITT Space Communication ha diseñado, suministrado e instalado el equipo de comunicaciones de tierra en la estación terrena de Glenwood y en otras cuatro estaciones terrenas de Western Union en las proximidades de las principales ciudades de Estados Unidos. El equipo de comunicaciones de tierra instalado por ITT transmite y recibe información procedente de Westar, el primer sistema de comunicaciones nacionales por satélite de los estados Unidos. Además de la estación de Glenwood a unos 70 km de la ciudad de Nueva York, están ahora en funcionamiento otras estaciones terrenas de comunicaciones por satélite en Estill Valley, California, cerca de Los Angeles; en Estill Fork, Alabama, en la proximidad de Atlanta; en Lage Geneva, Wisconsin, cerca de Chicago; y en Cedar Hill, Texas, en las proximidades de Dallas.

taciones terrenas son vigilados y controlados continuamente desde la estación de Glenwood.

Aspectos técnicos

Las transmisiones desde las estaciones terrenas hacia los satélites del proyecto Westar, se efectúan en la banda de 5,9 a 6,4 GHz. La recepción desde los satélites se efectúa en la banda de 3,7 a 4,2 GHz.

El ancho de banda utilizable en cada repetidor activo del satélite, y en los correspondientes transmisores y receptores de la estación terrena es de 36 MHz.

Cada enlace de transmisión (transmisor de la estación terrena — repetidor activo del satélite — receptor de la estación terrena), es capaz de encaminar 1200 circuitos de voz unidireccionales o un canal de televi-

sión en color junto con la señal de audio correspondiente.

El equipo de encaminamiento de la transmisión de cada estación terrena, ha sido diseñado y construido con tal flexibilidad, basándose en el sistema, que los transmisores y receptores pueden combinarse a través de diferentes repetidores del satélite, para satisfacer los cambios en las demandas de tráfico entre las cinco estaciones. Inicialmente, las estaciones estarán equipadas para atender un total de 23 enlaces transmisión-recepción, con posibilidad de incrementarse casi al doble.

Aunque el diseño ITT del equipo de comunicaciones de tierra de las estaciones terrenas utiliza la tecnología existente, se aportó una cantidad extraordinaria de ideas al diseño del sistema, para asegurar una disponibilidad máxima del sistema con un esfuerzo de mantenimiento mínimo.

ITT Space Communications se ha comprometido a entregar a Western Union un sistema que permitirá a los circuitos de Westar estar disponibles, con capacidad de manejo de tráfico total el 99,99 % del tiempo.

Para conseguir este elevado grado de disponibilidad, se han empleado equipos y sistemas redundantes de todas las maneras posibles.

Así, ITT Space Communications ha diseñado un subsistema de supervisión — control — alarma — y prueba que revisará continuamente una gran cantidad de señales de seguridad de los equipos individuales. Tan pronto como se detecte un mal funcionamiento de un subsistema, el subsistema de supervisión — control — alarma — y prueba entrará en acción inmediatamente, colocando en línea el equipo en reserva, normalmente sin ninguna interrupción en el flujo de información sobre el enlace afectado.

Además, ITT ha suministrado un sistema de energía de reserva completo, consistente en una fuente de alimentación de potencia ininterrumpible, de estado sólido, una batería de grandes dimensiones, y generadores diesel duales. En caso de alguna interrupción o pérdida de fuerza de la red, el sistema continuaría indefinidamente suministrando potencia al equipo de comunicaciones, todo, desde luego, sin ningún deterioro o interrupción del tráfico de comunicaciones del satélite.

El equipo de comunicaciones de tierra instalado por ITT en cada una de las cinco estaciones terrenas de Western Union, fue fabricado por ITT Space Communications en sus instalaciones de Ramsey, New Jersey.

ITT Federal Electric, seleccionada para instalar una red principal de comunicaciones en España

L. BROWN

ITT Federal Electric Corporation, Paramus, N. J., Estados Unidos de América

La Agencia de Comunicaciones del Ejército de Estados Unidos (U. S. Army Communications Agency), ha adjudicado a Federal Electric Corporation (FEC) de Paramus, N. J., asociada a ITT, un contrato muy importante para dirigir, suministrar e instalar, probar y

hacer operacional un sistema de comunicaciones en España.

El sistema es la Red de Mando Territorial (RMT) de 42 centros, en sistema mixto de difusión troposférico y microondas, que proporcionará comunicaciones

entre las instalaciones del Ejército y Marina Españoles ubicados por todo el territorio continental español, Mallorca y Menorca.

De acuerdo con el jefe del proyecto, que ha establecido una oficina para el proyecto de la RMT en Madrid, la red comprenderá enlaces subhorizonte (line-of-sight), y enlaces troposféricos de difusión y de difracción; sistemas de mensajes y de voz; terminales móviles; una ayuda de entrenamiento; medios de apoyo general y de apoyo directo y equipo de fuerza auxiliar y asociado.

La Red de Mando Territorial, incluirá 17 radioenlaces transhorizonte y 22 enlaces subhorizonte. El Centro de Mando del Ministerio del Ejército español, el Centro de Mando del Ministerio de Marina español, y el Centro de Control del sistema, ubicados todos ellos en Madrid, estarán conectados por el sistema con 14 centros tácticos y 9 centros terminales de Ejército, y con 6 centros terminales de la Marina.

El equipo automático de conmutación de voz y datos, combinado con las comunicaciones por radio, proporcionan servicios de voz, teleimpresor y datos entre los centros de mando militares y sus centros terminales. El sistema incluirá circuitos de voz y de teleimpresor para usuarios comunes y para usuarios exclusivos, circuitos dedicados a datos, instalaciones de control

técnico, alarmas de supervisión remotas y comunicaciones de órdenes.

Los terminales móviles, que serán completamente autosuficientes, incluyendo sistemas de antena y de fuerza, serán usados para el restablecimiento de enlaces limitados, y extensión del sistema de la RMT.

En el estudio del sistema se ha incorporado todo el esfuerzo necesario para evitar la pérdida de ciertos circuitos críticos y de alta prioridad. El sistema es esencialmente una red en bucle cerrado, que permite rutas alternativas para los circuitos de prioridad. En otras palabras, un circuito de mando puede ser encaminado al menos en dos direcciones diferentes para alcanzar un centro terminal. Si los enlaces de un lado del bucle fallan, entonces la ruta alternativa permite aún la comunicación. Además de esta protección, se proporcionará al Centro de Control del sistema una configuración de emergencia para permitir el restablecimiento del sistema en caso de fallo del centro táctico individual que sirve de estación vértice.

Los centros de la Red de Mando Territorial se extienden desde los puertos de mar del Océano Atlántico de El Ferrol y La Coruña, en Galicia, en el extremo más noroccidental de España, pasando por Labor del Rey y otros centros en las Montañas Cantábricas y dirigiéndose entonces hacia el Este hasta Barcelona, en

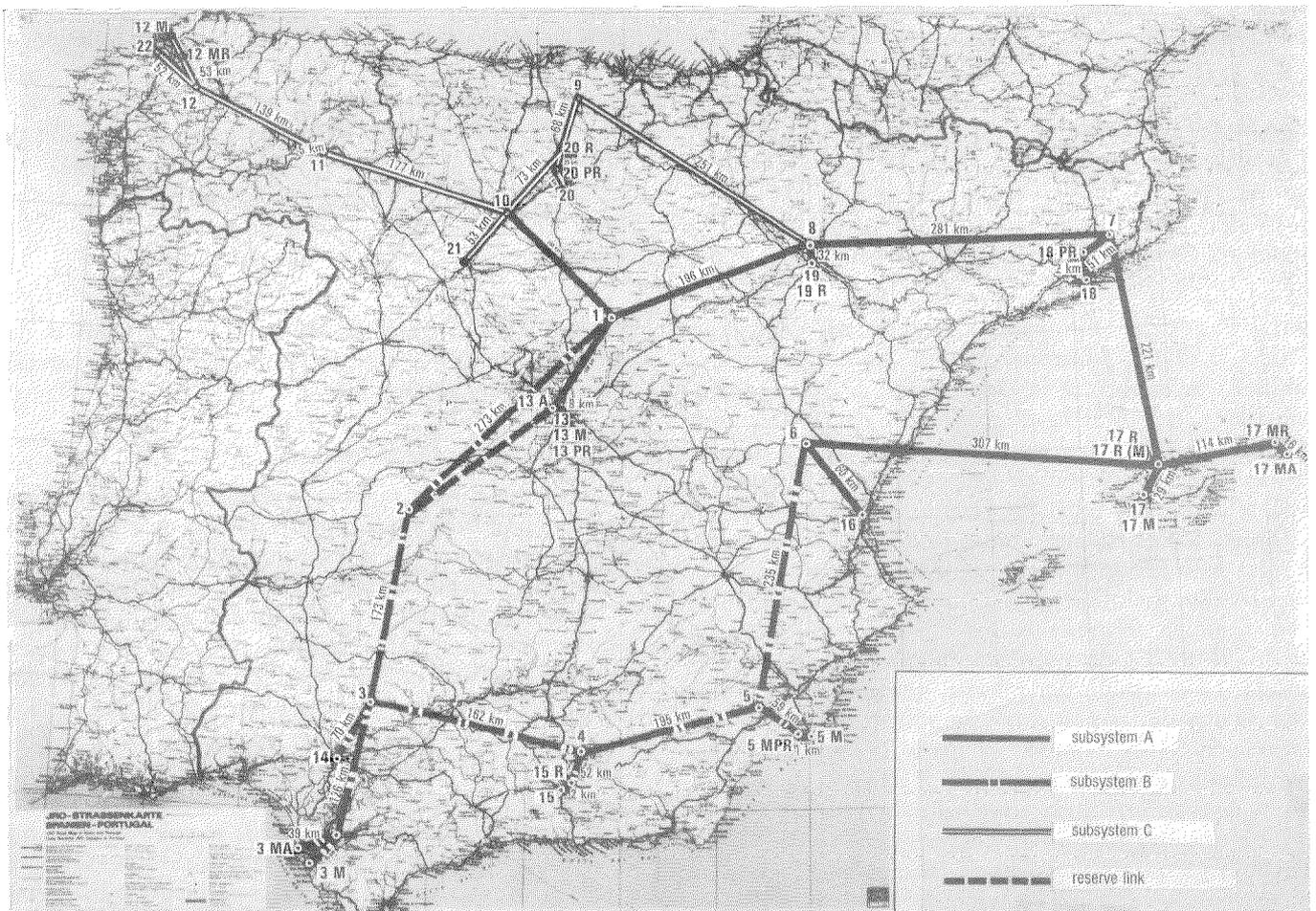


Fig. 3 Red de mando territorial de España (RMT).

el mar Mediterráneo, dirigiéndose después hacia el Sur, desde Barcelona hacia las islas de Mallorca y Menorca. Desde La Coruña, se extiende hacia el Este y el Sur hasta Valladolid y Sevilla, y hasta los puertos de mar de Rota y San Fernando, en el Océano Atlántico, a unos 80 km al Oeste de Gibraltar.

Otras estaciones de la Red de Mando Territorial, serán instaladas en, o cerca de, Madrid, Valencia, Burgos, Sevilla, Granada, Cartagena y Zaragoza.

A causa del terreno montañoso y de la dispersa distribución geográfica de los centros, en el diseño del sistema RMT destaca la utilización de comunicaciones por difusión troposférica.

En oposición a las transmisiones por microondas o subhorizonte, que no pueden penetrar tras el horizonte, la transmisión troposférica, también llamada trashorizonte, emplea una forma especial de propagación que lanza señales radioeléctricas de elevada potencia contra la parte baja de la troposfera, la capa de la atmósfera situada aproximadamente a 11 km, de forma que se difunden a puntos situados tras el horizonte. Estas señales son recogidas por grandes antenas parabólicas que se utilizan con receptores de bajo ruido para amplificar las débiles señales.

Las antenas utilizadas para las comunicaciones troposféricas del sistema RMT, tendrán dimensiones hasta de 18 metros de diámetro.

El uso de difusores troposféricos junto con enlaces subhorizonte, está basado en una combinación de consideraciones de tipo económico y práctico. Con un

diseño apropiado, este tipo de comunicaciones ofrece una elevada seguridad de propagación a lo largo de todo el año, que se aproxima a la de los sistemas subhorizonte. Los enlaces troposféricos pueden proporcionarla sobre distancias mucho mayores (aproximadamente 320 km) que los sistemas subhorizonte. Consecuentemente, si los centros que requieren comunicación están localizados en puntos muy alejados entre sí, se elige el enlace troposférico a fin de evitar la construcción de numerosas estaciones repetidoras subhorizonte.

Sin embargo, es destacable el hecho de que el sistema RMT incluye un enlace subhorizonte, el existente entre Montseny en Barcelona y Puig Mayor en Mallorca, que tiene una longitud de 278,3 km. Esta longitud de vano no es usual en comunicaciones subhorizonte; y en este caso es posible el enlace subhorizonte, a causa de las extremadas elevaciones de las estaciones con respecto al terreno intermedio y al mar.

Aunque el equipo para un enlace troposférico es más caro, está compensado por la menor cantidad necesaria y el ahorro de la construcción de centros repetidores. Al lado de las consideraciones económicas, existen algunos casos, tales como terrenos montañosos y áreas inaccesibles, en los que los enlaces troposféricos son la única solución. Sobre todo, es una técnica que complementa, y no sustituye, a los sistemas de transmisión con enlaces subhorizonte, y que cuando se combinan con éstos, ofrece los mejores resultados siempre que están implicadas consideraciones de tipo técnico y económico.

Standard Telecommunication Laboratories (STL)* exhibe logros de investigación avanzada, en la exposición de dispositivos de estado sólido

F. BRICE

Standard Telecommunication Laboratories, Ltd., Harlow, Inglaterra

La Exposición Europea de Dispositivos de Estado Sólido (ESSDEX, European Solid State Device Exhibition), se celebró en la Universidad de Nottingham, Inglaterra, del 16 al 19 de septiembre de 1974. La exhibición se celebró en paralelo con la Cuarta Conferencia de Investigación de Dispositivos de Estado Sólido, a la que STL también presentó varias ponencias.

Muestras del trabajo avanzado de STL sobre vidrio y silice para fibras ópticas, y su preparación y fabricación estaban incluidas en la gama de productos exhibidos. También se presentó una muestra explicativa de diodos IMPATT de arseniuro de galio de eficacia mejorada. La corrosión por plasma, que constituyó el objeto de una de las ponencias fue objeto de una amplia exposición. Hubo también muestras de aplicaciones de las ondas acústicas de superficie al filtrado de señales, líneas de retardo y almacenamiento de datos.

Los documentos, productos exhibidos y literatura asociada en que se han basado las siguientes notas, se presentaron con la autorización del Ministerio de De-

fensa británico (British Ministry of Defense) o del British Post Office quienes financiaron total o parcialmente el trabajo descrito.

Materiales para fibras ópticas

Un nuevo impulso en la investigación de comunicaciones por fibra óptica, es el resultado de las reducciones importantes en las atenuaciones conseguidas en fibras ópticas obtenidas a partir de vidrio y de silice.

Para un sistema de comunicación por fibra óptica, económicamente viable, se fijó como cifra objetivo, para los primeros estudios de factibilidad, una atenuación de 20 dB km^{-1} . Este tope máximo para el valor de la atenuación, obliga a utilizar materiales de una gran pureza, ya que la fuente principal de pérdidas es la absorción por las impurezas.

Los iones hidroxílicos y de los metales de transmisión, absorben energía en el margen de longitudes de onda de interés (0,6 a $1,1 \mu\text{m}$) y se piensa que el contenido total de metal de transición es aproximadamente de 0,1 ppm (partes por millón), con niveles, en

* Un centro británico de investigación de ITT.

algunos casos, considerablemente peores que este valor. Utilizando técnicas de preparación de vidrio convencionales resultaba imposible alcanzar niveles tan bajos de impurezas, pero esta barrera está siendo ahora superada mediante la utilización de un método basado en la tecnología de semiconductores, y están siendo estudiados tanto el vidrio como la sílice.

El vidrio bruto se prepara a partir de materias primas ultrapuras por un proceso consistente en el calentamiento directo de las materias base por inducción de radiofrecuencia. La ventaja de este procedimiento es que el crisol que contiene a las materias puede mantenerse a una temperatura mucho más baja, mediante enfriamiento por agua, de forma que la contaminación a través del crisol se reduce en gran medida. Se han conseguido pérdidas de atenuación inferiores a 28 y 23 dB km⁻¹ para vidrios constituidos por una mezcla de silicatos sódicos y cálcicos, y para vidrios constituidos por silicatos de boro, respectivamente.

Fabricación de fibra óptica

Un cierto número de métodos diferentes de producción de fibra óptica, están condicionados por el tipo de forma previa de la que se obtiene la fibra por estiramiento. Una técnica sencilla es la de varilla dentro de un tubo (rod-in-tube) en la que la forma previa se prepara deslizando una varilla de vidrio base dentro de un tubo de vidrio de revestimiento de índice de refracción más bajo. La punta de la forma previa se calienta hasta el punto de fusión, y la fibra se obtiene por estiramiento y se devana sobre un tambor. Este método ha tenido un éxito limitado, en términos de pérdidas ópticas, debido a problemas de contaminación de superficie.

Un método "más limpio", utiliza una forma previa de varilla revestida, extraída directamente del dispositivo de fusión del vidrio. Se han producido por este método, fibras con pérdidas por debajo de 55 dB km⁻¹ a una longitud de onda de 0,25 μm .

Un procedimiento diferente emplea dos crisoles concéntricos. El vidrio del núcleo se carga en el crisol interior y el vidrio de revestimiento en el crisol exterior. Cuando se calientan hasta el estado de fusión, los vidrios fluyen a través de estrechos orificios concéntricos situados en las bases de los crisoles para ser conducidos conjuntamente y dar lugar a una fibra mediante estiramiento. Este método es versátil; así para pasar de fibra monomodo con un diámetro del núcleo de 3 μm por ejemplo, a fibra multimodo, con un diámetro del núcleo interior de 50 μm por ejemplo, puede usarse un crisol interior con un orificio de mayor diámetro. Aunque persisten los problemas de contaminación, se han obtenido en STL por este método, pérdidas inferiores a 25 dB km⁻¹ a una longitud de onda de 0,85 μm .

Sin embargo ha sido con sílice con lo que realmente se han obtenido valores de pérdidas impresionantemente bajas, de 4 dB km⁻¹ a una longitud de onda de 0,85 μm y de 2 dB km⁻¹ a una longitud de onda de 1,06 μm en STL, esperándose todavía mejores resultados. El atractivo del método empleado es que está ya

disponible el tubo aislante de sílice de bajas pérdidas, y que en STL existe ya una técnica para el depósito de materias ultrapuras desde la fase gaseosa. Una impureza tal como dióxido de titanio, alúmina u óxido de germanio, es depositada conjuntamente con sílice pura en el interior del tubo de sílice, y la forma previa al calentar es transformada en una varilla sólida y convertida por estiramiento en una fibra que tiene un núcleo dopado y de índice de refracción más alto.

Las diversas técnicas de producción de fibras ópticas tienen, hoy en día, capacidad para alcanzar el objetivo de pérdidas de 20 dB km⁻¹, e incluso pérdidas muy inferiores, pero existen otros factores, tales como longitud del tramo, solidez y rendimiento, que deberán tenerse en cuenta al decidir qué proceso es el mejor para comunicaciones ópticas.

Estructuras de diodos IMPATT (Impact Avalanche Transit Time)

Probablemente, la característica individual más importante de un dispositivo IMPATT es su eficacia. La potencia de salida, disipación de potencia, temperatura de la unión y por consiguiente la seguridad, se ha comprobado que están todas ellas relacionadas, directa o indirectamente con la eficacia.

Un dispositivo IMPATT comprende una región de avalancha de elevada ionización de portadores, y una región de conducción fuente de la potencia útil de microondas. Con un diodo IMPATT, dopado uniformemente, hasta el 50 % del voltaje de trabajo cae en la región de avalancha, y no contribuye a la generación de potencia.

Un tipo de diodo IMPATT de arseniuro de galio de elevada eficacia se está estudiando en STL, a partir de las ideas adelantadas por W. T. Read en un artículo publicado en 1957, quien sugirió que con un perfil de impurezas convenientemente diseñado podría estrecharse la región de avalancha crítica y por consiguiente aumentarse la eficacia. Se han estudiado diversas "estructuras" de perfiles, y se presentaron dos de ellas para demostrar resultados normales: se han obtenido 2 vatios de potencia continua y 24 % de rendimiento a 8 GHz, y 4,5 vatios de potencia impulsiva y 26 % de rendimiento a 10 GHz.

Una importante ayuda en la investigación, recientemente desarrollada en STL, es un programa de ordenador para calcular los perfiles de campos eléctricos estáticos, anchura de la región de avalancha y rendimiento del dispositivo. Predice también los voltajes de ruptura y rendimientos de los dispositivos con gran exactitud, y es útil en el proceso de definición del material del dispositivo para obtener resultados óptimos.

Un proceso de corrosión por plasma para circuitos integrados de silicio

Dos de los procesos más importantes durante la fabricación de semiconductores son el enmascaramiento fotoprotector y la subsiguiente corrosión. El proceso de corrosión líquida convencional puede necesitar más de

10 operaciones separadas, y la preparación preliminar de corrosivos, desprendedores y disolventes, y la necesidad de depósitos químicos y de preparativos de distribución, hacen en conjunto que la corrosión líquida sea un proceso laborioso. Un proceso ideal debería ser seco, debería mantener las dimensiones definidas por los contornos de las resistencias y no afectar ni ser afectado por los adhesivos de la capa de resistencias. Además, no debería requerir lavado, y ser apto para automatización.

La corrosión por plasma cumple las condiciones ideales y reduce el número de operaciones a una. Las capas que han de corroerse se recubren primero con la máscara de resistencias y son entonces expuestas a un plasma de descarga incandescente en un gas adecuado, donde ciertos reactivos producidos en el plasma forman compuestos volátiles con los materiales que han de corroerse.

Un problema primitivo era la falta de selectividad en la corrosión entre el silicio y los compuestos de silicio. El método desarrollado en STL controla la selectividad controlando la concentración de agentes oxidantes y reductores en el plasma, y este control es una parte integrante del proceso de corrosión por plasma.

Dispositivos de ondas acústicas de superficie

Las analogías acústicas de los dispositivos de microondas de banda ancha, han sido estudiadas durante años. La atención se centró inicialmente en las ondas acústicas en materiales gruesos, conduciendo al desarrollo de líneas de retardo dispersivas y no dispersivas, y amplificadores. No obstante, la energía de estas ondas acústicas es difícil de manejar. Las ondas acústicas de superficie (ondas Rayleigh), por otra

parte, estando localizadas en la superficie, pueden ser interceptadas o extraídas a todo lo largo de la longitud del sustrato, obteniéndose una gran flexibilidad de aplicación. La mayoría de los dispositivos de microondas electromagnéticas tienen ahora su equivalente en forma de dispositivo por ondas acústicas de superficie.

Su pequeño tamaño, resultante de las velocidades de las señales, del orden de 10^5 cm s⁻¹, y la relativa facilidad de fabricación de los transductores contribuyen a una gran flexibilidad. El margen de frecuencias normal, de 10 MHz a 1 GHz, convierte a los dispositivos de ondas acústicas de superficie en útiles para el filtrado, en especial para filtros pasobanda y filtros dispersivos. Los transductores, en forma de peines o uñas de enclavamiento, superpuestos al sustrato cristalino (o una capa cristalina sobre un sustrato isotrópico), son relativamente fáciles de fabricar, y por consiguiente de coste reducido.

Otras aplicaciones importantes derivan de la función de líneas de retardo de los dispositivos de ondas acústicas de superficie, en la que pueden asemejarse a un almacenamiento de datos con un ritmo fijo, determinado por la velocidad acústica. Son posibles tiempos de retardo de decenas de microsegundo; y están siendo desarrollados por STL retardos mayores, hasta los milisegundos. Una línea de retardo con tomas es equivalente a un registrador de desplazamiento con acceso paralelo, y se han fabricado generadores de código pseudoaleatorio que poseen una combinación de velocidad, capacidad (o tiempo de repetición de código) y economía de consumo de energía, no ofrecida por otros dispositivos en el mercado. En STL se han fabricado equipos para 20 y 40 Mbit/s con capacidades hasta 100 bits.

Nuevas realizaciones

Aparato manos libres — APA-8020 de CITESA.

CITESA ha comenzado la fabricación de un nuevo aparato telefónico "de manos libres". Es de una sola pieza. Incluye además, el circuito convencional de microteléfono con objeto de mantener conversaciones privadas. Este circuito está contenido en un circuito impreso independiente y se pueden suministrar aparatos de "manos libres" con el circuito telefónico requerido.

El aparato está alimentado desde la central y no tiene ninguna batería interna. Se puede suministrar junto con una fuente de alimentación de pequeño tamaño para usarla en longitudes de línea muy largas.

El aparato dispone de un control manual de volumen que, al mismo tiempo, cambia la sensibilidad del circuito electrónico a las señales de recepción.

Dispone de un botón de secreto para cortar la transmisión en "manos libres", si se desea.

Dispone también de un botón de transferencia para usarlo en las centralitas PABX.

El micrófono es omnidireccional.

El circuito electrónico es un dispositivo de tres estados conmutados por la voz. Si las señales en el micrófono o en los terminales de línea son inferiores al nivel umbral correspondiente, el circuito queda en una posición estable de reposo desde donde el aparato conmuta rápidamente a transmisión o a recepción (2 mseg. aproximadamente). Si el aparato está en transmisión o en recepción, conmuta al estado de reposo en un tiempo suficientemente largo como para evitar ecos o recortes de palabras (250 mseg. aproximadamente). Pero si el aparato cambia de transmisión a recepción o viceversa, el tiempo de conmutación es mucho más corto (20 mseg. aproximadamente) y no existe recorte de palabras.



Aparato de manos libres APA-8020 de CITESA.

Características

Máxima corriente de línea	110 mA
Mínima corriente de línea (alimentación central)	20 mA
Mínima corriente de línea (fuente de alimentación)	10 mA
Indicador de funcionamiento en "manos libres" LED	destellos a 1/seg.
Máxima potencia de salida del altavoz	0,3 W
Control manual de volumen	23 dB
Umbral de transmisión (micrófono)	47 dB SPL
Umbral de recepción (terminales de línea)	- 58 dB V
Margen dinámico de comparación de señales	60 dB
Temperatura de funcionamiento	- 10°C a + 60°C
OREM A transmisión línea 0 ohmios 26 AWG	7,5 dB

OREM A transmisión línea 1100 ohmios 26 AWG 15 dB

OREM A recepción línea 0 ohmios 26 AWG 7,5 dB

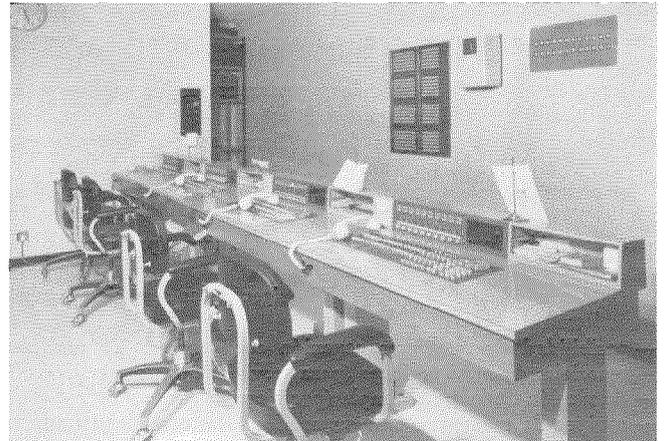
OREM A recepción línea 1100 ohmios 26 AWG 14 dB

Nota: En breve se dispondrá de aparatos "manos libres" con facilidad secretaria.

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

Centrales privadas automáticas (PABX) para varios hoteles portugueses.

El boom de la construcción hotelera en Portugal, junto con la actual tendencia de los propietarios de hoteles a proporcionar servicio telefónico automático a sus clientes dio por resultado la aparición de un interesante mercado para las centrales privadas automáticas (PABX) de hotel, dotadas de características especiales.



Sala de operadoras de PABX en el Hotel Sheraton de Lisboa: 40 enlaces con la red pública, 624 extensiones.

Las centrales privadas automáticas de hotel existentes derivan principalmente de los diseños de PABX convencionales, a los que se añaden otras posibilidades de funcionamiento que incrementan el coste total y suelen funcionar en dichos establecimientos con una vasta capacidad permanente de tráfico.

Conocedora de estos problemas y enfrentada a una fuerte competencia, Standard Eléctrica ha decidido desarrollar una nueva central automática privada específicamente ideada para hoteles, incorporando las características de funcionamiento normalmente exigidas por este mercado.

Las tres primeras centrales, con un total de 1600 líneas, están ya funcionando en los Hoteles Sheraton de Lisboa y Madeira, y en el Hotel Altis, de Lisboa. Se han recibido además sendos encargos para otros 7 hoteles, por un total de 2700 líneas, que ya están en las fases de instalación unos y fabricación otros. Durante el presente año se esperan aún más encargos.

Las características de la nueva PABX para hotel son:

- conmutación de barras cruzadas,
- cuadro del tipo Pentaconta* 1000 A,
- aparatos de operadora de moderno estilo, con teclado e identificación del huésped que llama,
- traslación del número de habitación,
- acceso de los huéspedes a servicios especiales mediante el marcaje de un dígito, con identificación del usuario,
- acceso de los huéspedes a la red pública, con contador de mensajes individual y discriminación de llamadas,
- servicio de "no molestar",
- servicios usuales de las PABX y numeración de 3 dígitos para extensiones administrativas,
- tráfico total medio previsto: 0,095 E por extensión.

Standard Eléctrica, S. A. R. L., Portugal

* Marca registrada del sistema ITT.

Nuevas realizaciones

Central Pentaconta* para servicios especiales.

El nuevo concepto de conmutación para servicios especiales, elaborado por la Administración de PTT suizo, comprende:

- numeración uniforme de 3 dígitos para todos los servicios especiales (100, ..., 199);
- introducción de nuevos servicios (tanto para el PTT como para los abonados);
- conexión descentralizada de los servicios mecanizados de tráfico intenso (mensajes grabados) ya existentes en la central local;
- centralización de los servicios manuales especiales;
- ampliación de las posibilidades de cómputo de llamadas;
- aplicación de la señalización por multifrecuencia;
- liberación hacia atrás forzada de las conexiones realizadas con servicios especiales (Policía, bomberos);
- una central de servicios especiales por cada área regional.

La central de servicios especiales, desarrollada por STR, se basa en los ya probados principios de las centrales interurbanas Pentaconta* y cumple con todas las especificaciones anteriormente mencionadas. La nueva realización presenta las siguientes ventajas:

- conexión múltiple a máquinas parlantes en las secciones secundarias de la red de conmutación;
- determinación del origen de las llamadas (por ejemplo, por identificación); esto permite:
 - conexión de mensajes en alemán o francés en áreas bilingües;
 - selección de algunas estaciones particulares (por ejemplo algunas estaciones de policía);
 - transmisión de indicación de origen a los servicios manuales;
- posibilidad de establecer conexión con centrales de servicios especiales de otras regiones (para servicios muy centralizados);
- desviación de llamada simple (por ejemplo durante la noche);
- equipos de mantenimiento avanzados tales como registradores de faltas y envió de llamadas selectivas.

A lo largo de este año se llevará a cabo la puesta en servicio de las dos primeras centrales de servicios especiales, en Ginebra y Basilea. En la actualidad hay otras centrales en construcción en Zurich, Berna y Biel.

Standard Telephone et Radio, S. A., Suiza

Controlador electrónico de señales de tráfico para carretera.

Con el respaldo de varios años de experiencia en sistemas de señales de tráfico y apoyándose también en las sugerencias de los clientes, SEL desarrolló el controlador local para cruces, tipo VSA 408. Esta unidad destaca principalmente por su gran versatilidad de aplicación y flexibilidad de programación, de tal forma que se ajusta a cualquier concepto de tráfico. Se le puede utilizar como unidad suelta en cruces aislados, como unidad principal o secundaria dentro de un sistema de cruces interconectados, o formando parte de sistemas controlados centralmente. Incluso en los casos de control coordinados, es posible la adaptación a las exigencias del tráfico en cada cruce. El sistema es totalmente compatible con los sistemas ya existentes, cualesquiera que sean su tamaño y su tipo.

La denominación 408 indica que el controlador está diseñado para conmutar 40 grupos independientes de generadores de señales luminosas con la ayuda de 8 programas. Dado que estos programas están contenidos en tarjetas cableadas enchufables y que se les puede preparar "en el banco de trabajo", los cambios de programa se realizan sin necesidad de interrumpir el servicio. Para las solicitudes procedentes de peatones, tranvías o automóviles, originados mediante pulsadores, contactos en los cables de tracción y bucles inductivos respectivamente, se dispone de hasta 40 subrutinas que insertan elementos del programa permanentemente almacenado, en las secuencias de la señal normal e incluso permiten el funcionamiento de controles actuados por el tráfico con cambios de estado en varias fases. En todos los casos, gracias

a la existencia de los monitores de indicación de señal incorporados queda asegurada la ausencia de estados conflictivos de la señal. Otra característica de seguridad de la unidad es la utilización de impulsos de reloj que accionan, en los momentos oportunos, todas las operaciones de conmutación preparadas por impulsos de sincronización.

El controlador VSA 408 va alojado en un armario construido a base de dos tipos de paredes: la interior, de metal y la exterior, de fibra de vidrio reforzada con poliéster.

Todas las unidades funcionales están diseñadas de forma que constituyen módulos enchufables y utilizan al máximo las ventajas de los componentes electrónicos. Dichos componentes fueron seleccionados de tal forma que soportaron las extremas condiciones meteorológicas existentes en la mayor parte de las instalaciones. Aparte hay un módulo de diagnóstico que facilita la localización y reparación de averías. El "generador de reloj" produce impulsos con un intervalo de 1 segundo y con una precisión igual a la que tiene la frecuencia de la red, para controlar la secuencia del programa; también genera los impulsos de reloj activados. Otro generador proporciona impulsos rápidos, con una frecuencia de 25 Hz, a fin de saltarse algunas secciones de programa que, por ejemplo, quedan suprimidas al introducir una subrutina. Siempre se cumplen los requisitos de seguridad, incluso durante cambios rápidos. En cuanto al resto de las unidades, merece la pena destacar finalmente los conmutadores de señales. Dependiendo del voltaje utilizado en los semáforos se pueden emplear conmutadores electrónicos o electromecánicos. El controlador, equipado para un normal funcionamiento, consume unos 250 W a 220 V y 50 Hz de la red.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana

SEL concentra su investigación.

La Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) acaba de concentrar sus departamentos de investigación ya existentes en varias ramas desde hace mucho tiempo, en un Centro de Investigación situado en Stuttgart. La función principal de este nuevo Centro, que en los próximos años se expandirá, tanto en lo relativo a sus actividades como en lo que se refiere al personal y al espacio ocupado, será la planificación y preparación de estudios técnicos, así como de programas de investigación y desarrollo, que ayudarán a asegurar el futuro negocio no sólo de SEL sino de otras compañías ITT.

El Centro de Investigación se subdivide en cuatro secciones. La sección "Comunicaciones" establecerá los fundamentos y conceptos de nuevos equipos y sistemas. También contribuirá al know-how de aplicación en el campo de los componentes avanzados y de los subconjuntos, poniéndolo a disposición de las líneas de productos de SEL. La sección "Sistemas de Comunicaciones" elaborará nuevos conceptos de sistemas de comunicaciones y estudios que servirán como base para el programa de investigación y desarrollo de SEL, y proporcionarán propuestas factibles y económicas a los principales clientes. La sección "Materiales y componentes" podrá llevar a cabo funciones todavía no realizadas en equipos de comunicación y realizará la búsqueda de nuevos procesos tecnológicos.

Tal como ha manifestado a la prensa en Stuttgart el Dr. Rottgardt, miembro del consejo de Directores de SEL, una gran compañía como SEL cuyo programa de fabricación cubre prácticamente todo el campo de las telecomunicaciones, ya no puede sobrevivir vendiendo equipos individuales; más bien es necesario ofrecer sistemas y soluciones a grandes problemas; esto requiere una intensa cooperación entre especialistas de todo tipo en las actividades de investigación y desarrollo, así como concentración administrativa. Otra razón para la centralización proviene de la política básica de ITT, de la cual SEL es una Compañía asociada, que apunta hacia el establecimiento de tales instituciones centrales, hasta donde sea posible, en todas las compañías nacionales europeas con el propósito de garantizar el desarrollo futuro. En la actualidad hay unas 2000 personas de SEL trabajando en actividades de investigación y desarrollo en los laboratorios de Stuttgart, Berlín, Nuremberg, Pforzheim y Esslingen.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana

* Marca registrada del sistema ITT.

SEL produce un nuevo transmisor-receptor portátil (Walkie-Talkie) SEM 52.

Se ha desarrollado el nuevo radioteléfono SEM 52 como un transmisor-receptor portátil que reúne todas las modernas características técnicas. Se trata de un transmisor-receptor diseñado para funcionar en simplex, en la banda de 47 a 56,975 MHz, y proporciona 6 canales, con 25 kHz de separación entre sí. Su alcance es de unos 3 km. La potencia del transmisor es de 0,3 W; transmisor y receptor operan en la misma frecuencia en el modo F 3 de FM.

El SEM 52 está totalmente transistorizado, utilizando las técnicas de circuito impreso y haciendo un uso intensivo de circuitos integrados. De esta forma se ha conseguido una elevada fiabilidad operacional en un conjunto de reducidas dimensiones. El transmisor-receptor y la batería van alojados en recipientes a prueba de inmersión. La alimentación del aparato se puede hacer mediante células fotoeléctricas o baterías recargables de níquel-cadmio. Se pueden prefijar 6 canales en cualesquiera de las 400 posibles frecuencias de operación reemplazando simplemente los insertadores de canal, sin necesidad de ajustes posteriores. Dado su reducido tamaño (180 mm × 85 mm × 36 mm) y poco peso (0,6 kp, sin las baterías), la unidad resulta especialmente útil para todos los usos tácticos imaginables. La adopción de un nuevo tipo de auricular, que se lleva puesto en el oído izquierdo y va dotado de un micrófono directivo, ofrece esenciales ventajas en su aplicación, puesto que mantiene la captación de ruidos extraños en un nivel bajo, apenas entorpece la capacidad de escucha en cualquier dirección de quien lo lleva puesto, no supone impedimento para llevar a la vez una máscara antigás y deja libres las dos manos del operador.

El SEM 52 es compatible con el SEM 25 y el SEM 35. También se le puede suministrar preparado para su utilización en la banda de 70 a 78 MHz y con un silenciador a 150 kHz, de tal manera que forme equipo con el AN/PRC 77. Entre los accesorios disponibles se encuentran un estuche para su transporte, una

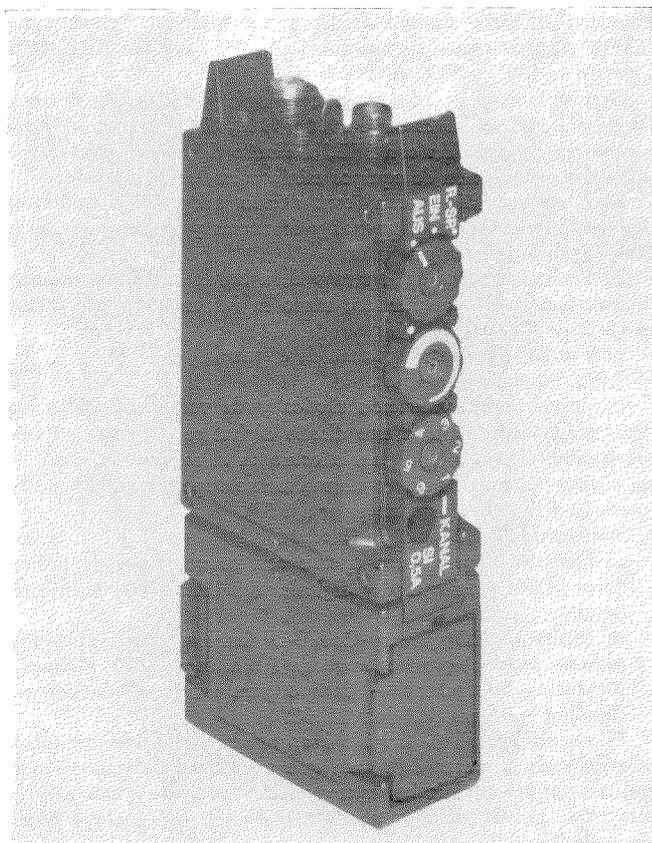


Fig. 1 Aspecto del radioteléfono SEM 52, que funciona en la banda de 47 a 57 MHz y equipa seis canales separados 25 kHz.



Fig. 2 Un miembro de las fuerzas armadas con el equipo SEM 52 en servicio.

antena para la banda, un auricular o altavoz y micrófono y un recipiente para los insertadores de canal.

Las Fuerzas Armadas de la República Federal de Alemania han encargado 8000 unidades. Otros países de la OTAN, tales como Noruega, Francia, Gran Bretaña y los EE.UU. han mostrado interés por el SEM 52, e incluso ya le han probado, con resultados muy positivos.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana

Unidades de presentación visual para el Imperial College.

ITT Business System Group, ha recibido un pedido para instalar equipo de datos en el Imperial College, South Kensington. Este equipo comprenderá 35 unidades de presentación visual modelo ITT 3210* y 6 impresores modelo ITT 3320*; estos equipos son fabricados y suministrados por dicha Compañía.

Las unidades serán utilizadas en unión de un ordenador CDC 6400, como medio de ayuda en la enseñanza de los alumnos, y para ayudar en el desarrollo del programa del sistema en tiempo compartido que lleva a cabo el Colegio. Está previsto que el sistema se extenderá muy rápidamente y se esperan nuevos pedidos.

Las unidades de presentación visual ITT 3210* se encarga de la transmisión a alta velocidad, hasta un máximo de 19,2 kbit/s. El área de presentación es de aproximadamente 229 × 153 mm. con 78/80 caracteres por línea y con un máximo de 18 líneas por presentación.

El impresor ITT 3320* tiene un paso de 10 caracteres cada 25 mm., con líneas de 80 caracteres y 6 líneas por cada 25 mm. de altura, utilizando el código normalizado americano para el intercambio de información (American Standard Code for Information Interchange, ASCII) de 64 caracteres del tipo Pica, código de 7 bits de la Organización de Normalización Internacional (International Standardization Organization, ISO), comprendiendo caracteres alfanuméricos en mayúsculas y símbolos.

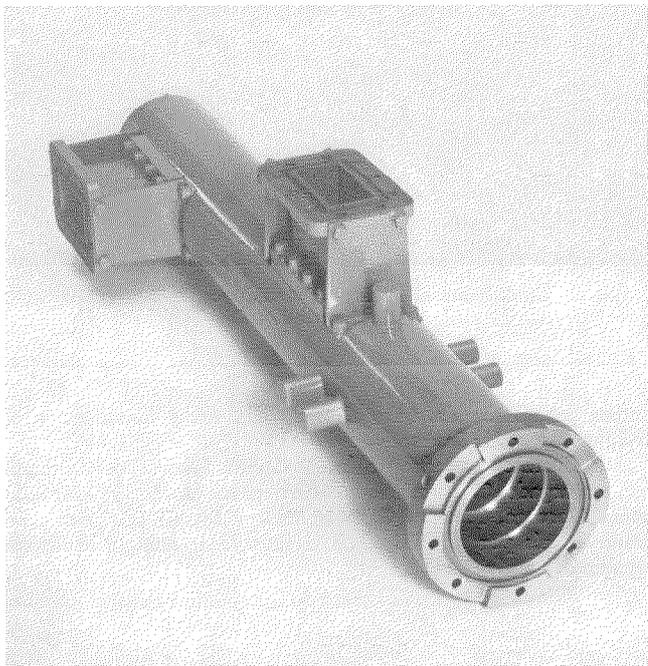
ITT Business Systems Group, Reino Unido

* Marca registrada del sistema ITT.

Nuevo filtro separador de polarizaciones para 4 GHz.

Para desarrollar con éxito una antena Cassegrain de 4 GHz se necesitaba a su vez el desarrollo de un filtro de polarización complementario que permitiera la utilización de reflectores parabólicos de 3,76 y 3 metros de diámetro en planos de polarización vertical y/u horizontal. La conexión de las líneas de alimentación se lleva a cabo mediante dos bridas para guíaondas R 40 dispuestas perpendicularmente entre sí y escalonadas a lo largo del cuerpo principal del filtro, que está formado por una guíaonda circular C 39,4. Para determinar el margen de frecuencias 3,6 a 4,2 GHz se tomaron como base las especificaciones editadas por el Deutsche Bundespost para el sistema FM 600/960/TV/4000.

Las dos aberturas perpendiculares están conectadas al cuerpo principal del filtro, que está dotado en uno de sus extremos de un transformador de 4 etapas para dar paso al perfil C 30, y de la correspondiente chapa de cierre hermético PJC 30; el otro extremo está cerrado por un cortocircuito escalonado. Se ha evitado la propagación de los modos más altos que el básico H_{11} eligiendo cuidadosamente el perfil del cuerpo del filtro. Cada una de las puertas R 40 conduce a un diafragma perforado en el



Aspecto del nuevo filtro de polarización en la banda de 4 GHz desarrollado por SEL.

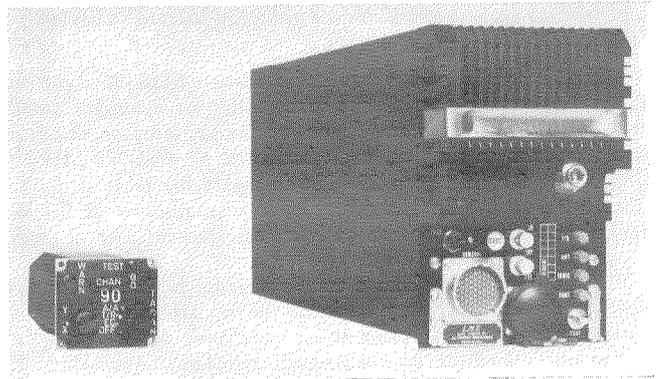
perfil del cuerpo del filtro, mientras una placa aislante paralela al plano del diafragma de la puerta anterior determina la dirección de propagación en dicha abertura y proporciona un elevado aislamiento del plano de polarización.

Las pruebas realizadas con los modelos de este filtro de polarización pusieron de manifiesto que el coeficiente de reflexión era $\leq 1,3\%$ y que el aislamiento de polarización superaba los 53 dB. La longitud total es 590 mm y el peso de 5,5 kp. La presión interna del filtro es superior a la atmósfera, a fin de protegerle contra la corrosión, al mismo tiempo que la totalidad del exterior del conjunto está recubierta de una capa de pintura impermeable.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana

Microtacan, una nueva generación de sistemas de radio para navegación aérea.

Microtacan, un reciente desarrollo de Le Matériel Téléphonique en colaboración con Standard Elektrik Lorenz, ha alcanzado ya la fase en que varios modelos han completado las pruebas de calificación realizadas en los Laboratorios Oficiales de las Fuerzas



Vista exterior del equipo de a bordo.

Armadas francesas, así como las pruebas de evaluación táctica y de vuelo.

Los primeros modelos de producción se suministraron a principios de 1974.

El Microtacan es una versión miniaturizada del Sistema para Navegación Aérea normal TACAN, al que se han incorporado conceptos y diseños digitales.

Conviene recordar desde el punto de vista histórico, que el TACAN fue inicialmente desarrollado por ITT Avionics (antes Federal Telecommunication Laboratories) durante el período inmediatamente posterior a la guerra.

La primera generación de equipos comprendía el aparato de a bordo ARN-21, con tubos electrónicos e indicadores analógicos de situación y distancia.

Más adelante se diseñó una segunda generación de equipo que comprendía el ARN-52, versión miniaturizada en la que se utilizaba parcialmente la tecnología del estado sólido.

Las Fuerzas Aéreas alemanas y francesas adoptaron ambas generaciones, lo que condujo a la fabricación combinada por Standard Elektrik Lorenz (SEL) y Le Matériel Téléphonique (LMT). Ambas compañías han fabricado 2500 equipos ARN-21 B, a partir de 1961, y 5000 ARN-52 desde 1962.

Gracias a lo avanzado de la tecnología y del diseño desarrollados por ITT Avionics entre 1960 y 1968, LMT ha podido llevar a cabo, en cooperación con SEL, el diseño del Microtacan que es una nueva generación de equipos miniaturizados de a bordo.

Esta versión Microtacan, está siendo adoptada actualmente por las Fuerzas Aéreas alemanas y francesas y se encuentra en la fase de producción en serie.

Todos los circuitos del aparato de a bordo utilizan conceptos digitales, estando cuantificados tanto la información del azimut como la de distancia:

- 1/80 millas nauticas, el cuanto de distancia
- 0,1°, el cuanto de azimut.

Las pruebas de evaluación táctica y de vuelo realizadas han demostrado que gracias a este diseño digital se obtienen mayores precisiones, tanto en la distancia como en el azimut (la precisión en cuanto a la distancia es normalmente superior a 0,05 millas nauticas, y la del azimut, superior a 0,5°).

Se dispone de salidas digitalizadas:

- en formato binario, para operar con nuevos tipos de indicadores BDHI para entradas digitales del TACAN o de ordenadores,
- en formato BCD (Binary-Coded-Decimal = Decimal codificado en binario) para operar con indicadores DME (Distance Measuring Equipment — Equipo para medir distancias) que cumplan la norma 567 de ARINC.

El intento actual va dirigido a aprovechar el diseño digital de la generación presente de forma que se utilicen indicadores parcial o totalmente digitales, tanto para la posición como para la dirección, en vez de usar una configuración que incluya medidores de dirección digitales combinados con medidores de azimut analógicos, con vistas a la posible utilización.

Le Matériel Téléphonique, Francia

El cuartel general de la Policía de Dortmund adquiere de SEL un sistema de conmutación de teleimpresores y datos controlado por ordenador.

Tras laboriosas negociaciones en torno a las especificaciones del sistema, el Ministerio del Interior del Estado Federal de Nordrhein-Westfalen encargó a SEL a finales de diciembre de 1973 un sistema de conmutación de mensajes 6400 P ADX controlado por ordenador, para utilizarlo como centro de conexión en el cuartel general de la Policía de Dortmund. El sistema irá equipado con paquetes de programas especialmente desarrollados para adaptarse a las características de funcionamiento de las redes policiales.

El centro de conexión (que está duplicado, por razones de seguridad) está diseñado para que, en su etapa inicial, pueda ser conectado a 64 líneas de teleimpresor de 50 y 100 baudios; 2 presentadores visuales de datos; 2 impresores de datos ITT 3310*; 2 terminales Informatik ITT 3310*, y a varios enlaces directos con el centro de conmutación del Estado (situado en Düsseldorf), también controlado por ordenador, y con 5 ó 6 centros terminales. Se ha previsto para la segunda etapa la conexión de líneas de datos que le unirán a futuros centros de conexión controlados por ordenador, al centro estatal de conmutación y a otras unidades presentadoras de datos. Basándose en las estadísticas de tráfico existentes, ha habido que diseñar los sistemas de tal forma que pueden manejar 90 000 mensajes mensuales. A pesar de tratarse de un número de mensajes relativamente elevado, el 6400 P ADX no está utilizado en este caso a plena capacidad.

El equipo actual comprende un procesador central ITT 1650* y una memoria de disco, con cabeza fija, para 2 Mbytes por cada semisistema. Se puede ampliar a 240 líneas de teleimpresores, 64 líneas de datos y 3 memorias de disco con cabeza fija por cada semisistema. Para registrar los trabajos, se puede suplementar el sistema con cintas magnéticas y discos reemplazables de gran capacidad.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana

Se ha instalado en Yugoslavia el control remoto de una línea de ferrocarril de 200 km.

Durante las dos últimas décadas, los Ferrocarriles yugoslavos han expandido y modernizado considerablemente su red ferroviaria. No solamente se han construido nuevas líneas y se han electrificado las existentes, sino que además se han instalado equipos de señalización de gran eficacia. En gran parte, las estaciones ya están equipadas con sistemas de interconexión con la red viaria y los tramos de línea, con bloques automáticos proporcionados en su mayor parte por SEL e instalados en colaboración con ISKRA (Ljubljana). Tales líneas admiten la aplicación de control remoto, con lo que se aumenta notablemente el rendimiento de las mismas, disminuyendo a la vez los costes de personal.

El puesto de señalización para la ruta de Sarajevo-Ploce, encargado a finales de 1973, supervisa una zona más extensa que la de cualquier otro centro de los Ferrocarriles yugoslavos. SEL proporcionó el control remoto y el equipo auxiliar. Dos operadores (o incluso uno solo, cuando hay poco tráfico) situados en el centro de Rajlovac (cerca de Sarajevo) controlan todo el tráfico de trenes de la línea, con sus 200 km y 25 estaciones, introduciendo en el sistema de control remoto las instrucciones de control necesarias, bajo la forma de órdenes cifradas. Para ello, cada pupitre de control va equipado con un panel enchufable de mando, provisto de teclado numérico. Los diagramas de indicación (de 12 metros de largo) situados frente a los pupitres muestran el estado en que se encuentra cualquier estación, puesto de control o equipo de ruta en todo momento. Para el control remoto sólo se necesitan 2 pares de hilos, uno para la transmisión de órdenes y otro para la de señales. La selección de cada estación en particular se realiza gracias al empleo de diferentes canales telegráficos FV. Desde el centro de Rajlovac se supervisa y controla incluso el sistema que proporciona la tracción eléctrica. Dicho sistema también ha sido suministrado por SEL. La ruta Sarajevo-

* Marca registrada del sistema ITT.

Ploce, que está ya totalmente gobernada por control remoto, permite cargas de hasta 20 toneladas por eje y su capacidad sobrepasa $17,5 \times 10^6$ toneladas. Es de gran importancia para la economía del país y contribuyó muy positivamente al rápido desarrollo de Ploce que, tras su incorporación a la red ferroviaria en 1969, se ha convertido ya en el segundo puerto en importancia de la costa oriental del Adriático.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana

Cables de 161 kV para una planta subterránea de potencia.

STK recibió el año pasado un pedido de TVA (Tennessee Valley Authority) que comprendía el suministro de 14 cables de unos 700 metros de longitud y 30 toneladas de peso. Estos cables se instalarán en un pozo vertical de 335 metros de profundidades y tendrán como misión transmitir potencia desde los transformadores situados junto a los generadores de una profunda central hidroeléctrica con embalse de agua bombeada situada en la montaña Raccoon (cerca de Chattanooga, en Tennessee) hasta la estación de distribución.

Una de las condiciones para ser considerado cualificado un licitador era la de poseer experiencia previa en el suministro de cables para voltajes no inferiores al ya indicado, instalados en pozos verticales de, al menos, 180 metros de profundidad. Esta exigencia redujo el número de concursantes a solamente tres.

Hubo que fabricar los cables de tal forma que se adaptaran a la especificación N° 4-69 de la AEIC (Association of Edison Illuminating Companies) para cables autónomos rellenos de aceite, capaces de soportar hasta 345 kV.

No obstante, en vista de que las condiciones de la instalación se salían de lo normal (nunca se habían instalado cables de este tamaño y peso en pozos de 335 metros de profundidad) el cliente hubo de establecer que el proveedor elegido habría de pasar una prueba específica de calificación antes de comenzar la producción del cable encargado. Se fabricó por tanto una muestra del cable utilizando el mismo equipo e idéntico proceso que los usados finalmente para satisfacer el encargo y se la sometió a una prueba de calificación continua de 2 semanas.

Tanto el cable como los accesorios pasaron las pruebas exigidas, incluso una última que se realizaba a 2,5 veces la máxima presión normal de funcionamiento.

El diseño del cable no presentaba en realidad dificultades especiales, excepto en lo referente al elevado peso del mismo (se utilizó cobre para el conductor de $8,5 \text{ cm}^2$ y una cubierta de plomo reforzada con cinta de acero inoxidable en vez de la cubierta normal de aluminio).

El método de instalación en el pozo vertical será el mismo que anteriormente se siguió en Noruega durante proyectos similares.

En febrero pasado se embarcaron los cables en un buque de carga costero que los transportó desde Oslo hasta Bremen, donde se les pasó a una barcaza de 800 Tm que, a su vez, fue izada a bordo de un carguero transatlántico. Tras su descarga en Mobile (Alabama) se remolcó la barcaza por los ríos Mississippi y Tennessee hasta situarla a pocas millas del pozo. El cliente se encargó de la descarga y del transporte final.

La instalación, cuyo comienzo estaba previsto para agosto pasado, será también bajo la supervisión de STK.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

Equipo de Transmisión para el proyecto Stag Lane del British Post Office.

Standard Telephones and Cables (STC) ha recibido encargos procedentes del BPO (British Post Office) para el desarrollo de sus servicios internacionales en Stag Lane. La División de Transmisión de STC está suministrando actualmente al BPO equipos de modulación de impulsos codificados (MIC) y equipos multiplex por división de frecuencia (MDF), para los nuevos centros internacionales de conmutación y estación repetidora que están siendo instalados en Stag Lane, Edgware, Middlesex.

El proyecto Stag Lane del BPO, cuya finalización está programada para 1976, se convertirá en la mayor central telefónica

Nuevas realizaciones

del mundo dedicada a tráfico internacional. Los dos centros de conmutación que se están instalando en Stag Lane, serán capaces, conjuntamente, de cursar más de 750.000 llamadas telefónicas diarias.

Durante 1973, el BPO cursó más de 53 millones de llamadas telefónicas internacionales, y se espera que este tráfico aumente en casi un 20 % anual durante la década de los años 80. Los 13.900 circuitos internacionales que proporcionará la central de Stag Lane, ayudarán a proporcionar los medios necesarios para atender esta demanda.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Sistema rural de abonado (1 + 8).

Se acaba de completar en STC (Sud Africa) el desarrollo de un sistema de portadora con 1 + 8 canales. La producción comenzará este año, tras una prueba de campo que se ha llevado a cabo durante 2 estaciones tormentosas, en una región donde ese tipo de fenómeno meteorológico suele ser particularmente severo. Se ha diseñado el sistema para áreas rurales de abonados servidas por líneas aéreas, aunque se permite una cierta longitud de cable de acometida y se dispone de un repetidor a la entrada del mismo. Cada sistema utiliza un solo par de hilos y su distribución de frecuencias de línea está coordinada con los sistemas de portadoras por línea aérea ya existentes. Se han hecho cuatro asignaciones de frecuencia separadas, para posibilitar el uso simul-



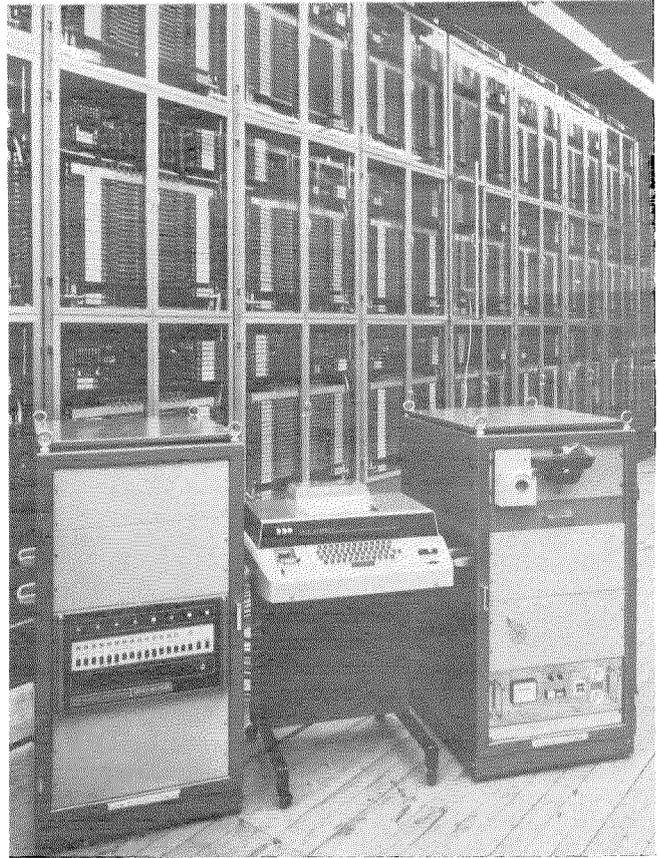
Vista del equipo del sistema rural de abonado (1+8).

táneo de varios sistemas sobre pares de hilos tendidos por la misma ruta. Los abonados pueden estar distribuidos a lo largo del par de hilos de la línea o en extensiones laterales sacadas de la línea principal. Cada abonado tiene acceso individual y posibilidad de marcar automáticamente, o puede operar con una central manual. El equipo de abonado está alojado en una unidad moldeada de 50 × 170 × 280 mm. y el de la central está diseñado en ISEP (International Standard Equipment Practice). Cuando se utiliza un repetidor de cable de acometida, se le alimenta desde la central. A la hora de realizar el diseño de este sistema se ha dedicado una especial atención a la simplicidad de instalación y a la no necesidad de realizar medidas de transmisión desde cada puesto de abonado.

Standard Telephones and Cables, Sud Africa

Nuevo equipo de prueba para centrales 8 B.

El Departamento Central de Desarrollo de STK, en cooperación con el de Instalaciones de Conmutación, desarrolló en 1972 y 1973 un equipo de prueba con objeto de facilitar el proceso de prueba de los selectores de grupo en las centrales locales semi-eléctricas 8 B. Se cumplieron con toda exactitud las especifica-



La nueva instalación dispuesta para entrar en servicio en una central urbana de Oslo (Noruega).

ciones impuestas inicialmente por el usuario. El equipo va dotado de control automático, gracias a la utilización de un miniordenador ITT 1650*.

Con este equipo se podrán hacer pruebas no sólo en centrales nuevas, sino también en las que ya están funcionando, por lo que será prácticamente útil en la prueba de extensiones e incluso para el control regular de las centrales ya existentes. Además, imprimirá una relación completa de los errores con un análisis de cualquiera de las faltas ocurridas.

Se han desarrollado programas que reducen al mínimo el esfuerzo del operador para especificar la estructura de la central en cuestión y conectar el equipo a la misma.

La conexión se realiza tanto a la entrada como a la salida de un determinado selector de grupo de la central. Después de ello, se actúa dicho selector para que realice conmutaciones. Entonces, el equipo comprueba si el conmutador funciona bien, si hay continuidad en los hilos de salida, si están bien conectados y si no hay cortocircuitos entre los hilos de ninguna de las salidas. El equipo lleva incorporada una unidad especial para probar la continuidad y detectar posibles cortocircuitos, que es capaz de realizar sus funciones independientemente del potencial de los hilos.

El operador puede probar continuamente todo el selector, haciendo una lista de todos los avisos de falta recibidos, o concentrar toda la prueba en un circuito defectuoso de la central. En este último caso, el operador puede seguir y corregir los defectos en los circuitos elegidos mediante el método de prueba y error recibiendo en seguida el aviso de una alarma acústica (supuesto que el operador se encuentre dentro de la distancia de audibilidad del equipo) si su última operación no ha concluido positivamente. Entonces, si es necesario, puede continuar su trabajo sin demora. Esta forma de operar reduce enormemente la duración de la prueba de una central, y eleva la calidad de la prueba misma.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

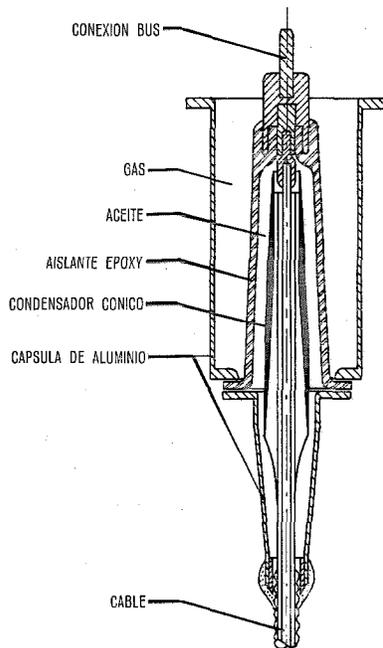
* Marca registrada del sistema ITT.

Terminales de cables rellenos con aceite usados en los sistemas busbar con aislamiento de SF₆.

STK ha desarrollado y fabricado recientemente sus propios terminales de cables rellenos con aceite para 132 y 275 kV, utilizados en sistemas busbar con aislamiento de gas SF₆. Los terminales para 132 kV están en servicio desde octubre de 1973, y los primeros para 275 kV, desde julio. En noviembre de 1974 se realizarán nuevas instalaciones de 275 kV. Se espera poder finalizar a lo largo de 1975 el desarrollo de un nuevo terminal para 380 kV.

Los terminales de las instalaciones de 132 kV y 275 kV tienen las siguientes características:

- Corriente, 1600 A
- Escape de gas inferior al 1 % anual
- Nivel de extinción de corona menor que 1 pC a 1,5 U₀
- Presión máxima del aceite, 245 N/cm².



TERMINAL DE ACEITE / SF₆ PARA 132 KV

Corte de un terminal de cable relleno con aceite empleado en barras bus con aislamiento de gaseoso.

El aislante está constituido por una fundición epoxy. Todas las partes metálicas del encapsulado son de aluminio. La sección donde va el aceite se puede desmontar sin necesidad de abrir la del gas, y viceversa. Los contactos son del tipo enchufable. El campo eléctrico se escalona mediante un condensador cónico de papel.

La cápsula de aluminio que contiene los segmentos de contacto provistos de muelles va situada en la parte alta del aislante, actuando al mismo tiempo como barrera para impedir la pérdida de presión, como conductor y como protector contra el efecto corona. Con esto ya no se necesitan más protectores ni cierres herméticos.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

Se ha otorgado a ITT un importante contrato para el suministro de radios con destino a las Fuerzas Armadas.

La Compañía RAYTHEON ha concedido a la División Aeroespacial y de Óptica de la International Telephone and Telegraph Corporation un contrato para la producción de transceptores de radio AN/GRC-168. Los transceptores son comunicaciones integradas para la USAF Transportable Lending Control Central,

denominadas AN/TPN-19. Diseñados por ITT, los transceptores tienen 3500 canales y sus equipos están hechos totalmente con tecnología de estado sólido.

La principal característica del diseño de estas nuevas unidades de ITT para comunicaciones es su seguridad de funcionamiento, sin interferencias en las inmediaciones de otro equipo de radio y además poseen una elevada fiabilidad, necesitan un mínimo tiempo para ser reparadas y son de una gran robustez, lo que les permite trabajar en bases sin apenas instalaciones.

La AN/TPN-19, de montaje muy compacto, es absolutamente móvil y se la puede transportar por avión, helicóptero, camión, tren y barco. El sistema es rápidamente desplegable, lo que le permite operar en una gran variedad de emergencias, en apoyo de operaciones aéreas tácticas, tales como terremotos y catástrofes naturales a escala mundial, según informaron los dirigentes de Raytheon.

La división de ITT en Fort Wayne posee instalaciones para la producción de toda la línea de radio, y en la pasada década fabricó miles de transmisores, receptores y transceptores de diseño avanzado para su utilización por parte de la Administración Federal de Aviación y de las Fuerzas Armadas, a fin de perfeccionar las comunicaciones de voz tierra-aire con los aviones.

ITT Defense Space Group — Aerospace/Optical Division, Estados Unidos de América

Equipo para barcos cableros de la U. R. S. S.

Dos nuevos barcos cableros para la U. R. S. S., que están siendo construidos en Finlandia y que han de ser entregados durante 1977 y 1978, tendrán todo el equipo de tendido de cables y el instrumental asociado suministrado por Standard Telephones and Cables (STC).

STC ha de diseñar, construir y probar toda la maquinaria especializada necesaria para tender sistemas de cables telefónicos submarinos sobre el fondo del mar, así como para recogerlos. El equipo permitirá a los barcos trabajar en cualquier profundidad de agua y en las condiciones de tiempo más severas.

Equipo similar ha sido suministrado también por STC para otros 6 barcos cableros rusos, construidos en Finlandia. STC está suministrando también en la actualidad maquinaria de manejo de cables para dos nuevos barcos reparadores de cables con destino al British Post Office, y para un buque de investigación del Ministerio de Defensa Británico.

Los pedidos serán ejecutados por la Hydrospace and Marine Products Operation de la División de Sistemas Submarinos de STC.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Puesta en servicio de una central automática privada Metaconta* LP en la Oficina Regional de Telecomunicaciones de Rennes.

El día 29 de mayo de 1974 se llevó a cabo el corte de una central automática privada (PABX) del tipo Metaconta* LP en la Oficina Regional de las Telecomunicaciones de Rennes (Francia).

Esta instalación, que forma parte del contenido de los contratos de desarrollo de SOCOTEL (una compañía mixta que agrupa a la Administración francesa del PT y a los fabricantes de equipos telefónicos), tiene una capacidad inicial de 750 líneas, con un tráfico de 0,1 E, que se incrementará posteriormente hasta 2000 líneas.

Todas las estaciones están dotadas de teclado de multifrecuencia.

Esta central, además de cursar el tráfico entrante y saliente de la Oficina Regional de Telecomunicación, maneja también el de otras oficinas de la administración situadas en el mismo edificio.

La central PABX puede dar servicios del tipo CENTREX. Concretamente, está integrada en la red pública nacional mediante conexiones directas bidireccionales con las centrales de tránsito nacional y regional de Rennes, como una central local terminal. En los circuitos correspondientes se utilizan los códigos decimal

* Marca registrada del sistema ITT.

Nuevas realizaciones

y de multifrecuencia, de uso normalizado en la red francesa de telecomunicaciones.

Esta central tiene también acceso directo, mediante enlaces especialmente dispuestos, a las otras centrales PABX que manejan el tráfico ue una serie de edificios perteneciente a la misma administración.

El funcionamiento de toda la central se observa por medio de un mantenimiento exhaustivo y de un robot para observación de tráfico que se maneja de la misma forma que en un centro automático de la red pública.

Se recuerda que las centrales Metaconta* LP constan de unidades modulares equipadas con miniconmutadores Metabar* y controladas por 2 ordenadores ITT 1600 con programa en memoria. El sistema realiza las funciones habituales de una instalación de comunicaciones privadas. También dispone de servicios especiales, tales como "no molestar", marcaje abreviado y cómputo de llamadas según su origen.

Compagnie Générales de Constructions Téléphoniques, Francia

ZEPHYR.

ZEPHYR es un radar de poco peso, móvil y completamente automatizado, para medir, con un alcance de 20 km los parámetros del viento (velocidad y dirección) de las capas más bajas de la atmósfera.

El radar ZEPHYR rastrea automáticamente un globo meteorológico y proporciona permanentemente, en forma digital, las coordenadas polares del globo (azimut, elevación y distancia). Estas cifras se pueden pasar a un equipo de proceso de datos



Fig. 1 La antena Cassegrain del radar ZEPHYR va equipada con un hiperboloide de revolución. Balanceando ligeramente este último alrededor de su eje se obtiene una exploración cónica del haz radiado, gracias a lo cual se pueden medir las desviaciones de elevación y azimut entre el blanco rastreado y el eje de la antena.

El transmisor-receptor está colocado detrás de la antena, y en la caja, que puede verse en la parte inferior, van alojados los circuitos para el procesamiento de las señales.

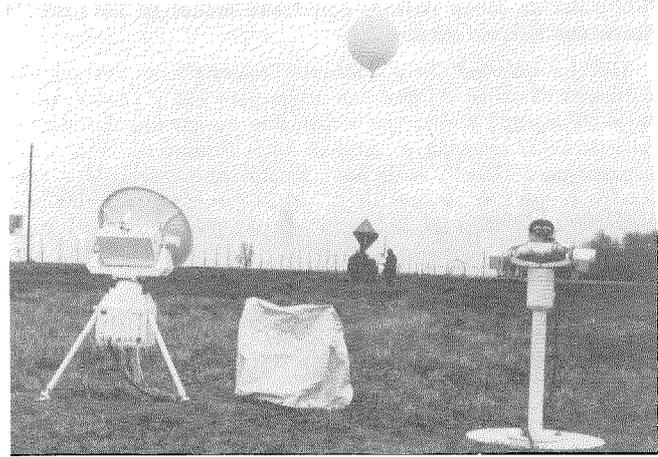


Fig. 2 Se puede enfocar el globo en muy poco tiempo desde una distancia de 220 metros, apuntando hacia él con el teodolito.

Si durante los primeros kilómetros se interrumpe accidentalmente el rastreo, interviene el operador en el circuito de control, corrigiendo el apuntamiento de la antena y accionando un buscador automático de blanco en la escala de 0 a 5 km.

para obtener de ellas la velocidad y dirección del viento, en tiempo real o diferido.

Es muy fácil manejar el ZEPHYR: se suelta el globo, al que va fijado un reflector de radar, cerca del aparato, y el operador le rastrea mientras asciende, por medio de un teodolito que guía la antena del radar. Cuando el operador centra el blanco en el colimador, conmuta el equipo a la posición de rastreo automático.

Debido a la elevada resolución del radar, se mantiene el rastreo incluso cuando el globo pasa a través de nubes densas y con precipitación.

Características de funcionamiento

- Alcance: 20 km, con un reflector normalizado, incluso si a lo largo de 4 km está cayendo una lluvia de 10 l/m² h
- Precisión: Elevación y azimut, 1,5 mRad (0,08°)
Distancia, 10 m
- Equipo de prueba incorporado (BITE)
- Masa: 95 kg
- Consumo de potencia: 350 VA monofásica
- Condiciones de utilización:
 - transportable en vehículo ligero,
 - margen de temperatura, de -15 a +50 °C.

Características opcionales

- Cómputo del vector de viento mediante un microprocesador incorporado al radar;
- Salida con cinta perforada o impresora;
- Totalmente compatible con un sistema PTU (Postal Telegraph Union).

Aplicaciones

- Determinación de correcciones angulares en rampas de lanzamiento de proyectiles;
- Medidas aerológicas para el estudio de la contaminación.

Laboratoire Central de Télécommunications, Francia

Sistema PX 8000 para Air France, en Roissy.

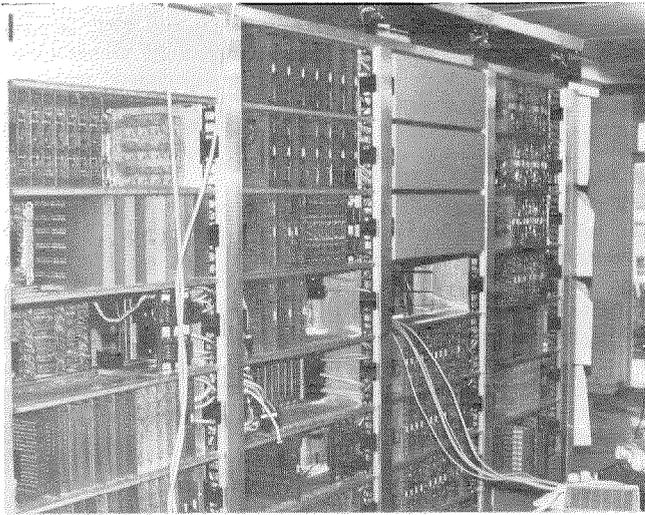
La Compañía Air France se ha equipado en el nuevo aeropuerto Charles de Gaulle de Roissy-en-France con una importante instalación que funciona en combinación con radioteléfonos portátiles. Es la primera instalación de este tipo que se pone en funcionamiento. Proporciona intercomunicación total, operando en duplex y controlada por la voz, hasta a 8000 lugares distintos.

Esta instalación, fabricada conjuntamente por CGCT y SRT sobre la base del sistema interfono ITT 511* realizado por esta

última asociada sueca a ITT, está controlada por una central automática PX 8000 con programa cableado y está complementada con radioteléfonos portátiles diseñados para conexiones STORNO de UHF, este sistema proporciona comunicaciones tierra a tierra entre las estaciones de control ejecutivo y el personal que se mueve dentro de los límites del aeropuerto. Mediante el maraje de teclado se pueden establecer comunicaciones en ambos sentidos.

El sistema tiene desde el comienzo 512 circuitos en funcionamiento y forma parte de uno de los medios de telecomunicación puestos al servicio del personal de Air France en el nuevo aeropuerto.

Del número total de líneas de la central, 500 se dedican exclusivamente a comunicaciones entre estaciones de interfono y un centenar, a las comunicaciones por radio con vehículos o con extensiones portátiles. Gracias a esto se aumentó enormemente la eficiencia de las comunicaciones en cualquier punto del aeropuerto.



Vista parcial del PX 8000 bajo prueba.

Además de su gran tamaño, el sistema ITT 511 proporciona una amplia gama de servicios, tales como llamadas secretas, rechazo de llamadas, y prioridad ejecutiva. Este sistema abarca desde 30 a 8000 líneas utilizando en la red de conversación el multiconmutador miniatura METABAR*, que es también un logro de CGCT conseguido en una de sus nuevas generaciones de centrales.

Entre las principales características técnicas de la red PX 8000 de Air France, mencionaremos sus 32 circuitos de conversación, 8 de los cuales están especialmente destinados a transmisores de radio; 14 registradores de llamadas, 8 de los cuales son solamente para selección de radio; limitación temporal de las llamadas mediante un dispositivo de relojería ajustable; maraje abreviado de un solo dígito para 10 grupos de 10 extensiones cada uno en 250 circuitos; formación de 20 grupos de clases de abonados, con inhibición entre dichos grupos y transmisión a nivel de señal telefónica, con un amplificador a nivel de señal telefónica, con un amplificador de circuito integrado en cada aparato que permite elevar el nivel de sonido, de tal forma que se puedan sacar las conversaciones por un altavoz.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Investigación de una teoría sobre la incertidumbre.

Una teoría sobre la incertidumbre, que es una generalización de la teoría de la probabilidad, fué propuesta por el Dr. Mizuki, de Federal Electric Corporation, Vandenberg AFR, California (Estados Unidos), asociada a ITT, en el documento que presentó

* Marca registrada del sistema ITT.

al séptimo Congreso Internacional de Teletráfico, celebrado en Junio de 1973 en Estocolmo. Desde entonces, se ha emprendido un riguroso desarrollo matemático de la teoría, y sus progresos fueron presentados a la reunión anual del Instituto de Estadística Matemática de Nueva York, celebrada en Diciembre de 1973. Esta nueva teoría sobre la incertidumbre ayuda a la clarificación de las propiedades lógicas de la incertidumbre cuando el resultado de un fenómeno pendiente se sabe que tiende a ser fijo e invariable. Se introduce una relajación de axiomas de probabilidad típicos por medio de análisis detallados de las estimaciones de los retículos de las proposiciones, en lugar de las aproximaciones usuales de medidas del conjunto. Una estimación es una función definida sobre una retícula y puede poseer propiedades mucho más generales que las consideradas en las medidas de probabilidad. Se espera que una nueva teoría general de este tipo sea útil para resolver la disputa mantenida durante mucho tiempo entre los partidarios de la teoría de Bayes y los partidarios de la teoría de Neyman-Pearson relativa a problemas de inferencia estadística, así como para resolver las deficiencias lógicas descubiertas, observadas en muchos modelos de probabilidad aplicada, como en los modelos de teletráfico. Fueron distribuidos manuscritos preliminares entre personas entendidas, solicitando comentarios sobre dicha teoría. Se encuentra en avanzado estado un refinamiento más amplio de la teoría.

Federal Electric Corporation, Estados Unidos de América

Otra central telefónica de CGCT en Finlandia.

CGCT acaba de reforzar su posición en el mercado telefónico de Finlandia, tras el pedido de una central Metaconta* 11 A de 16.000 líneas, que será instalada en Kuopio.

Como consecuencia del contrato, firmado el 21 de noviembre de 1973 por el Sr. Lauvergeon (Presidente y Director de CGCT) y los Sres. Eerola y Pääkkönen (Presidente y Director, respectivamente, de la Compañía de Telecomunicaciones de Kuopio) se llevará a cabo la instalación, en 1976-77, de una central principal de 14.000 líneas en Keskusta y una central satélite de 2000 líneas en Jynkka.

Esta es la segunda instalación en Finlandia de una central semielectrónica Metaconta* 11 A fabricada por CGCT, pues ya en 1972 se recibió un primer pedido de una central de 10.000 líneas para la Compañía de Telecomunicaciones Vaasa.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Central telefónica de Mónaco.

Dentro de su programa de extensión y renovación de la red telefónica de Mónaco, la Office Monégasque des Téléphones acaba de encargar a CGCT una central telefónica semielectrónica del tipo Metaconta* 11 A.

El Metaconta* 11 A es un sistema de conmutación por división en el espacio, con programa almacenado que utiliza el miniconmutador METABAR* para sus puntos de cruce y cuya unidad de control central consta de 2 ordenadores ITT 1600*.

Este sistema proporcionará a los abonados del Principado de Mónaco los últimos servicios incorporados a las centrales semielectrónicas (maraje mediante teclado, transferencia de llamadas, servicio de despertador, etc.).

Equipado inicialmente con 5000 líneas, incluirá una central interurbana que va a dar acceso a la red telefónica francesa y a las líneas internacionales. Al principio las conexiones internacionales se establecerán a través del centro automático internacional de Niza.

Está previsto que el corte de la primera parte de la central se llevará a cabo durante la segunda mitad de 1975.

La capacidad final de las centrales será de unas 20.000 líneas.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

* Marca registrada del sistema ITT.

Nuevas realizaciones

Nueva planta de CGCT en Boulogne-Sur-Mer.

La Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques acaba de abrir una nueva factoría en la zona industrial de "La Liane", sobre un terreno de 71.000 m² situado a 5 km al sur de Boulogne-Sur-Mer.

La superficie total construida es de 18.000 m² y se reparte entre 4 edificios principales, 2 de los cuales albergan los talleres, uno los almacenes y el otro, los Departamentos Administrativos y Sociales. Los edificios destinados a talleres y a almacén pueden ampliarse hasta los 7000 m².

Además de tratar de hallar la distribución más eficiente posible por lo que a la producción se refiere, se han aplicado dos principios fundamentales a la hora de dividir el espacio disponible en 4 edificios, así como en la distribución individual de los mismos.

El primero de los principios mantiene que la separación de edificios permite la existencia de unos alrededores más agradables para los trabajadores a lo cual contribuye también la limpieza (necesaria para la fabricación de elementos delicados), así como la proximidad de unos servicios sociales ultramodernos, entre los que destaca la cafetería.

Además, con la separación de los edificios se consigue una protección más eficaz contra los incendios, reforzada por un conjunto de 1800 bocas de riego conectadas a la red pública de agua y a tanques particulares de 1000 m³.

La construcción de la planta (en la que actuó como principal contratista la empresa Bouygues) se llevó a cabo con bastante celeridad, a pesar de las malas condiciones del terreno, que obligaron a elevar 345 pilas empotradas en el suelo hasta una profundidad de 18 metros; la planta, cuya construcción comenzó a mediados de julio de 1973, abrió sus primeros talleres a finales de enero de 1974, estando ya en abril completamente terminada.

La fuerza laboral de la factoría de Boulogne-Sur-Mer ascenderá a 1800 personas a finales de 1974 y a unas 2500 cuando se realicen las ampliaciones previstas; el 85 % de la plantilla está formado por mujeres.

En esta planta se fabricarán los elementos constituyentes de las centrales telefónicas Pentaconta* que con anterioridad se producían en el inadecuado taller de Boulogne-Le Portel, y las partes moldeadas de los soportes de contactos que, hasta ahora, se fabricaban en la planta de Massy (Essonne). También se ha previsto ensamblar en Boulogne algunos dispositivos electrónicos para comunicaciones.

Entre el equipo de la factoría de Boulogne hay algunas máquinas semiautomáticas de muy elevado rendimiento, cuyo número se incrementará en el futuro, según está previsto; entre ellas se encuentran, por ejemplo, las máquinas diseñadas por CGCT para el ensamble de los bloques de resortes de los relés y para ensamble y ajuste de los bancos de selectores, junto con otras destinadas al ajuste de los bloques de resortes, a la fabricación de bobinas para relés y otros.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Equipo de comunicaciones STR 350 B para barcos pesqueros de rastreo.

Consolidated Fisheries, de Grimsby, ha encargado equipo de comunicaciones por radio para instalar a bordo de 11 de sus barcos pesqueros de rastreo, utilizados para pescar en aguas de Islandia. IMRC (International Marine Radio Company), que forma parte del Grupo Marino de ITT extendido por todo el mundo, suministrará e instalará el equipo bajo un acuerdo de mantenimiento en alquiler.

En el pedido están incluidos equipos telefónicos de banda lateral única de largo alcance, con posibilidad adicional de telegrafía, receptores sintonizables separados, y receptores de alarma sonora de emergencia.

El equipo principal para cada barco es un STR 350 B, un radio teléfono de banda lateral única de frecuencias medias y altas con una potencia de emisión de 400 vatios de pico, que proporciona posibilidades de radiotelefonía y radiotelegrafía y que trabaja con batería y con la alimentación de corriente continua principal del barco.

Se consigue un funcionamiento rápido y simple por medio de una sintonización automática del transmisor.

Otro equipo incluye un receptor sintonizable de banda lateral única utilizado en unión del STR 350 B y de un receptor de alarma sonora IMR 5500 que vigila la frecuencia radiotelefónica internacional de socorro de 2182 kHz.

Serán también comercializados por nosotros, servicios de cómputo de tráfico por radio. IMRC abrirá pronto en Grimsby un almacén para servir a la industria pesquera y a los barcos mercantes del área.

International Marine Radio Company, Reino Unido

El transmisor mas potente de Austria, situado en la cima del Monte Kahlenberg, en Viena, construido por ITT.

El 23 de Septiembre de 1974, tras un periodo de construcción de dos años, ha sido inaugurado oficialmente el transmisor de TV y radio mas moderno de Austria. Los transmisores para la antena tipo mástil de 165 metros de altura, que sustituye a la antigua antena de 120 metros, han sido suministrados por ITT, la compañía que construyó y puso en funcionamiento el primer transmisor de radio de Austria, en 1923. A fin de evitar el tener que cambiar las instalaciones de las antenas de recepción, la nueva antena de transmisión se erigió al lado de la antigua.

La antena tipo mástil para 5 programas.

La mayor potencia de salida, y la mayor altura de las antenas, mejoran la calidad de recepción en Viena, Austria Baja y en la zona de Burgenland, bien por recepción directa o a través de repetidores.

El primer programa de TV será difundido por un transmisor doble con una potencia de salida de 10 kW, y el segundo programa de TV por un transmisor de 40 kW de potencia de salida, la máxima potencia de salida, hasta el momento, de un transmisor austriaco. Cuatro transmisores de VHF de 10 kW radiarán los tres programas de radio.

Funcionamiento en reserva.

Los nuevos transmisores dobles, están provistos de control remoto y trabajan en forma completamente automática: en caso de fallo de un transmisor, el otro entrará en funcionamiento instantáneamente. En los transmisores de UHF para los programas de radiodifusión solamente se utiliza un único tubo en la última etapa; el resto de las etapas están construidas a base de dispositivos semiconductores.

Densidad creciente de la red de radio y TV.

El nuevo centro transmisor de Viena-Kahlenberg fué planificado, en estrecha cooperación con la Compañía de Radiodifusión Austriaca, ORF, por la compañía alemana Standard Elektrik Lorenz AG, asociada a ITT, que suministró los transmisores de TV de 40 kW (los transmisores de mayor potencia de Austria), y los transmisores de UHF de 10 kW de potencia de salida. Esta compañía suministró también diferentes centros transmisores, como los de Patscherkofel, Pfänder, Gaisberg, Schöckel y Dobratsch. El nuevo centro transmisor de Viena-Kahlenberg es un paso adicional importante en la mejora del servicio de radio y TV en Austria.

ITT Austria, Austria

Sistema presentador de datos único para viajes aéreos oceánicos, desarrollado por ITT.

La División Aeroespacial y de Optica de la International Telephone and Telegraph Corporation ha suministrado a la Administración Federal de Aviación (Federal Aviation Administration) un subsistema de control de tráfico aéreo único, que utiliza una pantalla de descarga en gas, o de panel de plasma. La unidad se desarrolló bajo contrato del Centro de Desarrollo Aéreo y Naval de Warminster (Pennsylvania), para su utilización en los experimentos de automatización del tráfico oceánico que la FAA lleva a cabo en el Centro Experimental de la Aviación Nacional (Atlantic City, New Jersey).

El sistema oceánico presentador de datos con panel de plasma desarrollado por la División Aeroespacial y de Óptica se encuentra entre los últimos de una serie de equipos presentadores de datos para control de tráfico aéreo en los que esta División de ITT fue pionera.

Esencialmente, un presentador de datos con panel de plasma está constituido por dos placas de vidrio soldadas por sus extremos de forma que constituyen un recipiente que se llena con gas neón. Cada placa de vidrio lleva 512 líneas de oro grabadas y placadas sobre ellas, y colocadas de tal forma que las de una placa forman ángulo recto con las de la otra. Mediante un ordenador se puede gobernar selectivamente esta matriz ortogonal de 262.144 puntos discretos, de tal forma que cuando se aplican los voltajes adecuados, estos puntos brillan como una lámpara de neón. Este brillo se debe a la "descarga en plasma", y de aquí la denominación de panel de plasma. De esta forma, se pueden encender los puntos en grupos que formen letras, números, símbolos, etc., utilizando para ello un teclado o cualquier otra fuente de información digital.

Sistematizados con la ayuda de un miniordenador, la pantalla de plasma mantendrá continuamente actualizados los datos correspondientes a vuelos oceánicos. Al eliminar las cintas de vuelo de papel manuales, la FAA podrá realizar una observación eficaz y continua de los aviones comerciales y militares que se encuentren en cada momento transitando las rutas aéreas del Atlántico o del Pacífico.

Una de las consecuencias más importantes del desarrollo realizado gracias al esfuerzo conjunto de la FAA y de la Marina es la de ofrecer una nueva pantalla que será considerada como una alternativa para los presentadores a base de tubo de rayos catódicos, que requieren una repetición continua de la información mostrada. Lo fundamental de este nuevo sistema es que se pueden introducir inmediatamente los datos que el operador desee para controlar y modificar la información presentada, la cual permanece constantemente visible en una presentación clara y coordinada de datos de control vitales. El portavoz de ITT puso de relieve las ventajas adicionales que suponen un bajo voltaje, pequeña potencia, circuitería lógica simplificada, memoria propia, imágenes libres de oscilaciones, compacidad y mínimo peso. Otra característica importante del diseño es la de incluir una fuente de energía de reserva.

ITT Defense Space Group — Aerospace/Optical Division,
Estados Unidos de América

Equipo portátil de voz y datos GH-1001 G.

SRT (Standard Radio & Telefon AB) ha desarrollado un nuevo equipo portátil de voz y datos, diseñado para usos militares bajo condiciones rigurosas.

El equipo permite la transmisión de un canal de datos duplex completo y de voz simultáneamente, por un circuito telefónico o por radio a alta frecuencia.

Se ha realizado un diseño rígido y muy estable de la cubierta, cumpliendo las exigencias especificadas para equipos a utilizar en el campo. El equipo está totalmente protegido contra la penetración de agua.

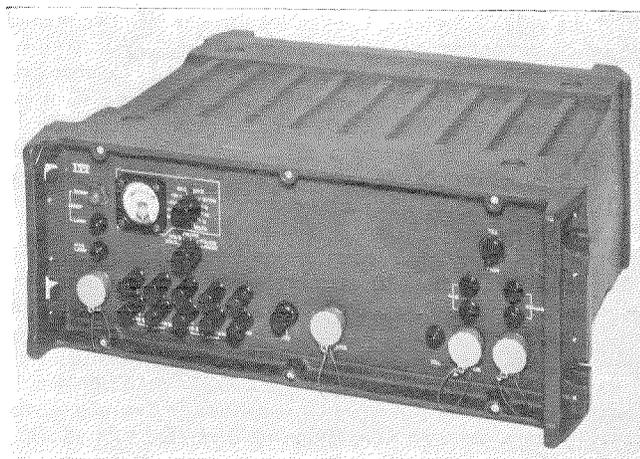
El margen de temperatura de trabajo se extiende de -20°C a $+55^{\circ}\text{C}$ dentro de límites especificados, y de -30°C a $+55^{\circ}\text{C}$ con el equipo en funcionamiento satisfactorio.

El equipo puede ser montado para operar con circuitos a 2 o a 4 hilos.

Se pueden utilizar las siguientes posibilidades funcionales: línea a 2 hilos con teléfono a 2 hilos; línea a 4 hilos con teléfono a 2 hilos; línea a 4 hilos con teléfono a 4 hilos y radio en alta frecuencia, con entrada/salida separada para radio y microteléfono manual.

Como indicador de llamadas está dotado con una lámpara de alarma de llamada, y se suministra también con una salida de potencia de 5 vatios separada, para dispositivos de alarma externos.

El equipo de voz y datos puede equiparse para funcionar con diferentes tipos de equipo terminal, tales como teletipos, equipo de proceso de datos de baja velocidad síncrono o asíncrono, equipo de control remoto, etc.



Equipo portátil de voz y datos GH-1001 G.

Otra aplicación adicional del equipo es la extensión de un canal telegráfico a un terminal ubicado a una distancia demasiado grande de una estación principal como para que pueda realizarse una conexión del tipo de corriente continua.

El equipo está dotado de medios de prueba e informaciones de comprobaciones, lo que le permite dar indicaciones de la función correcta del mismo.

Puede funcionar con alimentación a batería o red eléctrica. Ambas alimentaciones pueden conectarse simultáneamente, en cuyo caso la alimentación a batería quedaría en reserva, conectándose automáticamente si la energía de la red eléctrica se cortara.

Las características del sistema se encuentran dentro de los límites recomendados por el C. C. I. T. T.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia

El sistema de cable submarino con mayor capacidad del mundo.

La administración italiana del PTT ha firmado con Standard Telephones and Cables (STC), un contrato para la adquisición del primero de los sistemas de una nueva generación de sistemas de cables telefónicos submarinos. El sistema NG 1 (New Generation 1) es el sistema de cable telefónico submarino con mayor capacidad del mundo que está comercialmente disponible. El sistema es capaz de cursar 5.000 conversaciones telefónicas simultáneas, o tráfico mixto telefónico y de televisión.

El nuevo cable enlazará Roma con Palermo (Sicilia), y entrará en servicio en 1976. Además de encargar el primero de los nuevos sistemas, la administración italiana del PTT, la ASST (Azienda di Stato per i Servizi Telefonici), será la primera administración que utilice un cable submarino en una red principal nacional en una ruta ya cubierta por sistemas terrestres convencionales. Como sucede con todos los enlaces de cable telefónico submarino, la ruta principal Roma — Palermo, que atraviesa el mar Tirreno, trabajará en un medio estable, prácticamente libre de interferencias, especialmente humanas. Es un enlace más corto que la ruta superficial actual, y ofrece la seguridad extrema inherente a los cables submarinos.

El nuevo sistema NG 1, que fué desarrollado por STC en Standard Telecommunications Laboratories (STL), tiene un ancho de banda de 45 MHz.

El diseño del sistema permite ofrecer de 3.600 a 5.000 circuitos telefónicos mediante la ingeniería de equipo apropiada en las estaciones terminales, siendo elegida por las propias administraciones del PTT la capacidad real dentro de este margen. Hasta ahora, el cable submarino de mayor capacidad tenía 1.840 circuitos telefónicos.

Con la fiabilidad de las prácticas de circuitos discretos, ahora comprobadas, la Compañía ha podido utilizar esta técnica y otras ligadas a ella para aumentar las ventajas en el diseño del sistema

Nuevas realizaciones

NG 1. La vida de los repetidores en los sistemas NG 1 se predice con suficiente confianza en más de 20 años.

El segundo pedido, procedente de la Oficina de Correos Británica (British Post Office), se refiere a un sistema NG 1 de 45 MHz para proporcionar 3.900 circuitos entre el Reino Unido y Bélgica y ha de ser instalado en 1977. El sistema proporcionará comunicaciones no solo entre el Reino Unido y Bélgica, sino también con Holanda, Alemania y otras zonas de Europa, incluyendo Escandinavia.

Otro pedido, que ha de cumplirse en 1976, consiste en un sistema de 5 MHz con 480 circuitos para enlazar Cairns, en Queensland (Australia), con Port Moresby, la capital de la Isla de Papua (Nueva Guinea). Se ha previsto que esté terminado en 1976; el sistema necesitará alrededor de 900 km (490 millas náuticas) de cable y 66 repetidores. El pedido fué realizado por la Comisión de Telecomunicaciones Ultramarinas de Australia (Overseas Telecommunications Commission of Australia), y la administración de Papua (Nueva Guinea).

Los sistemas de cables telefónicos submarinos son diseñados, fabricados e instalados por la División de Sistemas Submarinos de STC.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Circulador de elevado rendimiento para la banda X.

La distribución de canales de RF propuesta por el CCIR para la banda de 10,7 a 11,7 GHz permite conectar hasta 6 transmisores y receptores a una sola antena.

Usualmente se utilizan circuladores para interconectar los filtros de transmisión y recepción.

En un sistema totalmente equipado, el número medio de transiciones de circulador es de 12, por lo que cada pérdida adicional de 0,1 dB por circulador reduce en 1,2 dB el rendimiento del sistema.

En sistemas de potencia media (por ejemplo, 20 W por transmisor), una de las principales características es la potencia de onda portadora. La carga equivalente del circulador más próximo a la antena es de unos 160 W, teniendo en cuenta una pérdida de 1 dB por cada filtro de rama y 0,1 dB por transición de circulador.

Para tales sistemas se desarrolló un circulador con las siguientes características de funcionamiento:

- margen de frecuencias : de 10,7 a 11,7 GHz
- aislamiento mínimo : > 30 dB
- pérdida de retorno mínima : > 30 dB
- pérdida de inserción máxima : < 0,1 dB
- nivel máximo de potencia : 160 W en portadora
- margen de temperatura : de 0° C a 50° C.

También se puede suministrar el circulador con un brazo terminado (guíaonda-aislante) y, además, con una transición guíaonda/coaxial incorporada a cada lado.

Standard Telefon et Radio, S. A., Suiza

Sistemas de líneas coaxiales de 4 MHz para Egipto.

STC (Standard Telephones and Cables) ha recibido un pedido de equipo de transmisión de telecomunicaciones procedente de la Organización de Telecomunicaciones de la República Arabe de Egipto (OTRAE).

El pedido comprende el equipo de línea coaxial de 4 MHz que ha de utilizarse en las rutas El Cairo — Alejandría y El Cairo — Ismailia de OTRAE, en el Bajo Egipto.

El sistema, completamente construido con componentes de estado sólido, tiene una capacidad de 960 canales y reemplazará al equipo con funcionamiento a válvulas anteriormente suministrado por la División de Transmisión de STC.

En el pedido están incluidos los equipos terminales y un gran número de repetidores dependientes. Aunque el cable para los sistemas está enterrado, los repetidores están ubicados en las instalaciones de superficie utilizadas por el sistema anterior. Todo el equipo que ha de suministrarse será construido en la factoría de la División de Transmisión de la Compañía.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Equipo PCM de 30 canales para el British Post Office.

La División de Transmisión de STC (Standard Telephones and Cables) ha conseguido contratos del British Post Office, para suministrar nuevos sistemas de modulación de impulsos codificados. Los contratos consisten en sistemas MIC (PCM) de 30 canales a utilizar en una prueba de campo entre la central telefónica de Faraday, en la parte central de Londres, y la central telefónica de Skyport, en el aeropuerto de Heathrow. En estos contratos están incluidos pedidos de unidades de señalización así como equipo multiplex y de línea.

El British Post Office, está realizando pruebas de equipo MIC de 30 canales para preparar su introducción en la Red de Telecomunicaciones Británica en sustitución del equipo de 24 canales que es el tipo actual para sistemas de transmisión digital de baja velocidad.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Central telefónica Pentomat* 1000 CT de ITT.

La División de Comunicaciones Privadas de STC (Standard Telephones and Cables), ha recibido procedente de Sun Life Assurance Society Ltd., el encargo de una Central Pentomat* 1000 CT, centralita privada automática de barras cruzadas, para ser instalada en el nuevo Centro Administrativo de su Oficina Principal, y que ha de estar en completo funcionamiento a finales de 1975.

350 extensiones tendrán acceso a 29 líneas telefónicas públicas y a 5 líneas privadas; las líneas privadas proporcionarán acceso directo a otras Centrales telefónicas de la Sun Life sin utilizar la red pública. Las dos operadoras que han de controlar el sistema estarán instaladas ante consolas que funcionan por medio de teclas. Lámparas asociadas a las teclas lucen intermitentemente o brillan para indicar al avance de una llamada.

Además de los muchos servicios normales, el sistema ha sido diseñado para funcionar con teléfonos de teclas y de disco. Servicios adicionales para la extensión, incluirán un sistema de marcaje abreviado con más de 100 códigos almacenados en el banco de memoria que pueden ser utilizados sin mas que marcar un código de 3 dígitos. Existirá también acceso a las máquinas de dictado a través del aparato telefónico. Algunas extensiones estarán dotadas de la posibilidad de celebrar conversaciones entre tres personas, dándoles la oportunidad de añadir una segunda extensión para una llamada exterior, y tomando parte en la conversación las tres personas.

Para las personas que llamen desde el exterior, el sistema proporcionará selección de grupo; un número de extensiones de información general, están agrupadas bajo un número único, y las llamadas entrantes hacia esta línea, automáticamente exploran y se enganchan sobre el primer teléfono libre dentro de este grupo.

Una central telefónica Pentomat* 1000 CT ha sido también instalada en las oficinas y en la factoría de la empresa ICI, División de Pinturas del Grupo Hyde. El sistema estará integrado en la red nacional de ICI a través de un centro de conmutación de Manchester, y es el primer sistema telefónico Pentomat* 1000 CT en Inglaterra que posee teléfonos de teclas multifrecuencia, marcaje abreviado, paneles de visualización de números de extensiones y de teléfonos urbanos, y servicio de abonado ausente.

El sistema Pentomat* 1000 CT utiliza técnicas de conmutación de barras cruzadas para dirigir todas las llamadas, tanto internas como externas, lo que no solamente proporciona conexiones más rápidas para todas las llamadas internas, sino que mejora la seguridad de las mismas. Todas las extensiones tendrán teléfonos con teclas, lo que unido a la mayor velocidad de la central telefónica, hace que sea uno de los sistemas en funcionamiento más rápidos del país.

Todos los usuarios de extensiones tienen a su alcance una gran variedad de servicios, entre los que se encuentra el marcaje abreviado de los números de teléfono usados frecuentemente, pudiendo llamarse a estas extensiones con solo marcar tres números. También pueden utilizar el servicio de abonado ausente, que desvía automáticamente una llamada dirigida a una extensión determinada con anterioridad.

* Marca registrada del sistema ITT.

Las operadoras de los cuadros de distribución, además de tener teclas para dirigir las llamadas entrantes y salientes, tienen también un panel de visualización del número de la extensión. De esta forma identifican que han marcado los números correctos cuando dirigen una llamada entrante, y se evitan también los problemas de identificación verbal cuando las extensiones llaman a la operadora.

Una característica, adicional importante de este sistema para ICI es la posibilidad de llamadas de emergencia. La central telefónica Pentomat* 1000 CT cursa hasta 4 llamadas simultáneas a una línea de emergencia; todas las personas están conectadas a la línea y pueden informar una emergencia o añadir detalles adicionales.

En colaboración con el British Post Office, se ha instalado un sistema de sirenas exteriores que funcionan cuando suena el teléfono de emergencia, y que se utiliza para alertar al personal de seguridad en servicio que esté ausente de su puesto. Cuatro extensiones sin tráfico conectan el centro de emergencia con los servicios contra incendios de la fábrica, con los puestos de primeros auxilios y con las secciones de seguridad. Estas ayudan al personal de ICI a dirigir los primeros instantes de desconcierto de cualquier emergencia.

ITT Business Systems Group, Reino Unido

Estación maestra L 600 para el sistema de Intercomunicación ITT 511.

La estación maestra L 600 es la última edición a la serie de interfonos ITT 511*. Es un interfono de mesa de doble uso, que automáticamente se convierte en microteléfono cuando se des-cuelga, con lo que preserva el secreto de la conversación de la persona que llama con la que escucha.

El equipo L 600 pesa menos de la mitad que un teléfono corriente, y ocupa asimismo menos de la mitad de espacio. Las teclas de números, que están bastante separadas para prevenir un mal marcaje, son de color marrón oscuro con los números de color blanco; las teclas para busca-personas, reencaminamiento, llamadas a abonado ocupado con espera, y prioridad, son de un color que contrasta con el anterior. Las teclas de llamada/respuesta y de liberación, tienen también este color de contraste.

Las llamadas a un aparato, se indican por medio de un tono y de una lámpara piloto. Esta lámpara está colocada en el borde superior de la cubierta donde es fácilmente visible desde casi todos los ángulos, y que ayuda a la identificación del aparato al que se llama en los casos en que existen más de uno en el mismo lugar. Puede suministrarse con los nuevos sistemas ITT 511 o separadamente como sustituciones o ampliaciones a los sistemas existentes.

La División de Comunicaciones Privadas de STC (Standard Telephones and Cables), ha instalado un sistema de intercomunicación ITT 511 en las oficinas y talleres del Departamento del Medio Ambiente (Department of Environment), que es una de las mayores estaciones de servicio del país para todo tipo de vehículos, lo que significa que la fiabilidad del servicio debe mantenerse al mayor nivel posible.

El Departamento del Medio Ambiente ha introducido un esquema de incentivos para los técnicos de servicio, que no sólo aumenta el número de vehículos arreglados, sino que exige que los técnicos pierdan el mínimo tiempo posible fuera de sus naves de trabajo. El sistema ITT 511 ha contribuido directamente a la minimización del tiempo perdido al proporcionar un enlace de comunicación directo entre cada técnico y los almacenes centrales. De esta forma, las piezas de recambio pueden pedirse sin abandonar la nave de trabajo y las piezas pueden ser reunidas sin desperdiciar viajes a y desde los almacenes de piezas disponibles.

Además del sistema radial para los técnicos, la central telefónica 511 proporciona también comunicaciones habladas de manos libres al personal de administración, y puede también avisar por medio de altavoces y de aparatos telefónicos de mesa corrientes al personal administrativo y de talleres que se esté moviendo.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

* Marca registrada del sistema ITT.

Primer sistema digital de línea en funcionamiento.

Una prueba de campo avanzada del sistema digital de línea experimental de 120 Mbit/s del British Post Office, está ya en funcionamiento tras su instalación en Guildford por la División de Transmisión de STC (Standard Telephones and Cables). Se cree que es el primer sistema de transmisión digital instalado en Europa que funciona con velocidad de transmisión superior a 100 Mbit/s.

La prueba de campo avanzada está relacionada con un contrato adjudicado a la Compañía por el British Post Office, para diseñar, desarrollar, fabricar e instalar un sistema de línea coaxial completamente operacional, capaz de cursar información a una velocidad de 120 Mbit/s por cables coaxiales de pequeño diámetro ya existentes. Este sistema experimental funcionará sobre el cable que va de Guildford a Portsmouth, y está programada su terminación en Noviembre de 1974.

El equipo que ha sido instalado en Guildford, proporcionará datos continuos sobre la eficacia de funcionamiento de tales sistemas, y será mantenido hasta que se complete la prueba de campo total principal. El equipo consta de una unidad terminal completa, junto con dos pares de regeneradores dependientes, funcionando sobre una ruta efectiva de 8 km. Se utiliza un camino artificial de 2 km. para completar el sistema cerrado, que cursa actualmente tráfico simulado producido por un generador patrón especialmente desarrollado con este objeto.

Entre las mayores ventajas de los sistemas de transmisión digital están su flexibilidad natural y el mayor margen de servicios que puede ofrecer. El sistema de 120 Mbit/s puede cursar, o bien 1.680 canales telefónicos, o un canal de televisión en color convenientemente codificado, o 18 canales de videoteléfono, o hasta 224 canales musicales o de radiodifusión de voz. Puede transmitirse simultáneamente por la vía de Transmisión una combinación de todos estos tipos de tráfico, junto con datos de ordenador, hasta una capacidad total de 120 Mbit/s.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Plan de electrificación de los British Rail's West Coast.

STC (Standard Telephones and Cables), ha suministrado a los Ferrocarriles Británicos (British Rail) equipo de Telecomunicación relacionado con el programa de electrificación de la Costa Occidental recientemente terminado. Este plan, que completa la electrificación de la línea Londres—Glasgow, desde cerca de Crewe hasta Glasgow, ha sido inspeccionado por Su Majestad la Reina de Inglaterra.

Las divisiones de Transmisión y de Cables Telefónicos de STC han suministrado equipos de telecomunicación en los tramos Crewe—Preston y Preston—Lancaster—Carlisle—Glasgow. Estos equipos incluyen un sistema de cable coaxial como parte de la red de telecomunicación principal que están desarrollando los ferrocarriles británicos para cursar su tráfico telefónico y de datos.

El equipo de línea utiliza un cable con dos núcleos coaxiales que proporcionan un ancho de banda de 4 MHz. Esta anchura de banda es equivalente a 960 circuitos telefónicos de gran calidad con unas características de transmisión que cumplen por completo las recomendaciones del C. C. I. T. T. (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico).

La utilización de una corriente alterna de elevada tensión (25 KV a 50 Hz) para el generador de tracción en la ruta de la Costa Occidental, requiere medios especiales de aislamiento. La protección del equipo y del personal frente a posibles voltajes inducidos se consiguió por la utilización de una funda de aluminio colocada sobre el cable coaxial, y montando circuitos especialmente diseñados dentro de los repetidores instalados a lo largo de la ruta.

Además, los circuitos de supervisión de las telecomunicaciones y de localización de fallos que funcionan por los pares de cables intersticiales del interior de la cubierta del cable, fueron preparados para evitar voltajes inducidos que causen interferencias con la señal portadora.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Nuevas realizaciones

Importantes pedidos noruegos de centrales rurales Metaconta* 11 B.

La Administración Telefónica de Noruega decidió recientemente encargar 64 centrales Metaconta* 11 B para su red rural. Junto con las 9 centrales previamente solicitadas, la venta total de centrales Metaconta* 11 B a la citada Administración asciende en la actualidad a 30.000 líneas.

Estas centrales se utilizarán en el programa de automatización para un número de grupos completos, y para reemplazar a las centrales rotary existentes. La entrega del material se realizará en su mayor parte, a lo largo de 1976.

Por otra parte, a comienzos de 1975 se entregarán a la administración Vaasa de Finlandia dos centrales de 1000 líneas Metaconta* 11 B, que actualmente se encuentran en período de instalación. Los pedidos de Finlandia totalizan en la actualidad cinco centrales, con un total de 5500 líneas.

El sistema Metaconta* 11 B, que forma parte de la familia Metaconta*, es un moderno sistema semielectrónico de conmutación para aplicaciones rurales. Maneja tanto tráfico de abonados como de tránsito, y tiene centrales desde 32 hasta 6000 abonados.

Desde 1971 funciona en Finlandia un pequeño prototipo y, a finales de este año, comenzará a cursar tráfico real otra central de este tipo que está realizando pruebas de campo en Oslo.

El sistema Metaconta* 11 B se comercializará en todo el mundo a través de los canales de distribución de ITT.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

CGCT ha puesto en servicio ya 20.000 líneas de Metaconta* LP, correspondientes a 10 centrales automáticas privadas.

Durante los meses de febrero y marzo de 1974, CGCT inauguró otras tres centrales automáticas privadas electrónicas del tipo Metaconta* LP en el área de París, para la compañía Kodak, la Régie Renault y el campo militar de Satory, respectivamente. Con estas nuevas centralitas, CGCT ha instalado hasta ahora unas 20.000 líneas.

Esta versión del sistema Metaconta* L para comunicaciones privadas utiliza el multiconmutador miniatura Metabar* y una unidad de control central formada por ordenadores ITT 1600*. Proporciona a los usuarios nuevos servicios, tales como marcaje con teclado, marcaje abreviado, transferencia controlada de llamada, espera mientras está ocupado el abonado llamado, numerosas clases de estaciones, etc.

Además, la miniaturización de este sistema permite una importante economía de edificio y un manejo más fácil y cómodo de las centrales, gracias también a las posibilidades que introducen los ordenadores tales como la observación de tráfico, distribución de pagos por departamentos, cambios de clase mediante teletipresor, etc.

Se han recibido pedidos de otras 18 centrales, por un total de más de 25.000 líneas, algunas de las cuales ya se están instalando. Particularmente una está siendo sometida a prueba en la Oficina Regional de Telecomunicaciones de Rennes. Esta central está dotada de equipos para Centrex, tales como llamada entrante directa en código Socotel, manipulación de llamadas para varias firmas independientes e integración en la red del PTT.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Interés internacional por el nuevo sistema telefónico austriaco. Expertos de 14 países visitan la central interurbana de tránsito de Innsbruck.

80 expertos en telefonía de 14 países que asistían en el pasado mes de septiembre al "International Switching Symposium" celebrado en Munich, se desplazaron hasta Innsbruck para visitar la central interurbana de tránsito, la más reciente instalación telefónica austriaca del sistema de conmutación Metaconta* 11 E, desarrollado por ITT.

* Marca registrada del sistema ITT.

Servicio más rápido para el tráfico telefónico nacional e internacional

Las instalaciones de Innsbruck, que reciben el sobrenombre de "equipos de encaminamiento", como parte del programa del sistema de conmutación Metaconta* 11 E, separan el servicio de llamadas internacionales de abonados de Tirol y Vorarlberg, del servicio nacional. De esta forma, se descargan sensiblemente ambos servicios y, en especial, el internacional, de tanta importancia para el turismo.

Las nuevas instalaciones encaminan directamente el tráfico de Tirol y Vorarlberg hacia los grandes sistemas urbanos de Klagenfurt y Salzburgo, pudiendo funcionar también un "servicio de reencaminamiento" (por ejemplo, de Innsbruck a Salzburgo a través de Klagenfurt) para aquellos casos en que las líneas interurbanas directas estén sobrecargadas. Como se selecciona automáticamente mediante equipos electrónicos la conexión menos costosa, puede decirse que se optimiza la utilización de la red.

Se ha instalado un equipo similar en la central Viena-Börseplatz, que también descarga las líneas internacionales.

Ingenieros austriacos

El sistema de conmutación Metaconta* 11 E de ITT fue desarrollado por ingenieros austriacos de ITT Austria, en estrecha cooperación con el PTT de este mismo país y puede considerarse como el primer escalón en la instalación de este nuevo sistema. Se han separado las llamadas nacionales e internacionales debido a que es esta sección la que experimenta un mayor incremento de tráfico y de demanda. En la actualidad, se está planeando la realización de instalaciones para centrales urbanas, basadas en este sistema.

Todos los equipos se están fabricando en la factoría de Viena-Strebersdorf.

Más líneas y mejores conexiones, gracias a la moderna tecnología.

El nuevo sistema telefónico utiliza la más moderna tecnología para satisfacer la creciente demanda de líneas telefónicas. El desarrollo se realizó de acuerdo con los más recientes principios de circuitería, controlado por programa, y utilizando registradores, marcadores y traductores electrónicos. Los modernos componentes, tales como el miniswitch ITT (un multiconmutador miniaturizado), el relé de pequeño tamaño, los semiconductores y los circuitos integrados van montados sobre tarjetas enchufables.

El Metaconta* 11 E enlaza perfectamente con los sistemas existentes

Existe un gran interés por la adaptación del nuevo sistema de conmutación de ITT Metaconta* 11 E a los ya existentes, sin necesidad de utilizar adaptadores adicionales. Este sistema es, en fin, muy adecuado para la estructura geográfica y económica de Austria, y constituye una alternativa para los sistemas con excesiva centralización.

ITT Austria, Austria

Equipos de transmisión para Grecia.

STC ha recibido un encargo procedente de la Organización Telefónica Helénica, por equipo para aumentar la capacidad de los enlaces de telecomunicaciones internacionales de Grecia. La fabricación tendrá lugar en las divisiones de Transmisión y de Electrónica de STC (Standard Telephones and Cables).

Este equipo se instalará en 7 localidades de Grecia Continental (incluida Atenas) y Creta. El equipo será utilizado en unión con el cable submarino Creta — Francia que se espera esté terminado en 1974, y con el cable submarino Creta — Francia que está instalando Standard Telephones and Cables y que se espera terminar en 1975.

* Marca registrada del sistema ITT.

En el pedido están incluidos equipos de canales de 3 y 4 kHz, junto con los equipos de multiplexado asociados. El suministro de canales de 3 kHz, permite la transmisión de 16 circuitos por cada grupo normal de 12 canales de 4 kHz por el sistema de cable submarino, permitiendo de este modo una utilización más económica del sistema.

Las entregas comenzarán a finales de 1974 y continuarán durante 1975.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Pedido de modems para el British Post Office.

Se ha suscrito un contrato entre el British Post Office y la División de Transmisión de STC (Standard Telephones and Cables), para el suministro de modems de datos.

Han sido contratados un total de 1.400 modems normales, que deben ser utilizados conjuntamente con los servicios Datel y 2400 Dial Up del British Post Office.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Para solicitar separatas de artículos publicados en este número e información sobre precios, se ruega escriban a:

P. Mornet

Managing Editor, Electrical Communication

15—17, Avenue Morane Saulnier

78140 Vélizy-Villacoublay, France

Solamente pueden aceptarse pedidos por cantidades de al menos 100 separatas de cada artículo.