

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

RESUMEN

VOLUMEN 50 (1975) NÚMERO 3

En este número	174
Propagación en guíaondas de fibra óptica, por <i>M. M. Ramsay, G. A. Hockham y K. C. Kao</i>	176
Siete años de experiencia en sistemas METACONTA de conmutación, por <i>J. A. Broux</i>	184
Seguridad y fiabilidad en las centrales urbanas METACONTA L, por <i>B. Gouars, J. P. Dartois y L. Viellevoye</i>	194
RITA — Una red táctica automática integrada de transmisión, por <i>A. Pirotte y P. Mary</i>	202
ZD 1000-C — Un equipo para la transmisión múltiple por división en tiempo de caracteres telegráficos, por <i>H. Aulhorn, W. Baumann y A. Norz</i>	209
Modem 2012 para transmisión de datos, por <i>H. P. Betten, R. Widmaier y M. Wiegel</i>	215
Nueva generación de equipos de comunicaciones de alta frecuencia, por <i>K. B. Berg</i>	221
Notas de investigación:	
Policloruro de vinilo retardador de llama para aislamiento y recubrimiento de hilos en cables, por <i>H. Geisler, K. Grill y H. Harbort</i>	228
Radioenlace de 20 vatios en la banda de 11 GHz, por <i>P. Noesen</i>	229
Progresos en el desarrollo del sistema digital de 120 Mbit/s de línea, por <i>H. S. Reeves, M. C. Betts y R. D. Dence</i>	231
Nuevas realizaciones	234



Editor principal: Pierre Mornet

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

Propagación en guías de fibra óptica

Aunque la teoría de guías dieléctricas data de principios de siglo, la invención de una envoltura para la guía no tuvo lugar hasta 1954, y STL fue el primero en prever el uso de fibra recubierta como medio de transmisión, en 1966. Desde 1970 los progresos han sido muy rápidos particularmente cuando se consiguió la primera guía de fibra óptica con una atenuación de transmisión inferior a 20 dB/km y se fabricaron las primeras fuentes de luz capaces de ser utilizadas con estas guías.

Actualmente se han desarrollado una variedad de diseños de guías de fibra para las diferentes aplicaciones. La teoría de modos se ha extendido desde la guía dieléctrica rectangular cuyo índice variaba con sólo un cambio brusco, hasta estructuras de índice gradual o multicapa. En principio, la ecuación característica de una estructura dieléctrica de tres capas cilíndricas se había representado por medio de un determinante de 4×4 filas. Ahora esta representación se ha simplificado y matizado hasta el punto en que nos permite llegar a un conocimiento del comportamiento incluso de las estructuras de guía más complicada.

En estos momentos se están consiguiendo absorciones ópticas por debajo de 1 dB/km en guías de fibra óptica, por lo que se está comenzando a prestar atención a otros mecanismos de pérdidas tales como dispersión, acoplamiento de modos de radiación, y radiación en las curvas. En el diseño de sistemas, tales perspectivas de bajas pérdidas han hecho que la atención se concentre en los mecanismos de dispersión. En particular, se están explorando activamente el equilibrio dinámico entre dispersión y atenuación en el diseño de la guía y los progresos en su realización.

Siete años de experiencia en sistemas METACONTA de conmutación

Tras siete años de la inauguración de la primera central de barras cruzadas METACONTA* (Wilrijk, 25 de septiembre de 1967 es apropiado hacer un resumen de los resultados obtenidos con los sistemas de barras cruzadas METACONTA y subrayar la experiencia de ITT en centrales controladas por programa almacenado.

Las centrales de marca METACONTA funcionan en ocho países diferentes.

El equipo instalado llega a un cuarto de millón de líneas equivalentes y cubre un amplio margen de aplicaciones tanto en telex como en conmutación telefónica. La experiencia obtenida en diseño, instalación, operación y mantenimiento ha probado claramente la corrección del diseño y la eficacia de los métodos de producción e instalación. En el área aún no limitada del mantenimiento centralizado y las facilidades de gestión de redes, ITT ha dado con éxito sus primeros pasos.

Seguridad y fiabilidad en las centrales urbanas METACONTA L

La obtención de los altos niveles de seguridad y fiabilidad necesarios para los sistemas de conmutación electrónica modernos, requieren un análisis global de muchos aspectos de la organización del sistema, en especial de las estructuras de los módulos y de sus formas de interconexión.

En el sistema METACONTA* L, los objetivos de seguridad y fiabilidad se han conseguido gracias al alto nivel de calidad de los equipos y de los programas, una organización del sistema con descentralización adecuada de funciones y un concepto de duplicación eficaz, un funcionamiento de la unidad de control basado en la repartición de la carga de llamadas y estrategia de puesta en marcha automática, así como el suministro de facilidades de equipos y controles de programas bien adaptados para comprobar y supervisar el funcionamiento del sistema.

* Marca registrada del sistema ITT

RITA — Una red táctica automática integrada de transmisión

La rápida evolución de los conceptos operacionales ha llevado a modificar profundamente las redes de telecomunicaciones militares tácticas.

Ha sido necesario dotar al sistema de una movilidad extrema y de una gran fiabilidad operacional en una zona de combate en constante evolución. Poco peso, resistencia elevada en todas las circunstancias y gran flexibilidad de manejo son las características exigidas a los equipos. Además el procedimiento mismo de establecimiento de las comunicaciones debe responder a numerosos y nuevos imperativos. RITA, Red Integrada de Transmisión Automática responde a estas exigencias, y el artículo describe sus características y sus posibilidades.

El proyecto se ha realizado bajo la dirección de la Section d'Etudes et Fabrication des Télécommunications (SEFT) por varias empresas francesas de las que el Laboratoire Central de Télécommunications (LCT) y Le Matériel Téléphonique (LMT) se han ocupado de la conmutación telefónica.

Comenzada en 1964, la red experimental llamada de primera generación se ha ensayado con éxito sobre el terreno entre 1968 y 1971. En 1973 se firmó un protocolo de acuerdo entre Francia y Bélgica, que decidieron cooperar en el estudio, realización y experimentación de los equipos de conmutación RITA, hasta la producción en serie por las industrias francesa y belga. LCT ha terminado la realización de la segunda generación del equipo.

El artículo detalla las decisiones técnicas tomadas y los métodos empleados para cumplir los imperativos operacionales de la red de telecomunicaciones de cuerpo de ejército.

ZD 1000-C — Un equipo para la transmisión múltiple por división en tiempo de caracteres telegráficos

Para la transmisión de señales telegráficas con velocidades binarias de hasta 200 baudios, sobre circuitos telefónicos analógicos, se habían usado hasta ahora, para la mejor utilización de estos circuitos, métodos múltiple por división de frecuencia que emplean modulación de amplitud o de desplazamiento de frecuencia.

Con la tecnología avanzada de circuitos digitales integrados, se hace más ventajoso utilizar métodos de multiplexaje por división de tiempo que por división de frecuencia. Puede conseguirse una eficiencia muy buena en la utilización de la anchura de banda del canal telefónico por métodos TDM en la red de telex donde los caracteres telegráficos tienen siempre un formato fijo y la misma velocidad binaria.

El equipo de transmisión telegráfica ZD 1000-C que utiliza métodos de multiplexaje por división de tiempo, es un dispositivo especial para utilización en dichas redes de telex. Permite la transmisión de 56 canales de caracteres telegráficos de 50 baudios en el alfabeto n° 2 del CCITT por un canal de voz. El equipo ZD 1000-C se utiliza en la nueva red pública de datos y telex de la Administración alemana.

Modem 2012 para transmisión de datos

El modem 2012 cumple las Recomendaciones V23, V24, V25 y V28 del CCITT. Trabaja con modulación por desplazamiento de fase y puede transmitir datos en serie hasta 1200 bits/s. Puede equiparse con una unidad de reloj adicional para transmisión síncrona de datos. El modem se construye en dos anchuras: modem 2012 K (245 mm) y modem 2012 G (445 mm). El modem 2012 K es adecuado para conexión a una línea fija de 2 hilos o de 4 hilos, también puede trabajar en una red multipunto. El modem 2012 G es adecuado para conexión simultánea a una línea de la red telefónica pública y a una línea fija de 2 hilos o de 4 hilos; la conmutación se efectúa manualmente. También puede equiparse con un canal auxiliar para la transmisión de datos en serie hasta 75 bits/s, así como con una unidad de respuesta telefónica para llevar a cabo los procedimientos correspondientes a la Recomendación V25.

Cambiando las unidades enchufables del canal de datos, el modem 2012 puede fácilmente transformarse en el modem 2014 (modem 2014 K y 2014 G) que cumple las Recomendaciones V26 y V26 bis con modulación por desplazamiento de 4 fases y puede transmitir datos en serie a una velocidad de 2400 bitios/s.

Nueva generación de equipos de comunicaciones de alta frecuencia

La nueva generación de equipos de HF consta de la serie receptora CR 300, excitador CTD 500, amplificador de potencia lineal SSA 400, control remoto RC 300/500 y equipo auxiliar,

necesarios para constituir una estación de radio completa para comunicaciones de FH. Pueden adaptarse a diferentes utilidades de los usuarios tales como a bordo de barcos de la marina, estaciones fijas y de emergencia.

El resultado se subdivide en cinco partes principales:

- Introducción con base histórica.
- Aplicaciones con una introducción sumaria de los equipos y su uso en diferentes sistemas e instalaciones.
- Descripción técnica de los equipos.
- Tecnología y diseño mecánico que caracteriza a los equipos.
- Conclusiones indicando facilidades en las aplicaciones del sistema.

Propagación en guíaondas de fibra óptica

El corazón de un sistema de comunicaciones por fibra óptica es la fibra misma, la cual debe permitir la transmisión de la señal sin aberración y con baja atenuación, combinada con una gran capacidad de transporte de información.

M. M. RAMSAY

G. A. HOCKHAM

K. C. KAO

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow-Essex, Reino Unido

Introducción

La conducción de la luz por un medio dieléctrico no es una idea nueva; en 1870 Tyndall demostró a la Royal Society que la luz podía ser conducida dentro de un chorro de agua [1] y, menos de 10 años más tarde, Alexander Graham Bell estudió la posibilidad de transmisión de la palabra en un rayo de luz [2]. En 1910 Hondros y Debye [3] informaron la realización de un estudio teórico de guíaondas dieléctricas, cuyos resultados experimentales fueron reportados por Schriever 10 años más tarde [4]. Sin embargo, una pequeña investigación realizada sobre una varilla dieléctrica con un índice de refracción típica del vidrio rodeado por aire, muestra que o bien dará una gran cantidad de modos o bien será excesivamente fina. Como ejemplo, una guía con índice de refracción $n = 1,5$ tendría que tener un diámetro de $0,5 \mu\text{m}$ o menos para transmitir solamente un modo único de luz procedente de un laser de arseniuro de galio (GaAs). Por otra parte, puesto que no toda la energía se transmite por el núcleo, las discontinuidades en el aire que lo rodea serán motivo de pérdidas inaceptables y también el soporte de este tipo de guía será extraordinariamente difícil.

Ambas limitaciones prácticas se superaron con el desarrollo de la guíaonda dieléctrica recubierta. Este invento fue anunciado en 1954 por van Heel, y por Hopkins y Kapany en dos comunicaciones a Nature, cada una describiendo una aplicación diferente [5, 6]. El uso de un recubrimiento de índice de refracción ligeramente menor que el del material del núcleo, no solamente aumenta el diámetro permisible de la guía, sino que además proporciona a la guíaonda una protección real, debido a que el espesor del revestimiento puede ser con facilidad suficiente para asegurar que el campo disminuya hasta un valor totalmente despreciable en la superficie.

Se realizaron posteriormente estudios teóricos y experimentales de esta clase de guíaonda. Las atenuaciones eran generalmente altas y se concentró la atención en la transmisión de una imagen óptica sin aberraciones entre dos puntos, utilizando un paquete coherente de fibras ópticas. En este momento se suscitó el interés de STL en el nuevo medio de transmisión. Cuando dos de nosotros [7] propusimos originalmente que este tipo de guíaonda podría constituir la base de un nuevo medio de transmisión, los valores típicos de atenuaciones eran del orden de 1 dB/m, y se centró la atención en la reducción de la atenuación de la

guíaonda. Hoy, con atenuaciones de aproximadamente 1 dB/km, se están considerando otros aspectos de la propagación en fibras.

Tipos de guíaondas de fibra

Antes de entrar en una discusión sobre los tipos de fibras, se necesitan algunos conocimientos de los procesos de fabricación necesarios para la producción de guíaondas de fibra. Se remite al lector al artículo de introducción en esta serie [8] para una amplia idea general. Es suficiente citar aquí que todos los tipos de fibra descritos a continuación pueden ser producidos por cualquiera de las técnicas de fabricación de fibras que se mencionan en el citado artículo de introducción.

La figura 1 a) muestra una fibra sin cubierta. Aunque como se dijo anteriormente estas fibras son poco prácticas para utilización en sistemas, tienen importancia para pruebas de evaluación de materiales y procesos de estirado de fibras. Se darán más detalles de las medidas sobre longitudes de 20 metros de fibra no protegidas con cubierta en un próximo artículo dedicado a las técnicas de medida [10]. La figura 1 b) muestra una típica fibra multimodo de índice escalonado. Esta comprende un núcleo, de radio a e índice de refracción n_1 , rodeada por una cubierta de índice de refracción menor n_2 , donde.

$$n_2 = n_1 (1 - \Delta) \quad (1)$$

se define en la figura.

La frecuencia normalizada es un parámetro usado para caracterizar los modos conducidos por esa fibra:

$$V = ka (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} = n_1 ka (2\Delta)^{1/2} \quad (2)$$

donde $k = 2\pi/\lambda$

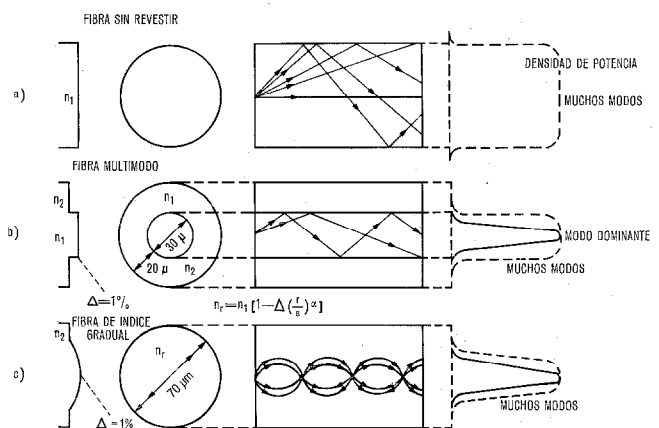


Fig. 1 Características de los tipos principales de fibras.

y λ = longitud de onda en el espacio libre de la luz conducida.

Además, el número de modos se puede calcular de

$$N_{\text{modos}} = \frac{V^2}{2} = (n_1 k a)^2 \Delta.$$

Una típica fibra multimodo tal como la dibujada en la figura 1 b), puede conducir 800 modos. Un análisis de los rayos indica que para una fibra geoméricamente perfecta con $\Delta = 1\%$ el intervalo de tiempo entre el más rápido y el más lento de los modos será de 60 nanosegundos, después de la propagación a través de 1 km de fibra. A pesar de las limitaciones de este análisis simple, que serán discutidas más adelante, indica firmemente una fuerte restricción de la capacidad de transporte de información de esta fibra. Esta dispersión puede ser drásticamente reducida mediante la utilización de una fibra con una geometría tal como la que se muestra en la figura 1 c), donde

$$n = n_1 \left[1 - \Delta \left(\frac{r}{a} \right)^\alpha \right] \text{ para } 0 \leq r \leq a,$$

$$n = n_1 [1 - \Delta], \text{ para } r > a.$$

Si α es igual a 2 la fibra muestra una convergencia focal periódica de la luz emitida por una fuente puntual. Esta construcción fue el objetivo de sus iniciadores, las compañías Nippon Electric y Nippon Sheet Glass [11]. Su más importante propiedad desde el punto de vista del ingeniero de comunicación se basa en su reducida dispersión de modos. Si sólo se consideran los modos axiales entonces la velocidad de grupo de todos los modos será casi idéntica. Sin embargo, aún cuando se consideren también los modos oblicuos, un valor de α próximo a 2 representa una reducción drástica de la dispersión modal. En tal fibra multimodo con el mismo valor de a y Δ que el de la fibra de índice escalonado, solamente se propagan la mitad de los modos.

Si la frecuencia normalizada de una guíaonda de fibra óptica se reduce, bien por reducción del diámetro del núcleo o bien por reducción de las frecuencias de los índices de refracción de núcleo y cubierta, el número de modos propagados se reducirá también. Cuando en longitud $V = 2,405$ se eliminará el último de los modos de orden más alto y solamente se propagará el modo dominante HE_{11} . En la figura 2 a) se representa una geometría conveniente para esta fibra.

Aunque con una diferencia del 1% en el índice de refracción esta fibra muestra una excelente conducción del modo dominante, el diámetro de $3 \mu\text{m}$ del núcleo hace difíciles la emisión, empalme y acoplamiento. La figura 2 b) muestra una fibra con un núcleo mucho mayor y por consiguiente de índice de refracción más pequeño. Esta fibra tendrá unas pérdidas de radiación considerables en las curvas por lo que será difícil de cablear e instalar. Otras geometrías que presentan un mejor compromiso entre el diámetro del núcleo y las pérdidas en curvas se representan en la figura 2 c) y 2 d). Por ejemplo las fibras de índice gradual pueden reducir su frecuencia normalizada hasta que solamente se propague el modo dominante. Particular atención se ha prestado a la gama en W (la "W" proviene del

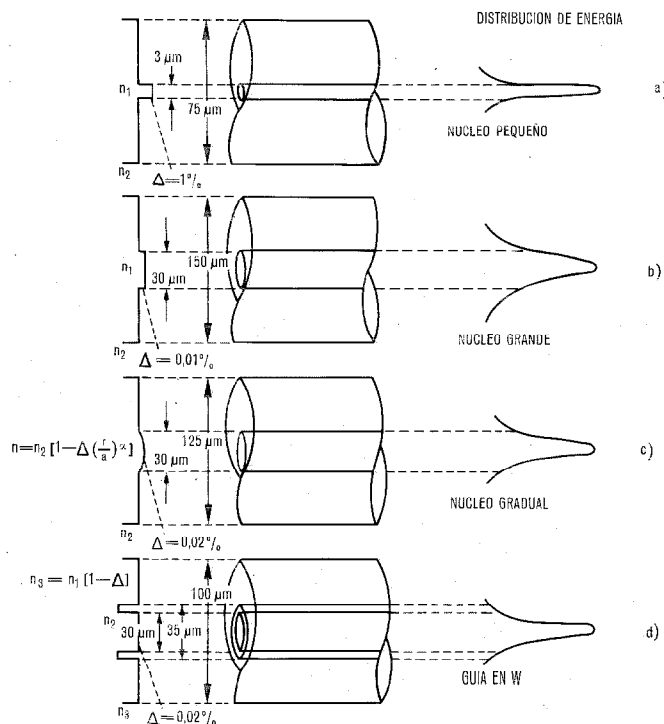


Fig. 2 Guíaonda de fibra monomodo. Dimensiones y distribuciones de energía.

perfil de su índice de refracción) de la figura 2 d), puesto que permite un excelente compromiso entre la buena conducción del modo fundamental y una discriminación contra modos de alto orden.

Considerando solamente su eficacia, una fibra monomodo se puede usar únicamente con una fuente que emita un solo modo transversal — es decir un laser semiconductor monomodo. Este caso presenta la máxima anchura de banda de transmisión posible para sistemas de comunicación por fibra óptica.

Análisis teórico

En el artículo de introducción [8] se consideró el análisis del rayo en fibras multimodo de los tipos descritos en la figura 1. Aunque es suficientemente preciso para muchos casos en que se propaga un gran número de modos, y es susceptible de extenderse a fibras de índice gradual [12], las limitaciones e inexactitudes del modelo de rayos se hacen apreciables a valores más pequeños de la frecuencia normalizada. Por ejemplo este modelo da una dispersión máxima entre modos de

$$\Delta t = \frac{n_1 L}{c} (\sec \theta_c - 1)$$

donde c = velocidad de la luz en el espacio libre,

L = longitud de la guíaonda,

θ_c = ángulo crítico, dependiente de n_1 y n_2 .

La velocidad del modo de menor orden se aproxima a la de una onda plana propagándose en el núcleo; mientras que en el corte un modo se aproxima a la propagación de una onda plana en la cubierta. La fórmula anterior predice la misma diferencia en la velocidad de grupo, cuando el modo se aproxima al corte,

pero con signo opuesto, y por tanto introduce una singularidad en el corte cuando el modo cambia de la constante de propagación más lenta a la más rápida. Esta y otras anomalías se pueden solventar deduciendo la ecuación característica y resolviéndola para sus valores propios. Sin embargo, puesto que se necesita un determinante de 4×4 para una estructura de tres capas con pérdidas en el otro medio, este procedimiento puede ser tedioso y no da mucha información.

Snyder [13] y más recientemente Gloge [14] han introducido aproximaciones sobre las bases de que las diferencias de índices entre regiones son pequeñas y de que la dispersión del material es similar en todas las regiones. Estas simplificaciones conducen a expresiones más manejables que han permitido un conocimiento considerable del comportamiento de guíasondas de fibra, y pueden explicar la singularidad suscitada anteriormente, mostrando que los modos axiales evolucionan rápidamente desde la constante de propagación más lenta a la más rápida cuando se aproximan al corte. Muchos modos no axiales antes del corte verifican esta condición, lo cual es un resultado totalmente imprevisto por el modelo de rayos. El análisis se puede extender de fibras de índice escalonado a fibras de índice gradual con gran variedad de perfiles [15] e incluso a otros tipos de fibras.

A título de ejemplo, versaremos sobre la guía en W. Esta se ha creado para conseguir mayores ventajas con vistas a un funcionamiento monomodo, dando buenas propiedades de conducción a la vez que es menos susceptible a las pérdidas de radiación debidas a las curvas, particularmente las microcurvas introducidas durante el cableado. Su configuración se representa en la figura 2d). La presencia del anillo interior de índice da refracción n_2 , el cual es menor que el del medio infinito exterior (n_3), puede ocasionar modos con velocidades de fase menores que las del medio 3. Por consiguiente todos los modos de esta estructura poseen frecuencias de corte diferentes de cero. Esto se puede explicar físicamente con facilidad haciendo referencia a la figura 3. La solución de la ecuación de ondas en la región 1 es de la forma

$$\begin{Bmatrix} E_z \\ H_z \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} A_p \\ B_p \end{Bmatrix} J_p\left(u_1 \frac{r}{a}\right) e^{j p \theta - j \beta_m z} \quad (3)$$

donde,

$$u_1^2 = k^2 n_1^2 - \beta_m^2 \quad (4)$$

y donde k, β_m están normalizados al radio de la región del núcleo central $r = a$.

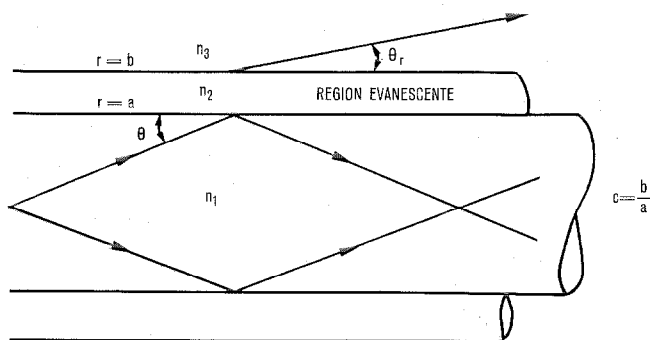


Fig. 3 Geometría de la fibra monomodo de tres capas.

Para el caso de $u_1 r/a \gg 1$, lo cual es válido puesto que r no es demasiado pequeño, el campo obtenido de la ecuación 1, es de la forma de ondas planas, representado por rayos en la figura 3, que se propaga en ángulos $\pm \theta$ para la unión entre las regiones n_1 y n_2 . Puesto que $\theta < \theta_c$, donde θ_c es el ángulo crítico definido por:

$$\cos \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad (5)$$

los rayos se reflejan internamente en su totalidad. Hemos hecho la suposición de que la discontinuidad causada por la presencia de la región 3 no tiene ningún efecto, lo cual es evidentemente incorrecto. Sin embargo, el campo dentro de la región 2, el cual debe existir para mantener la continuidad del campo en el límite $r = a$, es evanescente y de la forma siguiente:

$$\begin{Bmatrix} E_z \\ H_z \end{Bmatrix} = \left[\begin{Bmatrix} E_p \\ G_p \end{Bmatrix} k_n \left(u_2' \frac{r}{a}\right) + \begin{Bmatrix} F_p \\ D_p \end{Bmatrix} I_p \left(u_2' \frac{r}{a}\right) \right] \times e^{\pm j p \theta - j \beta_m z} \quad (6)$$

donde

$$u_2'^2 = \beta_m^2 - k^2 n_2^2 \quad (7)$$

Divagando por un momento y puesto que la región 2 se extiende hasta el infinito, donde los campos deben aproximarse a cero, se llega al caso $F_p = D_p = 0$, y para

$u_2' \frac{r}{a} \gg 1$, la función de Bessel modificada se convierte en exponencialmente asintótica. El segundo término anterior, que contiene F_p y D_p , será diferente de cero debido a la presencia del segundo límite $r = b$ y puede considerársele como un campo reflejado evanescente.

Imponiendo las condiciones de contorno para el modelo de dos capas, (por ejemplo $b \rightarrow \infty$) encontramos que existe un número finito de ángulos $\theta_m < \theta_c$, cada uno correspondiente a un modo particular conducido por la estructura. El número de modos depende del diámetro del núcleo, de la longitud de onda, de n_1 y de n_2 ; pero como el modo dominante HE_{11} tiene frecuencia de corte cero, siempre existirá por lo menos un modo. Sin embargo, volviendo al modelo de tres capas, donde n_2 es menor que n_1 y que n_3 , esto no es cierto.

El campo en la región 3 es

$$\begin{Bmatrix} E_z \\ H_z \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} C_p \\ H_p \end{Bmatrix} K_n \left(c u_3' \frac{r}{b}\right) e^{\pm j p \theta - j \beta_m z} \quad (8)$$

donde $c = \frac{b}{a}$

$$u_3^2 = \beta_m^2 - k^2 n_3^2 \quad (9)$$

En esta región se supone que $\beta_m^2 > k^2 n_3^2$ y el campo presenta una atenuación exponencial para $c u_3' \frac{r}{b} \gg 1$.

En este caso el coeficiente de propagación β_m es puramente real y el modo es una onda superficial pura. La presencia de una región n_2 de baja permitividad hace al coeficiente de propagación β_m extenderse en la región $k n_2 < \beta_m < k n_3$, y se comprueba que, para una frecuencia suficientemente baja, u_3^2 puede ser negativo para todos los modos. Puesto que el campo debe

satisfacer la condición de radiación en el infinito, tomaremos la raíz imaginaria positiva para u_3 ,

$$u_3 = +j \sqrt{k^2 n_3^2 - \beta_m^2} = +j u_3' \quad (10)$$

y el campo de la región 3 presenta una dependencia radial definida por,

$$\begin{Bmatrix} E_z \\ H_z \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} G_p \\ H_p \end{Bmatrix} H_n^{(2)} \left(c u_3 \frac{r}{b} \right) e^{\pm j u_3 \theta - j \beta_m z} \quad (11)$$

En este caso ya no es radialmente evanescente y tiene aproximadamente la forma de una onda plana propagándose con un ángulo Θ_{mr} , respecto al eje de la guíaonda, dado por,

$$\cos \Theta_{mr} = \frac{\beta_m}{k n_3} \quad (12)$$

como se representa en la figura 3.

En esta situación β_m no es ya puramente real, sino complejo, puesto que el modo es de fuga y debe ser de la forma,

$$\beta_m = \beta_{mr} - j \alpha_{mr} \quad (13)$$

Si la anchura de la región 2, $(b-a)$, es suficientemente grande como para que el campo disminuya a un valor bajo en el límite $r=b$, entonces la constante de fase β_{mr} se aproximará a la del correspondiente modelo de dos regiones y α_{mr} será pequeña y se aproximará a cero cuando la anchura se hace teóricamente infinita. No obstante, dado que α_{mr} es diferente de cero el modo se atenuará y a distancias suficientemente grandes de la fuente solamente existirán ondas superficiales puras.

La discusión anterior ha revisado los conceptos para la guía W. La ecuación característica para la región de tres capas fue deducida por Kao y Hockham [13] en 1968 para el caso de un medio exterior con pérdidas y más recientemente, usando las aproximaciones introducidas por Snyder [10] y Gloge [11], por Kawakami y Nishida [14]. Con esta ecuación característica se ha realizado un análisis más riguroso de la guía en W. Algunos de los detalles de mayor interés práctico se examinan a continuación.

Corte del modo

Es conveniente en esta etapa deducir las frecuencias de corte normalizadas de los modos, las cuales se definen aquí como $u_3^2 = 0$ y corresponde a la región de transición que separa los modos de fuga de los modos de onda superficial pura.

Por lo tanto, imponiendo la condición $\beta = k n_3$, y considerando que $u_1 = V_{13}$ y $V_{32} = k \sqrt{n_3^2 - n_2^2}$, la ecuación característica deducida en la referencia [13] se puede simplificar. En una fibra típica $k = \frac{2\pi a}{\lambda_0}$, $2a/\lambda_0$ puede ser mayor que 10 y $(n_3^2 - n_2^2)$ es relativamente grande ($u_2' \gg 1$) se puede hacer uso de los desarrollos asintóticos de las funciones de Bessel modificadas de primero y segundo orden, obteniéndose la ecuación siguiente para los valores V_{13} de corte.

$$\frac{1}{V_{13}^c} \frac{J_p'(V_{13}^c)}{J_p(V_{13}^c)} = \frac{1}{V_{32} \tanh(V_{32} c - 1)} \quad (14)$$

Para obtener las frecuencias de corte normalizadas V_{13}^c para el modelo de dos regiones, hacemos $c = 1$ y obtenemos de la ecuación [14]

$$J_p(V_{13}^c) = 0$$

para $p = 1$: $V_{13}^c = 0; 3,83; \dots$
 y para $p = 0$: $V_{13}^c = 2,405; \dots$

Como se esperaba el modo dominante correspondiente a $p = 1$ tiene una frecuencia de corte cero; mientras que los primeros modos de orden superior correspondientes a los modos TM_{01} , TE_{01} y HE_{21} tienen un valor de corte de $V_{13}^c = 2,405$.

No obstante, cuando $c > 1$ la parte derecha de la ecuación (14) no se hace infinito y se ve que $V_{13}^c > 0$ para todos los modos. La figura 4 muestra la relación entre V_{13}^c y c para dos valores típicos de $V_{23} = 4$ y 8 , en los casos del modo dominante HE_{11} y del primer grupo de modos de orden superior.

Consideremos ahora un ejemplo de una guíaonda de fibra con los parámetros definidos en la figura 4.

El valor de c se elegirá en la práctica principalmente para alcanzar un coeficiente de atenuación suficientemente alto para los modos de fuga, y aunque esto no ha sido presentado en este artículo se da como solución $c = 1,10$, para una distancia $b-a$ de $0,9 \mu m$.

Se obtiene un valor de $u_2' = 4$ y de la figura 4 se determina que V_{13} debe encontrarse dentro del margen

$$1,05 < V_{13} < 2,86$$

con objeto de que todos los modos, con excepción del modo dominante HE_{11} , sean de fugas. Para la fibra considerada

$$V_{13} = \frac{\pi D}{\lambda_0} \sqrt{n_1^2 - n_3^2} = 1,79$$

que está claramente dentro del margen establecido.

Un reciente artículo de Kawakami y Nishida [15] ha estudiado un método de perturbación para llegar a una solución en el cálculo del coeficiente de pérdidas.

Dispersión en guíaondas

La ecuación característica dada por [14] ha sido resuelta para β_m/k como una función de k usando los parámetros anteriores.

Sin embargo, puesto que $n_3 < \beta_m/k < n_1$ la dispersión es muy pequeña, la cual es particularmente venta-

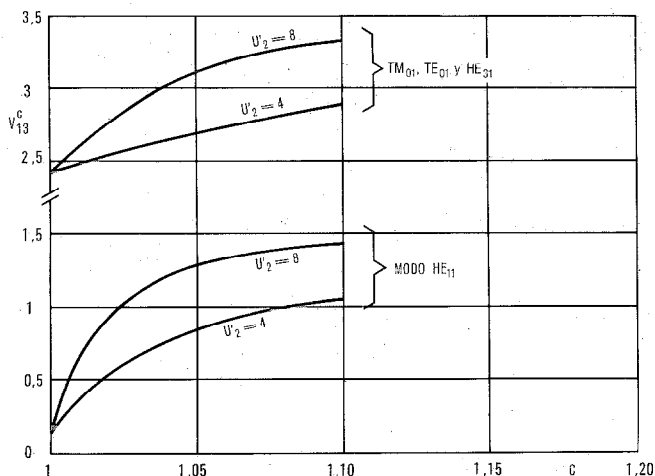


Fig. 4 Frecuencia de corte normalizada V_{13}^c en función de $c = \frac{b}{a}$.

joso en un enlace de comunicación a gran distancia. Con objeto de representar la información en una escala adecuada es conveniente establecer $\bar{\beta}$ definido como

$$\bar{\beta} = \left[\frac{\beta_m/k - n_3}{n_1 - n_3} \right] \quad (15)$$

como una función de k . En este caso $0 < \bar{\beta}_m < 1$ y es directamente proporcional a β_m/k . La figura 5 representa $\bar{\beta}$ en función de V_{13} para los modos de menor orden.

Mecanismos de atenuación

Las pérdidas dependientes del nivel de la señal (pérdidas no lineales) fueron consideradas por Kao y Hockham [7]. Aun en el caso de guíaondas de fibra monomodo de pequeño núcleo, estas se pueden despreciar cuando la luz es emitida por los actuales láseres semiconductoros de inyección. Mas recientemente, las limitaciones impuestas por los efectos no lineales sobre la máxima potencia utilizable en sistemas de fibra óptica han sido revisadas por Smith [16]. La dispersión estimulada de Raman [17] y la dispersión estimulada de Brillouin se han estudiado teórica y experimentalmente [18]. Las conclusiones señalan que cuando las anchuras de línea del laser son comparables con la anchura de línea de Brillouin (< 100 MHz) las potencias de unos pocos milivatios conducirán a efectos no lineales en fibras monomodo de núcleo pequeño. Puesto que cuando se disponga de anchuras de línea espectral estrechas se utilizarán para transmitir banda ancha con gran cantidad de información, y son preferibles las fibras monomodo con núcleo grande por su facilidad de inyección, conexión y empalme, podemos, sin peligro, ignorar tales efectos en estos momentos y concentrarnos en las pérdidas lineales.

Varios mecanismos intervienen en las pérdidas de transmisión en las guíaondas de fibra. Estos son:

- absorción del material
- dispersión del material
- acoplamiento del modo al campo de radiación
- radiación debida a las curvas
- modos de fuga.

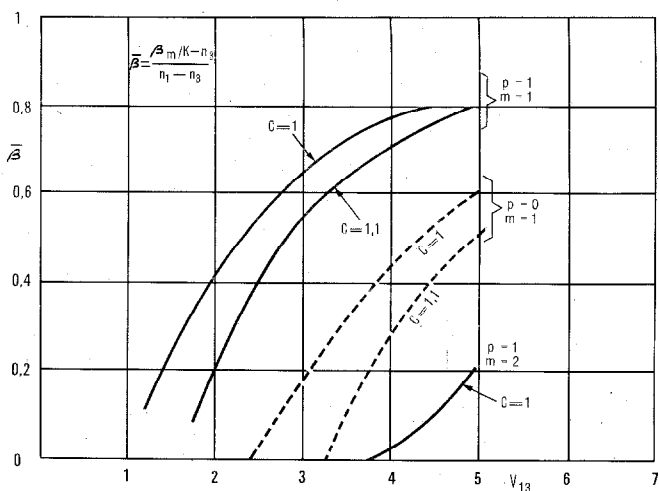


Fig. 5 Coeficiente de propagación modificado $\bar{\beta}$ en función de la frecuencia normalizada V_{13} .

Absorción del material

La absorción del material, posiblemente todavía el más importante mecanismo de pérdidas, se discutió en el artículo de introducción [8] y se verá con más detalle en relación con los procesos de fabricación en un artículo posterior. Brevemente, muchas composiciones de vidrio presentan una absorción despreciable en las regiones de la longitud de onda de interés cuando no contienen ningún elemento extraño. Sin embargo, indicios de metales de transición o de iones hidroxilo tienen un efecto muy fuerte. Tanto el tipo de vidrio como el estado de oxidación de estas impurezas influye en sus efectos. No obstante, se han medido muchas fibras en las que predominan las pérdidas de dispersión, porque hoy se pueden alcanzar grados de pureza muy elevados.

Dispersión del material

Se pueden distinguir varios mecanismos de dispersión lineal en la mayor parte de las guíaondas de fibra. La más importante, la dispersión Rayleigh, siempre está presente. Es debida a faltas de homogeneidad, pequeñas en comparación con la longitud de onda, las cuales se producen en la guía durante la fusión del vidrio y el estirado de la fibra. En general cabría esperar que esta dispersión sea más alta en una fibra que en un vidrio cuidadosamente fabricado. Se comprueba que esto no es así necesariamente. En efecto, alguna de las fibras actuales muestran pérdidas por debajo de las que en principio se predijeron únicamente por la dispersión de Rayleigh [22]. La dispersión de Rayleigh se puede identificar normalmente por su proporcionalidad a $1/\lambda^4$ y por su dependencia angular proporcional a $(1 + \cos^2 \theta)$.

Cuando las faltas de homogeneidad son comparables en tamaño con la longitud de onda, se puede observar la dispersión Mie. Esta es predominantemente una dispersión en el sentido de la propagación y no se puede separar fácilmente de la dispersión del mismo tipo que puede resultar del efecto túnel de los modos de alto orden que se propagan en la fibra bajo las condiciones en que se mide generalmente la dispersión [19]. Por otro lado las grandes imperfecciones muestran una dispersión independiente de la longitud de onda con una dependencia angular totalmente al azar. Por debajo de la dispersión umbral de Raman o Brillouin los efectos sobre la transmisión son muy pequeños.

Algunos mecanismos de absorción, por ejemplo el valor máximo debido al estirado de la fibra detectado por Kaiser [20] o la absorción debida a la configuración de la fibra de la figura 6, están acompañadas por una dispersión de resonancia que se distingue fácilmente por su relación con la longitud de onda en el mecanismo de absorción asociado.

Dispersión de acoplamiento del modo

Las variaciones en el diámetro del núcleo o las diferencias del índice de refracción núcleo/cubierta a lo largo de la longitud de una guíaonda de fibra pueden influir en la transferencia de potencia de un modo a

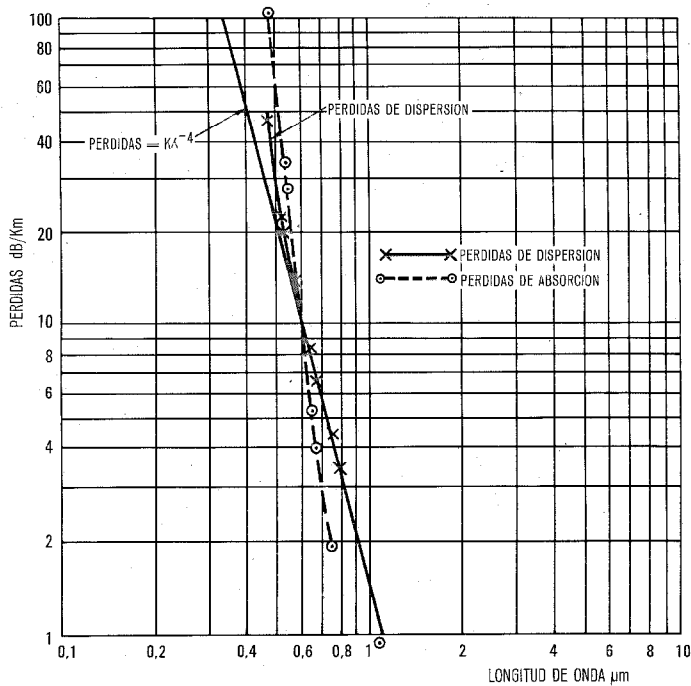


Fig. 6 Pérdidas en guías de onda de fibra.

otro y de aquí al campo de radiación. Marcuse estudió estos efectos en guías de onda rectangulares y en fibras redondas [21]. En cualquiera de los dos modos con constantes de propagación β_x y β_y habrá un parámetro de acoplamiento $\Theta_{xy} = (\beta_x - \beta_y)$ que será particularmente eficaz en acoplamientos por inducción. Para una fibra de índice escalonado se produce un incremento constante de la diferencia entre constantes de propagación de los modos más próximos desde los modos de orden más bajo al campo de radiación. Un espectro de imperfecciones mecánicas $C(z) = \sum A_n \sin \Theta_n z$ puede acoplar modos con mucha eficacia. Afortunadamente, parece que los procesos empleados en la fabricación de fibras y las propiedades mecánicas del vidrio aseguran que las longitudes de correlación más críticas no se producen, y el acoplamiento de modos generalmente conduce a una distribución de equilibrio de potencia entre modos en longitudes de cientos de metros mejor que de centímetros.

Para el caso especial de fibras de índice parabólico, Ikeda ha demostrado [22] que las diferencias entre constantes de propagación de los modos más próximos son idénticas. No obstante, si esta frecuencia particular se puede extraer del espectro mecánico, se podría obtener una guía sin acoplamiento de modos. Los resultados prácticos que confirman esto han sido demostrados para fibras de índice casi parabólico [23], por Byron y Chown para otras fibras de índice gradual, y por Midwinter y sus colaboradores para fibras que son casi de índice escalonado [24].

Radiación debida a las curvas

Todas las guías dieléctricas radiarán salvo las guías que son completamente rectas. La consideración teórica fue hecha en principio por Marcatili [25] y con-

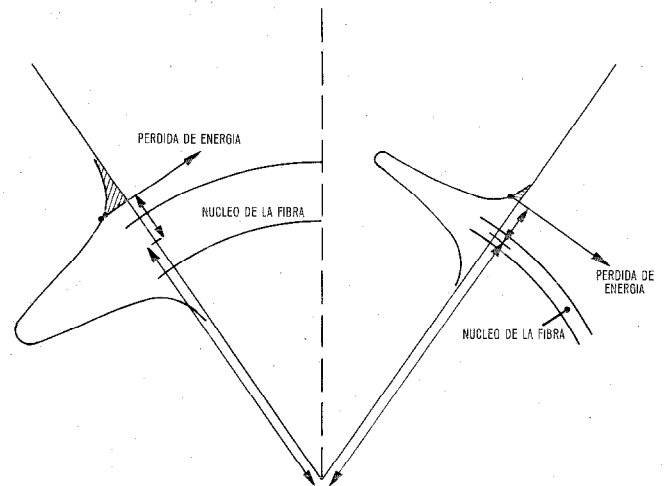


Fig. 7 Pérdida de energía en las curvas de la fibra.

firmada rápidamente cuando se construyeron las primeras fibras de baja pérdida. La figura 7 demuestra que esta pérdida se produce. La ilustración muestra el efecto de una curva sobre el modo dominante en una fibra de bajo "valor de V" para dos diámetros de núcleos diferentes, o el equivalente, dos radios de curvatura. Puesto que la curva es gradual, su influencia sobre el campo transversal será despreciable. Ahora, el campo en la cubierta se extiende hasta el infinito, de forma que cualquier desplazamiento x_r del radio de curvatura R implica una propagación de energía a velocidad mayor que la de la luz y la transmisión guiada cesa. El coeficiente de atenuación de la radiación tiene la forma

$$\alpha_r = c_1 \exp(-c_2 R).$$

La dependencia exponencial de α_r con R , la cual se origina por la reducción muy abrupta del campo al penetrar en la cubierta, significa que en un radio crítico (dependiente del diseño de la guía) una reducción de R por un factor de dos puede cambiar las pérdidas de un valor prácticamente despreciable a otro valor totalmente prohibitivo.

Modos de fuga

Snyder centró su atención en un tipo de modos que no son completamente conducidos, sino que se pierden lentamente [26]. Estos modos son de dos clases, y ambas pueden ser representadas por rayos muy oblicuos. Una de ellas, debido a la oblicuidad de la propagación de los rayos, supera el ángulo crítico pero solamente en el plano meridiano o circunferencial. De aquí resulta una radiación parcialmente atrapada y un modo de fuga lenta. En la otra clase, aunque el ángulo crítico no es excedido en ningún plano, aparece radiación por efecto túnel a través de una region frontera en la cubierta y se propaga al otro lado de esta frontera. El mecanismo es exactamente igual al de la radiación debida a la curvatura y se puede comprender mediante la figura 8. Aquí consideramos una sección de la guía de onda de fibra. Los rayos oblicuos tienen una componente circular con un campo que se extiende

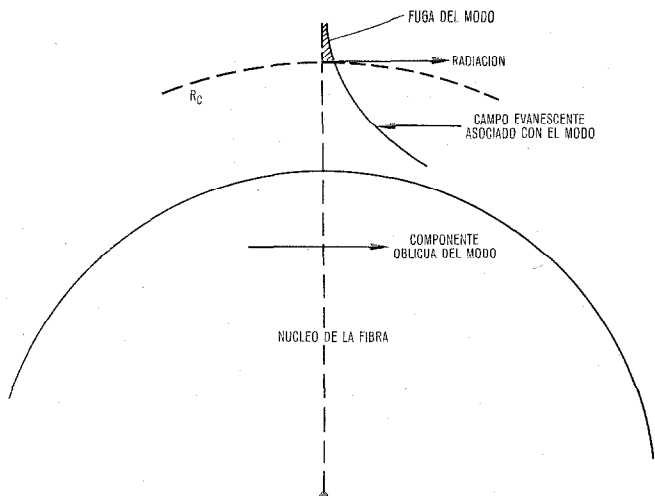


Fig. 8 Fuga de un modo oblicuo.

hasta el infinito. Para los modos de fuga esta extensión del campo implica que a radios mayores del de propagación de la energía, debería de existir una velocidad de propagación superior a la de la luz, lo que se interpreta como aparición de radiación causada por la curvatura a partir de este radio crítico, que define la región frontera. Para fibras con frecuencia normalizada pequeña los modos de fuga radian rápidamente y se pueden observar solamente mucho más cerca de la fuente que de la región en la que normalmente se efectúan las medidas. Para valores muy altos de la frecuencia normalizada, hasta el 50% de los modos de propagación se pueden fugar y puede radiar a una distancia de un kilómetro o más. Para valores normales de frecuencia normalizada, digamos para $V = 100$, los modos de fuga solamente alcanzan un pequeño tanto por ciento de los que se propagan.

Consideraciones sobre el sistema y conclusiones

Una discusión completa sobre cómo los mecanismos de dispersión y atenuación que se han descrito anteriormente limitarán la realización del sistema, se dejará para artículos posteriores en esta serie. Sin embargo, se

pueden hacer ciertas generalizaciones para llegar a una conclusión en este artículo. Ya se han hecho generalizaciones similares por Uchida [31]. Presentamos aquí los resultados en forma tal que indiquen las condiciones límite aproximadas dentro de las que estamos trabajando y pondremos mayor énfasis en aquellas regiones donde la dispersión o la atenuación limiten las características del sistema. Para aplicaciones en comunicaciones de banda ancha la naturaleza cuántica de la luz favorece por sí misma los sistemas de transmisión digital. Podemos, por lo tanto, ceñir nuestra atención a las transmisiones de datos PCM (MIC), tal como se muestra en la figura 9, sin pérdidas demasiado grandes en general.

Sobre la base de las consideraciones fundamentales y las relaciones señal-ruido calculables para ritmos de bits más bajos como se muestra en la figura 9, se pueden establecer las curvas de espaciamento de repetidores en función de la velocidad de bits de información para diferentes atenuaciones del recorrido de transmisión. Ver figura 10. Puesto que, en el formato utilizado, todas estas curvas tienen la misma forma, es muy fácil la interpolación o extrapolación para otras atenuaciones. La dispersión de modos se establece en los casos "con" y "sin" combinación de modos. Nuevamente las líneas establecidas se pueden desplazar, con la misma pendiente, que corresponda a cualquier otra dispersión de modo. De forma similar la dispersión del material en el caso del silicio se establece para un laser multimodo y para un laser monomodo. Es muy fácil la trasposición a otras anchuras de línea. Finalmente, avanzaremos en la etapa en que la anchura de banda de la información dominará sobre la anchura de línea de la fuente; condición que es normal para la mayor parte de los ingenieros de comunicaciones, pero que está todavía lejos en el futuro de los sistemas de guíaondas por fibra óptica. La dispersión de material en la sílice se encuentra en esta situación. Fuera de esta línea, la explotación dependerá del uso de ingeniosas técnicas ópticas para realizar la equalización, puesto que las técnicas electrónicas implican una penalidad en la relación señal-ruido en la que los sistemas ópticos poco pueden ofrecer. Sin duda las técnicas que se han sugerido ya, o las técnicas de óptica integrada que están siendo exploradas actualmente, encontrarán este desafío. Probablemente, esto se alcanzará mucho antes de que se haya conseguido un mercado potencial, pues tan formidable reto siempre evoca una correspondiente respuesta.

Agradecimiento

Los autores quieren dar las gracias a sus muchos colegas dentro de la Compañía, al British Post Office, al Gobierno y a las Universidades, que con su trabajo han contribuido a este artículo. Particular agradecimiento para las útiles discusiones con el Profesor P. J. B. Clarricoats, Dr. J. E. Midwinter y el Sr. D. Williams; asimismo al Sr. C. P. Sandbank de STL cuyos comentarios han ayudado a dar la forma definitiva a este artículo.

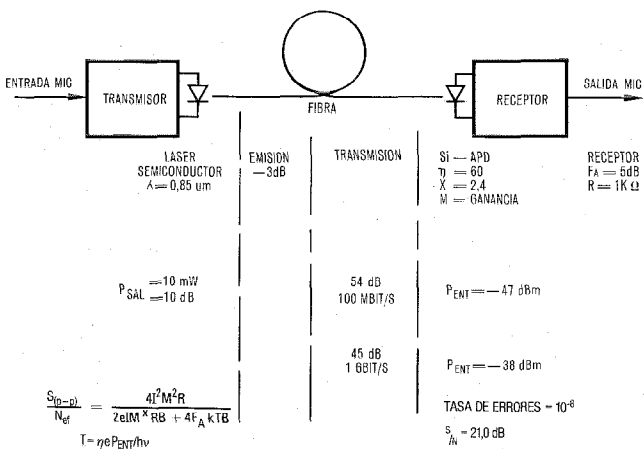
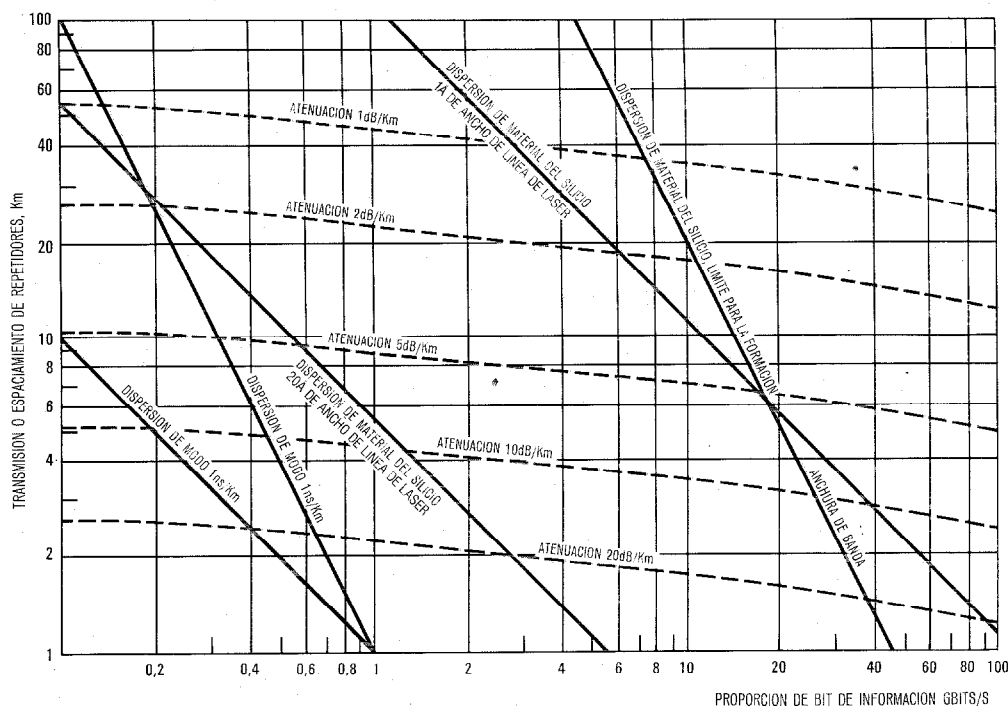


Fig. 9 Transmisión MIC (PCM) en fibra óptica.

Fig. 10 Espaciamiento de repetidores en función del ritmo de bit de información y de la atenuación del recorrido de transmisión.



Referencias

- [1] J. Tyndall: Proc. Royal Inst., 6 (1870), 189—199.
- [2] A. G. Bell: The Electrician, 5, 214 (1880).
- [3] D. Hondros y P. Debye: Ann. Physik, 32, 465 (1910), 465—476.
- [4] O. Schreiver: Ann. Physik, 63, 645 (1920).
- [5] A. C. S. van Heel: Comunicación a "Nature", 173, 39 (enero 1954).
- [6] H. H. Hopkins y N. S. Kapany: Comunicación a "Nature", 173, 39 (enero 1954).
- [7] K. C. Kao y G. A. Hockham: Proc. IEEE, 133 (1966), 1151-8.
- [8] C. P. Sandbank: Comunicaciones por fibra óptica; Comunicaciones Eléctricas, volumen 50 (1975) n° 1, págs. 20—27.
- [9] T. Uchida, M. Furukawa, I. Kitano, K. Koizumi y H. Matsumura; IEEE J. Quant. Elect. QE. 5 (1969), 331.
- [10] A. W. Snyder: IEEE Trans. Microwave Theory Techniques, MTT-17 (1969), 1130.
- [11] D. Gloge: Applied Optics 10 (1971), 2252-8.
- [12] D. Gloge y E. A. J. Marcatili: BSTJ 52 (1973), 1563-78.
- [13] K. C. Kao y G. A. Hockham: Alta Frecuencia (Special) 38 (1969), 381-4.
- [14] S. Kawakami y S. Nishida: IEEE Jour. of Quantum Electronics, QE-10 (1974).
- [15] S. Kawakami y S. Nishida: Optical Fibre Transmission Meeting, Williamsburg, enero 1975.
- [16] R. G. Smith: App. Optics, 11 (1972), 2489-94.
- [17] R. H. Stolen, E. P. Ippen y A. R. Tynes: App. Phys. Comunicación, 20 (1972), 62—64.
- [18] E. P. Ippen y R. H. Stolen: App. Phys. Comunicación, 21 (1972), 539—541.
- [19] W. G. French, J. B. MacChesney, P. B. O'Connor y G. W. Tasker: BSTJ Informe, 53 (1974), 951—954.
- [20] P. Kaiser: JOSA 61 (1974), 475—481.
- [21] D. Marcuse: Bell System Tech. Jour. 48 (1969), 3187—3215 y 3233-42.
- [22] M. Ikeda: Trans. IEEE QE-10 (1974), 362—371.
- [23] T. Sumimoto y otros: Convención Nacional de IECEJ, julio 1974.
- [24] L. A. Jackson, J. E. Midwinter, M. H. Reeve, B. P. Nelson y J. R. Stern: Optical Fibre Transmission, Williamsburg, enero 1975.
- [25] E. A. J. Marcatili: Bell Syst. Tech. Jour. 48 (1969), 2161—2187.
- [26] A. W. Snyder: App. Phys. 4 (1974), 273—298.
- [27] T. Uchida: Conference Internationale de Photonique, Cadarache, junio 1974.

Murray M. Ramsay nació en Sudáfrica en 1928. En el National Service obtuvo el grado de B.Sc. por el University College, en Londres en 1952. Ingresó en Standard Telecommunication Laboratories en 1952, más tarde entró en un grupo de trabajo sobre sistemas de comunicación óptica bajo las órdenes del fallecido Sr. A. H. Reeves. Actuó como consultor para EORD Roanoke. Cuando se empezó en 1973 el trabajo sobre sistemas de comunicación por fibra óptica, volvió a su puesto en STL como Ingeniero Senior Principal de Investigación para los proyectos de comunicación por fibra óptica.

George A. Hockham nació en Surrey, Inglaterra, en 1938, recibió los grados de B.Sc. (Ingeniero) y Ph.D. (Doctor) en 1961 y 1969 respectivamente por la Universidad de Londres. Ingresó en STL en 1961 y desde entonces se ha preocupado de trabajos sobre microondas y propagación óptica; desde 1961 a 1963 en la característica de guíaonda helicoidal activada para comunicaciones a grandes distancias; de 1963 a 1967 en problemas fundamentales de los sistemas de comunicación por fibra óptica; de 1967 a 1974 dirigiendo un equipo de estudio de nuevos tipos de antenas para microondas principalmente para seguimiento electrónico. Es en la actualidad Investigador Senior (Senior Research Fellow) del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del Queen Mary College de Londres, trabajando en el campo de antenas de microondas de gran capacidad. También es consultor de STL en el campo de propagación óptica y de microondas.

Charles Kao nació en China en 1933 y obtuvo los grados de B.Sc. y Ph.D. por la Universidad de Londres. Ingresó en STL en 1957. Es uno de los pioneros de las comunicaciones por fibra óptica. El Dr. Kao ha dirigido en STL un equipo encargado de la investigación de sistemas de fibra óptica. Más recientemente, mientras estaba en situación de excedencia en STL, ha sido Colaborador (Reader) y luego Catedrático (Professor) de Ingeniería Eléctrica en la Universidad china de Hong-Kong. Actualmente es Consultor de EORD Roanoke.

El Dr. Kao es miembro del Instituto de Ingenieros Eléctricos y es Investigador Senior Honorario (Honorary Senior Research Fellow) del Queen Mary College de la Universidad de Londres.

Siete años de experiencia en sistemas METACONTA de conmutación

Las centrales marca METACONTA* hasta ahora instaladas en ocho países diferentes cursan un tráfico equivalente a un cuarto de millón de líneas. Se caracterizan por una pequeña mano de obra de instalación y una baja proporción de llamadas falladas. Esta última característica se obtiene por la alta fiabilidad que resulta de la muy elevada organización lógica, la cuidadosa construcción y la facilidad de mantenimiento y reparación. La capacidad de proceso permite la aplicación a centrales de gran tamaño.

J. A. BROUX

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

Introducción

Siete años han transcurrido desde la puesta en servicio de la primera central de conmutación controlada por programa almacenado, de tipo METACONTA*, en Wilrijk, suburbio de Amberes, en Bélgica (fecha de entrada en servicio: 25 de septiembre de 1967).

El sistema de conmutación METACONTA de ITT incluye no sólo versiones de programa almacenado sino también de control por programa cableado, respectivamente denominado CPA y CPC. Este artículo se centra especialmente sobre el tipo de control por programa almacenado.

Actualmente, el sistema METACONTA de ITT se ha convertido en un sistema de comunicaciones completo, que comprende centrales de conmutación telefónica o télex de tipo local, de tránsito e internacional, con capacidades medianas, grandes y muy grandes.

La introducción de los principios del CPA llevó consigo problemas específicos, tanto desde el punto de vista de la Administración como del fabricante. Las Administraciones han tenido que enfrentarse con la estrategia de realización, y la cooperación con las redes de conmutación ya en funcionamiento, así como con la introducción de nuevos conceptos en el mantenimiento y operación y la organización de reparaciones y de repuestos. Asimismo se han visto obligadas a entrenar convenientemente a su personal administrativo y de mantenimiento, e incluso, para aprovechar plenamente las ventajas del CPA, han tenido que reconsiderar los métodos de tasación y la administración general de la red. Por otra parte, la introducción de nuevos servicios de abonado rentables debía someterse a una cuidadosa planificación.

Por la misma naturaleza de la conmutación electrónica, las empresas de ITT tienen que afrontar problemas relacionados con la continuidad a largo plazo del producto. Para la producción en gran escala de equipos electrónicos hubo que considerar nuevos métodos de producción y de prueba. Finalmente, ha sido necesario crear conocimientos y métodos prácticos adecuados a la instalación y a las pruebas de instalación.

Tras de siete años de experiencia en diferentes países, parece conveniente hacer revisión de los logros hasta ahora conseguidos y de la experiencia obtenida

en ITT con las centrales METACONTA de programa almacenado.

Configuración del sistema

Organización general

La organización general del sistema de conmutación METACONTA se expone en la figura 1.

El sistema comprende tres grandes partes funcionales:

- La red de conmutación con sus circuitos terminales de red (CTR), que incluyen circuitos de línea de abonado y de enlace, alimentadores, emisores y receptores. Los CTRs son circuitos totalmente pasivos, viniendo determinada la secuencia entre sus diferentes estados funcionales por los ordenadores de la unidad central de control. A requerimiento del cliente, la red de conmutación puede estar dotada de retención mecánica o magnética en sus pun-

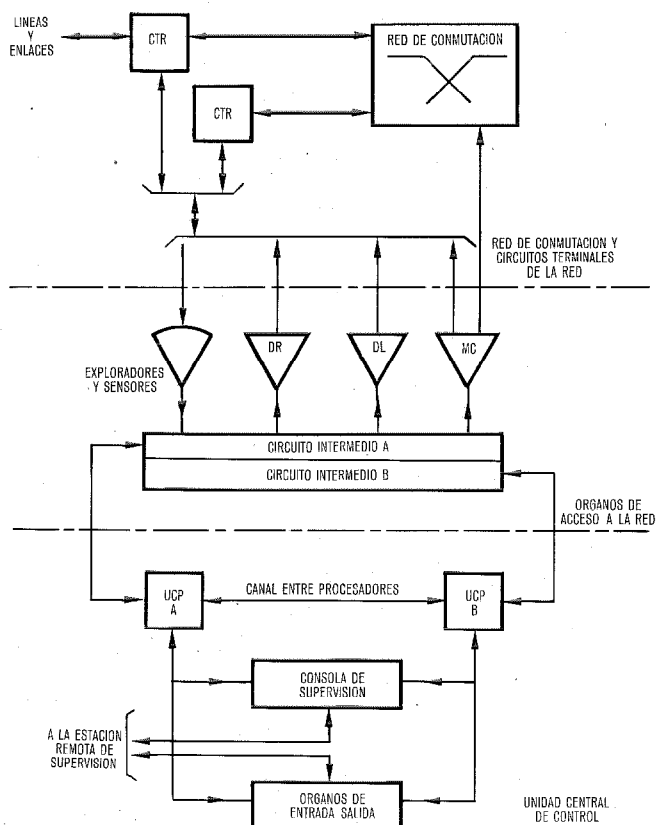


Fig. 1 Estructura del sistema de conmutación METACONTA.

* Marca registrada del sistema ITT

Tabla de abreviaturas

AC	- adaptador central
ADM	- acceso directo a memoria
APO	- administración australiana (Australian Post Office)
ATMR	- sistema automático de medición y registro de transmisión
BHCA	- intentos de llamada en la hora cargada
CCR	- sistema centralizado de registro de tasación
CI	- circuito integrado
CM	- cinta magnética
CO	- controlador órgano
CPA	- control por programa almacenado
CPC	- control por programa cableado
CTR	- circuitos terminales de red
DE	- distribuidor lento
DR	- distribuidor rápido
MC	- marcador de conversación
MF	- señalización multifrecuencia
OAR	- órganos de acceso a la red
PABX	- centralitas privadas automáticas con acceso a red
PAM	- posiciones de asistencia manual
POS	- posiciones de observación del servicio
SXS	- paso a paso
UCC	- unidad central de control
UCP	- unidad central de proceso

tos de cruce, o bien de retención por corriente eléctrica.

- Los órganos de acceso a la red (OAR), que comprenden los sensores síncronos (exploradores) y asíncronos, distribuidores rápidos, distribuidores lentos y marcadores, entre los que son posibles diferentes combinaciones. Los OAR incorporan una lógica simple, siendo básicamente decodificadores de direcciones y órdenes combinados con secuenciales de tiempo. En consecuencia, los OAR son sencillos, compactos y fiables.
- La unidad central de control (UCC), que consiste en un juego duplicado de unidades centrales de ordenador (ITT 1600 ó ITT 3200) junto con una consola de supervisión centralizada y órganos de entrada/salida.

Reparto de carga

El principio de reparto de carga de llamadas se emplea en todas las instalaciones CPA METACONTA de ITT. En el caso de ordenadores ITT 1600 dicho reparto de carga se consigue mediante una sencilla disposición basada en la exploración alternativa de las líneas (Fig. 2).

Las principales ventajas del reparto de carga son:

- elevada capacidad de sobrecarga (superior al 60 %);
- protección del sistema contra fallos de programación, ya que muy difícilmente podrán éstos ocurrir en ambas unidades de procesamiento;
- utilización fácil de uno de los ordenadores en modo de reserva para probar extensiones.

Sistemas de administración y explotación de la red

Fuera del terreno de la conmutación, ITT se ha dedicado intensamente al desarrollo de sistemas de servicio de telecomunicación. Entre otras Compañías, Bell

Telephone Manufacturing Company ha desarrollado un sistema de medición y registro automático de transmisión (ATMR) que se aplica en la red belga para automatizar las mediciones de rutina y la supervisión de las vías de transmisión. Dicho sistema se basa en el ordenador ITT 1600 [1].

Otra aplicación importante es un sistema centralizado de registro de tasación (CCR), denominado usualmente CAMA en Norteamérica, que ha sido también desarrollado por Bell Telephone Manufacturing Company y que está en servicio en Bruselas (Bélgica). Como se aprecia en la figura 3, el sistema está construido sobre un juego duplicado de ordenadores ITT 3200 con dos tipos de entradas; uno de ellos son enlaces duplicados basados en señalización MF obligada, para conectar con los sistemas Rotary (7A, 7D, 7E), y el otro tipo de entradas consiste en canales de datos a 2400 baudios que utilizan señalización CCITT n° 6

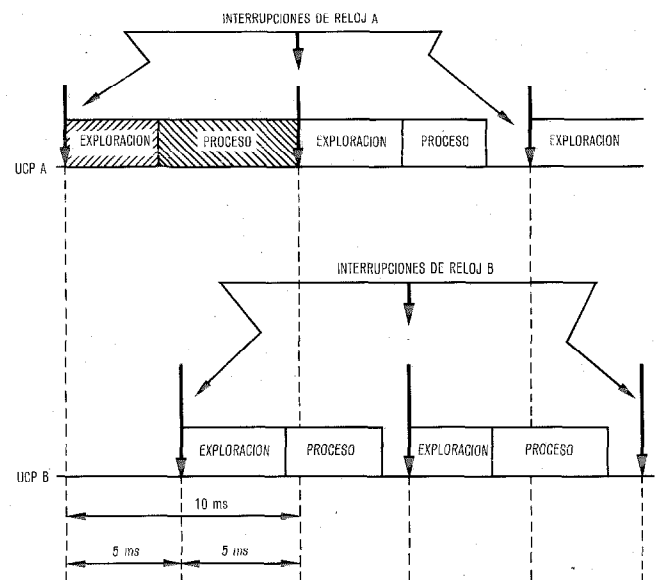


Fig. 2 Reparto de carga en unidades de control ITT 1600.

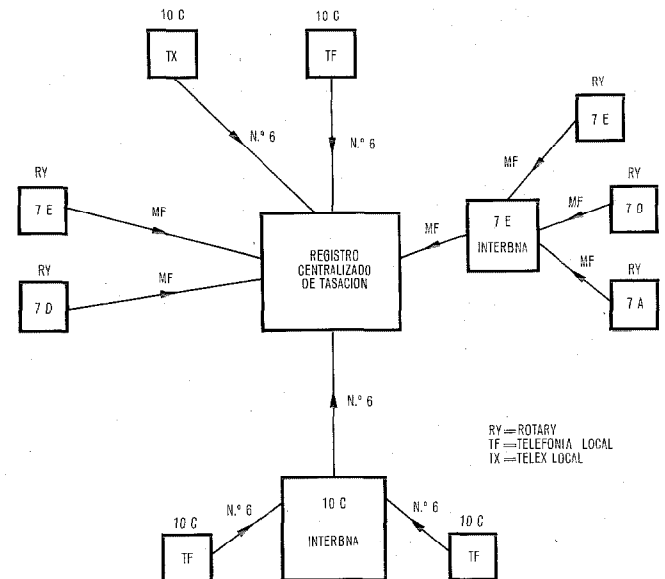


Fig. 3 Centro de registro de tasación con canal de datos.

Experiencia en METACONTA

para la conexión con centrales METACONTA de conmutación telefónica y telex. El órgano de almacenamiento en sí es un sistema duplicado de tambor con posibilidad de lectura en cinta magnética para su procesamiento ulterior en un centro de facturación.

La figura 4 expone en detalle la interconexión entre el CCR y las centrales METACONTA. En Bélgica se aplica el cómputo por impulsos periódicos, teniendo cada abonado tres contadores: uno para llamadas urbanas, otro para llamadas interurbanas y otro para servicios especiales. Las llamadas internacionales se tarifican individualmente, registrándose la identidad del llamante y el llamado junto con el número de unidades de cómputo. Un solo CCR puede servir hasta a 600 000 abonados.

Realizaciones destacadas

Hasta el momento hay centrales METACONTA del tipo CPA funcionando en 8 países diferentes: Australia, Bélgica, Francia, México, Marruecos, Países Bajos, Estados Unidos y Yugoslavia. En la tabla 1 se recogen detalles sobre los emplazamientos, tipo de central y número de líneas.

Además de las centrales públicas antes mencionadas existen 10 centrales privadas del tipo METACONTA en Francia, que dan servicio a un total aproximado de 20 000 líneas. La red METACONTA en Bélgica está completada por un centro de tasación y registro (véase apartado anterior).

Desde el punto de vista de la producción, e incluso en cierto modo desde el de ingeniería e instalaciones, es útil adoptar como referencia una línea de abonado con un tráfico en ambos sentidos de 0,1 E de tal manera que las centrales interurbanas y de telex puedan expresar su capacidad en términos de "líneas equivalentes". La experiencia demuestra que un enlace entrante o saliente, expresado en volumen de equipo, equivale a 3,5 ó 4 líneas de referencia y que un enlace telex de tránsito equivale a unas 5 líneas de referencia.

Teniendo en cuenta lo que antecede, la capacidad instalada de centrales METACONTA en el mundo alcanza hoy alrededor de un cuarto de millón de líneas equivalentes. La mayor ejecución hasta ahora ha sido la central internacional de Sidney (Pitt Street), equi-

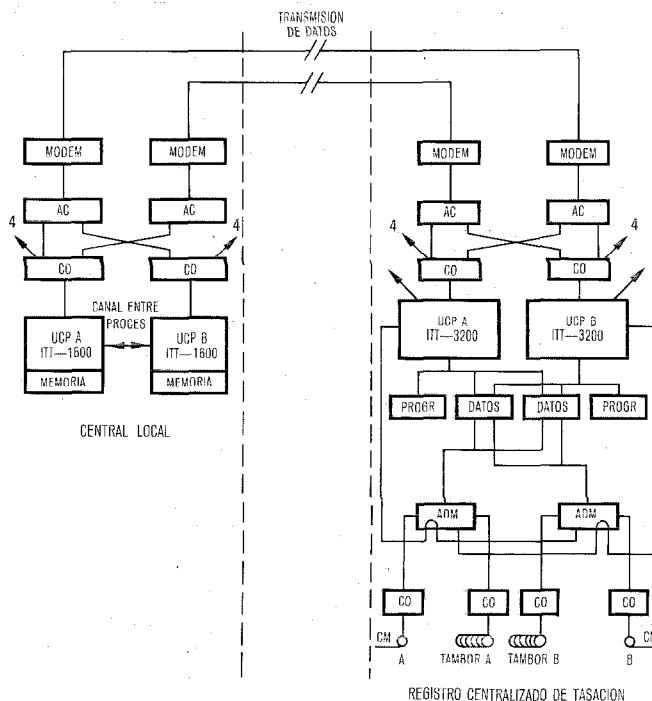


Fig. 4 Conexión de una central METACONTA local al CCR.

valente a una central urbana de 50 000 líneas y concebida para una capacidad final de 64 000 enlaces, a base de control por multiproceso.

Además de las centrales ya en funcionamiento, en muchos lugares de diferentes países se están instalando otras, y en algunos casos se han entregado los equipos al cliente para su puesta en servicio. Las aplicaciones incluyen, entre otras, centrales urbanas de gran capacidad, centrales combinadas local-tránsito y centrales internacionales. Es también una actividad importante la instalación de posiciones de asistencia manual (PAM) y de observación del servicio (POS) para manejo del tráfico por medio de operadoras. Las posiciones de observación de la central internacional de Pitt operan desde un emplazamiento remoto.

Las PAM en Australia utilizarán pantallas de visualización y serán completadas por posiciones monitoras y supervisoras.

Tabla 1 - Sistema METACONTA de CPA: Centrales en servicio (capacidades instaladas)

País	Lugar	Tipo	Líneas/enlaces	Inauguración
Australia	Sidney	Central interurbana	12 000 enlaces	Septiembre 1974
Bélgica	16 centrales	Central local	110 000 líneas	Marzo 1972 (ensayo: Sept. 1967)
Francia	Wavre	Central interurbana	1 350 enlaces	Noviembre 1973
Países Bajos	Roissy	Central Centrex	6 000 líneas	Diciembre 1972
	La Haya	Central telex de tránsito	2 000 enlaces	Mayo 1973
	Bussum		2 000 enlaces	Marzo 1974
México	Guadalajara	Central local	20 000 líneas	
Marruecos	Rabat	Central local	3 000 líneas	Febrero 1972
Estados Unidos	Las Vegas	Central local	9 500 líneas	Septiembre 1974
Yugoslavia	Moste	Central local	4 000 líneas	Mayo 1974

Ingeniería y producción del sistema METACONTA

Ingeniería

Después de ser diseñado el sistema, las actividades de ingeniería se dividen en dos grupos: ingeniería de adaptación al país e ingeniería de aplicación al cliente.

Ingeniería de adaptación al país

Se entiende por tal la adaptación del sistema a requerimientos particulares de un determinado país, principalmente en relación con la señalización entre centrales, tarificación y pruebas de rutina. Con objeto de evitar importantes dificultades en la instalación de una primera central, se utiliza generalmente una "prueba de sistema", en la cual se emplea equipo de la producción normal para realizar una prueba funcional completa del sistema en la fábrica. Como ejemplo, se ha montado una central completa de 4000 líneas según las especificaciones de Hong-Kong para una prueba del sistema en la fábrica. Además, y con objeto de simular el entorno de la red de Hong-Kong, se ha conectado una maqueta de central SXS que contiene todos los tipos de enlaces con los que tendrá que trabajar la central METACONTA de Hong-Kong.

ITT atiende especialmente a facilitar la introducción de centrales electrónicas en las redes existentes. Estas centrales están diseñadas para su adecuación a las condiciones actuales de señalización y pruebas y no requieren adaptaciones en las centrales de conmutación ya en servicio. Por su propia naturaleza el sistema CPA favorece esta política y para poder alcanzar tal objetivo los circuitos de enlace se simplifican notablemente, lo cual implica que básicamente estén desposeídos de funciones lógicas y que, por lo tanto, puedan diseñarse placas de enlace en circuito impreso con la propiedad de ser intercambiables en bastidores de enlaces de tipo universal previamente alambrados. Esta característica es altamente apreciada por las administraciones, con vistas al reparto de carga entre enlaces y a las conversiones de tipos de señalización interurbana.

Ingeniería de aplicación al cliente

Se designa en estos términos la verdadera ingeniería aplicada, independientemente de los aspectos generales del sistema, a la acomodación de la central a un edificio determinado y a un cierto entorno de abonados.

Producción

La producción se divide en dos actividades principales: la producción de piezas, que incluye componentes y placas de circuito impreso, y el montaje.

Un componente clave es el punto de cruce a relé "reed", que se fabrica en ITT según exigentes patrones de calidad, mediante máquinas automáticas que prueban su propia producción y rechazan los "reeds" que sobrepasan los límites especificados.

El montaje de las placas de circuito impreso está automatizado por medio de máquinas controladas por computador para inserción automática de componen-

tes, y máquinas secuenciales que preparan los juegos de componentes. Una vez montadas las placas, se sueldan por ola y se prueban con equipos universales muy perfeccionados, capaces de probar cualquier tipo de placa en un tiempo muy corto.

Para la integración de un bastidor se reúnen unidades modulares previamente montadas. El alambrado de bastidores se prueba por medios automáticos, controlados por computador. La prueba completa de alambrado se realiza en unos dos minutos.

Los órganos de control común, como los procesadores y los órganos de acceso a la red, se prueban funcionalmente antes de su envío a la instalación.

Instalación

La instalación se realiza de acuerdo con los principios siguientes:

- El equipo se envía completamente probado a la instalación. El equipo de control común, como ejemplo los procesadores, se prueba funcionalmente en la fábrica y por consiguiente será operacional en la instalación si no han ocurrido daños en el transporte.
- La cinta del sistema, que contiene los programas operacionales, se prueba también totalmente en fábrica.
- El procesador es el medio de prueba esencial. ITT ha desarrollado un conjunto de programas de prueba de instalación, de tal manera que el equipo puede probarse sistemáticamente, interviniendo en las pruebas cada elemento de la central una vez por lo menos.
- Antes de aplicar los programas de prueba referidos, los instaladores se aseguran por medios convencionales de que no hay grandes fallos en el cableado y alambrado.
- Se prueba totalmente el hardware antes de iniciar las pruebas del software. La experiencia ha demostrado que cuando ocurren fallos de hardware y software a un tiempo la localización del fallo se hace muy engorrosa.

Evidentemente la instalación puede progresar con mayor rapidez mediante un trabajo en turnos. Otra posibilidad de reducir tiempo apreciablemente consiste en llevar más procesadores a la instalación para que trabajen en paralelo.

La prueba de concentración, llamada a veces prueba de carga, se realiza corrientemente por medio de cajas de prueba concentradoras, que permiten el establecimiento de 10 llamadas simultáneas por caja. ITT ha desarrollado recientemente un probador de carga controlado por ordenador, denominado SIMAT, que puede originar hasta 64 llamadas simultáneas. Hasta ahora se ha utilizado satisfactoriamente este equipo en unas pocas instalaciones, siendo apto para cualquier tipo de central. La prueba de carga, cuya utilidad se reconoció para sistemas controlados por registrador, ha demostrado ser aun más útil en sistemas CPA.

Los procesadores de la central se emplean también para prueba de las ampliaciones. En este caso un pro-

cesador se mantiene en línea mientras que el otro, que ha de realizar la prueba, se pone en estado de reserva. En tal estado el procesador está cargado con los programas operacionales y es actualizado continuamente por el procesador que está en línea, más no procesa llamadas. Si el procesador en línea cae fuera de servicio, el otro procesador cesa automáticamente de probar y se hace cargo de todo el tráfico. Esta modalidad de operación se lleva fácilmente a la práctica cuando los procesadores operan en reparto de carga.

Las pruebas de aceptación han de ser objeto de acuerdo entre los fabricantes y las administraciones. Se realizan generalmente sobre el esquema de las especificaciones técnicas. Ciertas administraciones, como el Australian Post Office (APO), que publican especificaciones muy elaboradas, requieren también pruebas de aceptación prolongadas.

En casi todos los casos, las especificaciones de prueba de aceptación están vertebradas sobre la prueba del grado de servicio. Los requerimientos son generalmente los siguientes:

- llamadas locales: menos de 0,1 % de pérdidas,
- llamadas entrantes y salientes, menos del 0,2 % de pérdidas,
- tasación: menos del 0,01 % de llamadas no tasadas.

Estas especificaciones se refieren naturalmente a centrales sin tráfico real. Las llamadas entrantes y salientes se prueban normalmente haciendo bucle entre los enlaces de salida y de llegada, con el fin de no depender de otras centrales. Las centrales METACONTA son, en la práctica, superiores en un orden de magnitud a las anteriores especificaciones. Para centrales con tráfico real, la experiencia demuestra que los resultados dependen en gran medida del entorno. Con objeto de evaluar la calidad real de servicio de la central internacional METACONTA de Sidney, el APO ha realizado varias pruebas comparativas. En efecto, durante horas cargadas se generaron simultáneamente pares de llamadas entre centrales urbanas, siendo una de las llamadas encaminada a través de la central de tránsito existente y la otra a través de la nueva central de CPA. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- tasa de fallos a través de la central crossbar existente: 3,3 %,
- tasa de fallos a través de la central CPA: 2,6 %,
- tasa interna de fallos en la central CPA: 0,067 %.

Sólo se perdió un 2,2 % de las llamadas originadas en la central CPA y terminadas en la red existente. Las llamadas originadas en una central local situada en el mismo edificio y terminadas en la misma central después de hacer tránsito por la central CPA internacional, experimentaron solamente el 0,4 % de pérdida. Este excelente resultado fue obtenido el día anterior a la puesta en servicio de la central local.

Los resultados anteriores se consiguieron después de un intenso período de pruebas por especialistas de ITT y fueron repetidos después de la entrega por ingenieros del APO, en lo cual invirtieron tres meses de trabajo en dos turnos diarios.

Experiencia de campo

La experiencia de campo sobre centrales METACONTA de programa almacenado se ha descrito extensamente desde el punto de vista de hardware y de software [4, 5, 6, 7].

Fiabilidad de componentes

Desde el punto de vista del hardware la fiabilidad de los componentes es de la máxima importancia puesto que en ella están basadas todas las previsiones de fiabilidad. En la tabla 2 se comparan valores de diseño con valores de campo. Para los valores de diseño las principales fuentes de información son el banco de datos de ITT para tasas de fallo y los datos que suministra el fabricante. Los valores de campo se dan con un nivel de confianza del 80 %; es decir que la probabilidad de que los valores reales excedan de los indicados es el 80 %. De esta tabla puede deducirse que el comportamiento real de los componentes está muy próximo y en general supera al comportamiento esperado. Únicamente los transistores han demostrado ser menos fiables que lo que se había predicho, pero las pequeñas cantidades en que se emplean determina que esta baja no afecte a la fiabilidad del sistema.

Eficiencia del sistema

La eficiencia del sistema presenta dos aspectos: El servicio telefónico tal como se ofrece a los abonados, a quienes tiene sin cuidado la tecnología usada en la central, y por otra parte el esfuerzo que la Administración debe aplicar al mantenimiento para mantener una calidad de servicio aceptable.

Observaciones efectuadas durante un año en una central combinada local-tránsito (Wilrijk-Bélgica), de 5000 líneas equivalentes, dieron los siguientes valores:

- disponibilidad del sistema: 99,986 %,
- tiempo total fuera de servicio del sistema: 72,5 mi-

Tabla 2 - Tasas de fallos: valores de diseño y de campo
Tasas de fallo en fallos por 10⁹ componentes-hora
(80 % de confianza)

Clase de comp.	Diseño	Campo
CI	30	33,5
Transistores	4	30,0
Diodo	2	1,3
Diodo de potencia	20	25,0
Resistencias	0,2	0,98
Condensadores	10	8,2
Condens. electrol. (tant.)	150	50
Condens. electrol. (alum.)	150	150
Devanados transformador	6	8,8
Transformador de potencia	150	150
Contacto de Reed	—	4,55
Bobina de punto cruce	—	4,4
Patilla de conector	2	0,65
Arrollado	—	0,25
Soldadura	0,3	0,43

Fuentes para el diseño: - Banco de datos ITT de tasas de fallo
Información del fabricante

nutos, 6 de los cuales por fallos hardware, 41 por fallos en software y 26,5 minutos por motivos desconocidos (probablemente software),

— tiempo medio de interrupción: 1,65 minutos.

De estos resultados pueden extraerse dos conclusiones:

- la fiabilidad del hardware es aun mayor que la del software,
- los fallos de software originan solamente cortas interrupciones del servicio, no afectando a conexiones establecidas.

Mantenimiento y reparación

El mantenimiento y reparación de las centrales METACONTA de CPA se basa en los siguientes principios:

- las centrales locales están, en principio, desatendidas,
- la detección y localización de fallos son automáticas,
- el mantenimiento y la reparación están centralizados; el mantenimiento se basa en la sustitución de las placas defectuosas por repuestos tomados de un depósito central; las placas no se reparan en la central,
- las piezas de repuesto están centralizadas.

Las razones fundamentales para centralizar el mantenimiento y reparación son:

- utilización racional del personal de mantenimiento, ya que no hay trabajo suficiente para un equipo permanente en cada central,
- los repuestos son demasiado caros para constituir una dotación propia de cada central,
- las reparaciones requieren personal altamente especializado y medios de prueba adecuados, por lo cual deben ser realizadas con las normas de alta calidad propias de la fábrica.

a) Mantenimiento

La figura 5 representa los fallos de hardware ocurridos en una central de 5000 líneas local-tránsito (Wilrijk, Bélgica). El número total de fallos es 75, de los que 63 son fallos que afectan a elementos enchufables (principalmente placas de circuito impreso). La central entera se compone de 4800 placas de circuito impreso, o sea, aproximadamente una placa por abo-

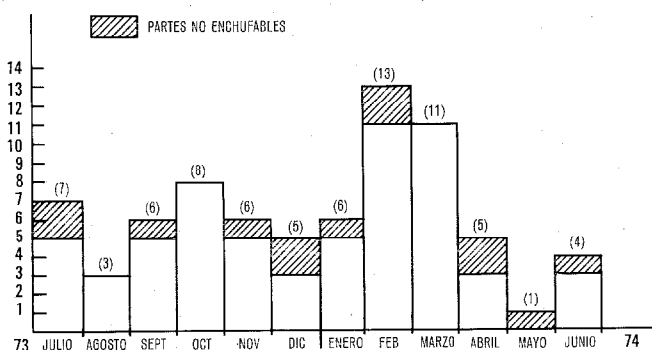


Fig. 5 Fallos de hardware en una central local de 5000 líneas (Wilrijk)

nado. Por consiguiente, en Wilrijk han ocurrido 1,5 fallos por 100 abonados y año, de los que 1,26 se deben a fallos en placas. Este resultado se aproxima considerablemente al objetivo de diseño ITT, que es 1,2 fallos por 100 abonados y año.

Además del mantenimiento correctivo, existe algún mantenimiento de carácter preventivo necesario para actividades periódicas (servicio de periféricos, prueba de alarmas, limpieza de los filtros de aire, etc.) y para las actividades de seguimiento relativas a las pruebas de rutina, quejas de los abonados, reparto equilibrado de carga, medidas de tráfico, estadísticas, etc.

La experiencia hasta ahora ha demostrado que alrededor del 85 % de los fallos de hardware pueden ser localizados en una sola placa, y en el 95 % de los casos en menos de 5 placas.

En el caso de lugares aislados, 3 hombres son suficientes para el mantenimiento de una central de 20 000 líneas. Además, si las alarmas urgentes se transfieren a un centro de supervisión permanente, el equipo puede trabajar 8 horas diarias durante 5 días a la semana.

Cuando en una zona coexisten numerosas centrales, puede afirmarse que un total de 200 000 líneas distribuidas, por ejemplo, en 20 centrales de 10 000 líneas) pueden ser atendidas por un equipo centralizado de 13 hombres con la composición siguiente:

- 2 técnicos de alto nivel,
- 11 técnicos de bajo nivel: 2 para mantenimiento preventivo, 5 para trabajo de campo y 4 para supervisión permanente (servicio nocturno).

Esta concepción corresponde a un esfuerzo aproximado de mantenimiento de 0,15 horas-hombre por línea y año.

Parece de interés mencionar que la tasa de fallos de las placas de circuito impreso durante el período de instalación es más del doble de la que corresponde al funcionamiento normal de la central. 7 instalaciones que fueron sometidas a observación en Bélgica, con un total de 41 350 placas (unas 41 000 líneas), presentaron un número de fallos durante la instalación igual a 1207, es decir, el 3 % del total de placas. De una instalación a otra se observaron variaciones del anterior porcentaje entre 1,6 % y 5,6 %. Dejando aparte la escasa contribución de los daños originados en el transporte a las cifras anteriores, estos resultados vuelven a confirmar el conocido hecho de que el equipo electrónico debe tocarse lo menos posible para su óptimo funcionamiento.

Debido a la rápida introducción del METACONTA en Bélgica en gran escala, fue creado un grupo llamado de "soporte en el campo" por Bell Telephone Manufacturing Company, para colaborar con los PTT de Bélgica durante el período de establecimiento. Este equipo se compone de técnicos cualificados que tienen un conocimiento general excelente del sistema y son genuinos localizadores de fallos. La figura 6 expone las intervenciones del mencionado grupo de soporte en función del número de líneas instaladas durante la segunda mitad de 1973.

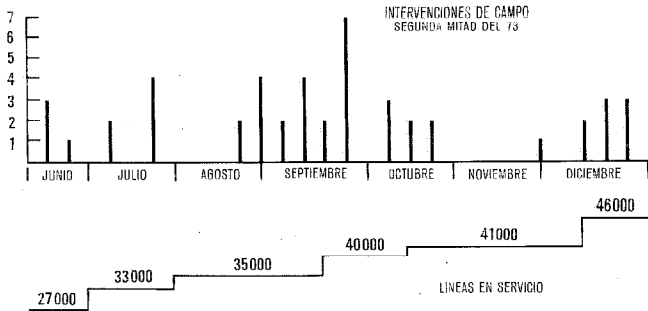


Fig. 6 Intervenciones de campo del equipo supervisor.

b) Reparación

En la figura 7 puede apreciarse la concepción del mantenimiento y reparación centralizado. Las centrales locales se reúnen en grupos de 100 000 líneas como mínimo, atendidas por el Centro de Mantenimiento. Este Centro está dotado de teletipos y alarmas que permiten la supervisión de las centrales remotas desatendidas. También dispone de un depósito de repuestos de todas clases. En caso de avería en una central, se coge un repuesto del depósito y la placa averiada se devuelve al centro de reparación. El depósito se recarga a partir de un depósito regulador común, siendo la placa reparada devuelta a dicho depósito. Esta táctica permite que los tiempos de reparación sean muy cortos, lo cual es un factor importante en la fiabilidad del sistema. Los diferentes depósitos se recargan con regularidad en función del equipo instalado, siendo esta función auxiliada por ordenador.

Como se desprende de lo anterior, la filosofía de la reparación se basa en el reciclaje de las placas averiadas, a menos que el daño sufrido sea importante. Esto lleva consigo que se provean placas de repuesto para el tiempo de vida de la central. Por otra parte, se suministran componentes para una reserva de dos años, por ejemplo. El aprovisionamiento de componentes es necesario a intervalos regulares, lo que constituye el punto más débil del sistema, puesto que los componentes tienen que ser cuidadosamente controlados con respecto a su disponibilidad en el mercado a corto plazo. Conociendo a fondo este problema y también por las evidentes ventajas comerciales que trae consigo la compra masiva, ITT ha impuesto normas estrictas para la utilización de componentes en sus diferentes compañías.

Control de la eficiencia del sistema

Con objeto de vigilar estrechamente la fiabilidad y aptitud para el mantenimiento de las centrales METACONTA, se han creado en las diferentes compañías ITT grupos de control de la eficiencia del sistema. Estos grupos reciben información de ingeniería, producción, instalación y del cliente, según procedimientos normalizados por ITT, y con ella actualizan archivos, registros y estadísticas, iniciando y coordinando los intercambios de información y las acciones correctoras oportunas, según se indica en la figura 8.

Capacidad del procesador

En un sistema controlado totalmente por programa almacenado los procesadores centrales controlan todas las funciones de la conmutación, tanto las administrativas como las ejecutivas. Debido a ello la capacidad de tratamiento de llamadas no puede expresarse de modo sencillo.

Para operación en simplex los valores típicos son:

ITT 1600: de 60 000 a 70 000 BHCA

ITT 3200: de 120 000 a 150 000 BHCA

BHCA significa "intentos de llamada en la hora cargada".

Para duplex la capacidad de sobrecarga puede estimarse en un 60 %.

El ITT 1600 con mayor carga de los que están en servicio es, hasta el momento, el instalado en Berchem St. Agatha (Bélgica) con 16 000 líneas instaladas de las que unas 15 000 están en servicio. La central está ubicada en una zona residencial y el tráfico efectivo en ambos sentidos por línea es cerca de 0,06 Erlang en la hora cargada. Cada hora ambos procesadores generan un parte, que aparece en el teleimpresor, con los datos siguientes:

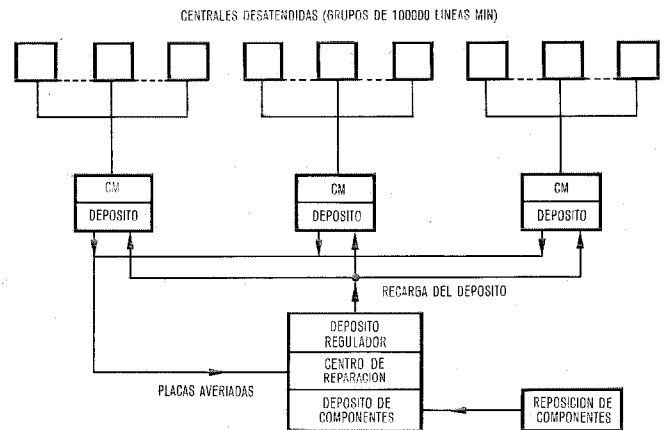


Fig. 7 Mantenimiento y reparación centralizados.

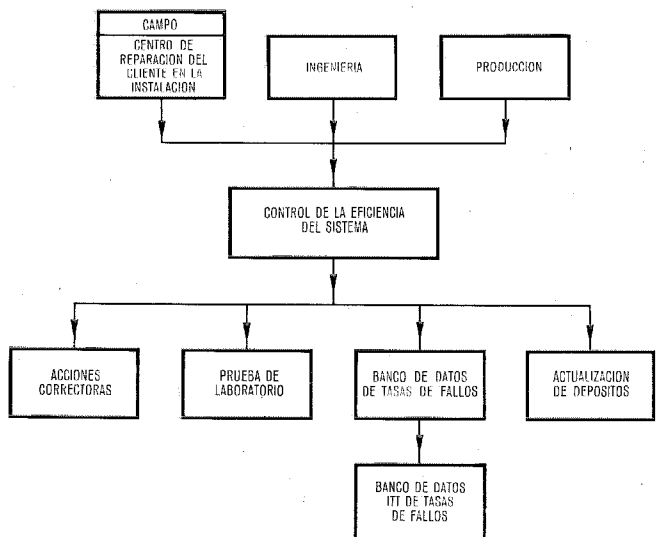


Fig. 8 Control de la eficiencia del sistema.

- valor medio del tiempo libre durante la hora anterior,
- número de llamadas originadas por módulo (2000 líneas),
- número de llamadas originadas efectivas (con respuesta) por módulo,
- número de llamadas salientes efectivas por módulo,
- número de llamadas entrantes por módulo,
- número de llamadas entrantes efectivas por módulo (con respuesta),
- número de llamadas de tránsito.

La relación de llamadas originadas efectivas al número total de llamadas originadas es generalmente del 45 %, y la de llamadas entrantes efectivas al total de llamadas entrantes, del 65 %. El valor típico de intentos de llamada es próximo a 15 000 BHCA. A ello corresponde un 55 % de tiempo libre en operación simplex y un 59 % en duplex.

El rendimiento aparentemente bajo que se cita anteriormente se debe al gran número de falsas llamadas (sin marcación), lo cual a su vez está relacionado con la reacción extremadamente rápida del sistema a las señales de línea. En efecto, cierres de bucle de sólo 10 milisegundos pueden ser detectados e interpretados como intentos de llamada. En consecuencia, la contribución de estas llamadas ficticias puede fácilmente alcanzar un 15 % del total.

A primera vista podría parecer que según el principio de reparto de carga y los resultados anteriores, el 4 % del tiempo del procesador corresponde a 7500 llamadas y que por lo tanto, una llamada media invierte $0,04 \times 3600 \cdot 10^3 / 7500$ o sea 19,2 milisegundos. Este razonamiento es incorrecto por dos razones principales:

- las experiencias en simplex y duplex se han realizado forzosamente en momentos diferentes y pueden corresponder a una repartición de llamadas muy distinta;
- una llamada que ocupe, por ejemplo, 20 milisegundos en el procesador A, ocupará también 2 milisegundos del procesador B por razones de actualización. En otras palabras, en simplex se emplea más eficientemente el tiempo del procesador, lo que explica que en duplex la capacidad de sobrecarga no sea el 100 % sino menor.

Puede afirmarse como conclusión que hasta el momento no existe un método experimental fiable para determinar la capacidad de tratamiento del sistema. Los valores tipo citados anteriormente se cumplen con bastante exactitud en un entorno normal de la red de conmutación belga, y han sido confirmados por simulaciones basadas en ese mismo entorno, definido en trazos generales como sigue:

- central de 20 000 líneas (10 módulos)
- 7 % de líneas PABX
- tráfico por línea en ambos sentidos, 0,082 E
- 100 % de aparatos de disco
- señalización tipo R.2 entre centrales
- repartición de llamadas:

- locales: 13 %
- salientes: 45 %
- entrantes: 42 %.

En tales condiciones se halló por medio de simulaciones que el límite superior era de 75 000 BHCA, de acuerdo con las normas de ITT. Tales normas estipulan que:

- el sistema debe poder manejar en simplex el número de llamadas fijado,
- incluso en simplex, sólo puede cargarse el procesador al 85 %, dejando 5 % improductivo y 10 % para picos de tráfico,
- el tiempo restante, después de deducir los márgenes dedicados a tareas improductivas y de seguridad, deberá incluir el 30 % de falsos intentos de llamada (marcación incompleta).

Los resultados de la simulación se exponen en la figura 9, donde se muestra que en un entorno belga típico el 27,5 % del tiempo de procesador se invierte en tareas improductivas, en una central de 20 000 líneas. Dichas tareas son administración interna, exploración, etc., es decir todas las actividades que se refieren al tamaño de la central y a su configuración física más bien que al tráfico. El tiempo disponible para el tratamiento de llamadas es 57,5 % ó $2,07 \times 10^6$ milisegundos por hora, en los cuales el procesador puede tratar 75 000 llamadas, 30 % de las cuales son incompletas (marcación inexistente o incompleta). Esto implica que una llamada media invierte 27,6 milisegundos. En funcionamiento duplex (más del 99 % del tiempo) cada procesador ocupa cerca del 27,5 % de su tiempo en actividades improductivas. También gasta tiempo cada procesador en actualizar al otro con datos de las llamadas que está procesando, lo cual se indica en la tabla 3. El resultado final es que podemos admitir una capacidad de sobrecarga en duplex de un 60 %, lo cual hace que la capacidad de tratamiento en duplex se eleve a $1,60 \times 75 000 = 120 000$ BHCA.

De todo lo anterior puede deducirse que la definición de la capacidad de tratamiento de un procesador no es asunto tan sencillo como la máxima velocidad

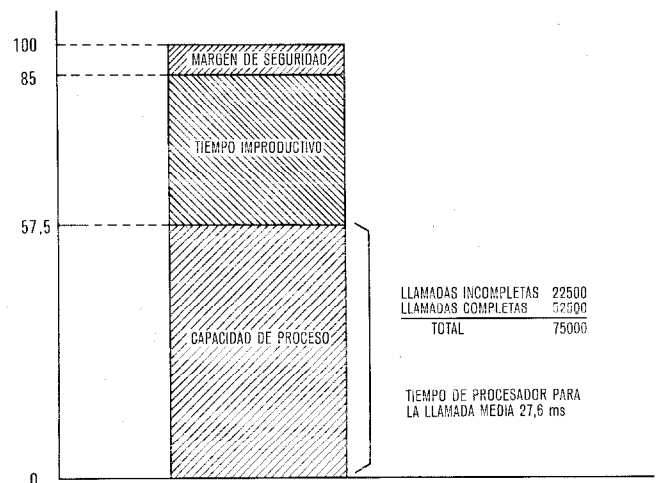


Fig. 9 Resultados de simulación en simplex del sistema ATT 1600 en la red belga.

Experiencia en METACONTA

de un automóvil. Dicha capacidad de tratamiento depende en gran manera del entorno y del tamaño de la central. Los principales parámetros son:

- tamaño de la central: número de líneas y enlaces, emisores y receptores
- señalización de abonado: disco, teclado, plan de numeración
- señalización entre centrales: decimal, MF, canal de datos
- repartición de llamadas y duración en cada caso: marcación incompleta, llamadas locales, entrantes, salientes, de tránsito
- características de los abonados
- servicios requeridos por la Administración: tasación, observación del tráfico, estadísticas, etc.

Las capacidades de tratamiento señaladas al principio de este apartado sólo pueden utilizarse a título indicativo.

Disipación de calor

La tabla 4 muestra el consumo de batería y la disipación de potencia en una central local de 10 000 líneas proyectada para Hong-Kong, tanto en la hora cargada como en la noche. En horas nocturnas la disipación de potencia es aproximadamente la mitad que durante la hora cargada. Se emplean inversores CC/CA para la alimentación de los procesadores con sus memorias y órganos de entrada-salida a partir de la batería de -48 V.

En cuanto a disipación de calor deben considerarse tres salas diferentes:

- la sala de conmutación, que contiene los bastidores con equipos de conmutación;
- la sala de ordenadores, que contiene los armarios de procesadores junto con su equipo de entrada-salida y los armarios de supervisión;
- la sala de fuerza, con los inversores CC/CA.

La disipación de calor en la hora cargada es como sigue, en las diferentes salas:

- conmutación: 17 032 kcal/h
- ordenadores: 3 371 kcal/h
- fuerza: 2 951 kcal/h.

Esto corresponde a las siguientes disipaciones por unidad de volumen:

- sala de conmutación: 26,5 kcal/h × m³
- sala de ordenadores: 48,9 kcal/h × m³.

Las cifras anteriores son bastante moderadas y no requieren acondicionamiento de aire especial. En climas templados como el de Bélgica, es incluso suficiente la simple ventilación.

Entrenamiento

ITT ha considerado siempre el entrenamiento como altamente importante.

Solamente en la Bell Telephone Manufacturing Company y hasta el final de 1973, se han entrenado en el sistema METACONTA 1280 ingenieros propios y 475 delegados de clientes. El personal de entrenamiento de la Bell consta de 65 destacados ingenieros

Tabla 3 - Tiempos de proceso de la llamada en aplicaciones típicas

Tipo de llamada	Duplex			Simplex (ms)
	UCP propia (ms)	UCP ajena (ms)	Pro-medio (ms)	
Local	29,6	1,9	15,8	27,0
Entrante	23,5	1,9	12,7	18,8
Saliente	34,9	2,3	18,6	32,3

Tabla 4 - Consumo de la batería y disipación de potencia en una central de 10 000 líneas para Hong-Kong

Equipo	Hora cargada		Hora baja	
	Consumo de corriente (A)	Disipación de potencia (W)	Consumo de corriente (A)	Disipación de potencia (W)
Procesador y ent./sal.	126	2 997	126	2 997
Inversores CC/CA		3 390		3 390
Supervisión	19,2	923	19,2	923
Conmutación	465,8	19 805	175	8 426
Total	611,0	27 115	320,2	15 736

que son al mismo tiempo maestros genuinos. Disponen de modernos medios audiovisuales, como aparatos de proyección, diapositivas, películas y grabaciones en video.

Finalmente se da un entrenamiento totalmente práctico utilizando una maqueta completa de una central.

En varios casos personal entrenado de clientes han participado activamente en la ingeniería de adaptación a su propio país.

Conclusión

El sistema METACONTA de ITT ha alcanzado ya un éxito comercial de resonancia mundial. Desde 1967 hasta la fecha el METACONTA se ha desarrollado hacia un sistema de comunicaciones completo, que incluye aplicaciones de tamaño medio y grande tanto en conmutación telex como telefónica. La experiencia acumulada durante 7 años en distintos países ha probado inequívocamente la calidad del diseño y la eficiencia de los métodos de producción e instalación. Asimismo ha iniciado con éxito ITT experiencias sobre mantenimiento centralizado y administración general de la red.

Referencias

- [1] L. C. Deschuytere y J. A. M. Feskens: Sistema automático de medidas de transmisión y registro (ATMR); Comunicaciones Eléctricas, Vol. 49 (1974) N° 2, págs. 141-149.

- [2] W. Huybrechts: Sistema de cómputo y registro centralizado aplicado en la red telefónica belga; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 49 (1974) N° 1, págs. 22—28.
- [3] J. A. Broux: Techniques particulières de montage et d'installation des systèmes de commutation 10 C; revista FITCE, N° 1, págs. 4—8, 1970.
- [4] J. A. Broux: Experiencia inicial del sistema de conmutación semielectrónico 10 C; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 43 (1968) N° 4, págs. 319—325.
- [5] R. Danis y J. P. Dartois: Experiencia de campo en la primera Metaconta L — Central local de capacidad media en Rabat; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 48 (1973) N° 4, págs. 346—361.
- [6] J. Trelut: Aplicación del sistema Metaconta en el Aeropuerto de Roissy; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 47 (1972) N° 4, págs. 237—243.
- [7] S. Kobus, A. Kruithof, G. de Bruyne y J. Janssens: Experience with Metaconta Software; documento n° 514 en el International Symposium, 9—13 septiembre, 1974.

Joseph A. Broux nació en Munsterbilzen, Bélgica en 1931. Obtuvo el título de ingeniero en electrónica en 1957 en la Universidad de Lieja, ingresando aquel mismo año en la Bell Telephone Manufacturing Company en el departamento de ingeniería de desarrollo de la conmutación electrónica. Colaboró en el desarrollo de un sistema de conmutación TDM-PAM y contribuyó a un proyecto militar de conmutación PCM. Intervino también en el proyecto del 10 C como responsable del diseño del sistema. Actualmente dirige un equipo de ingenieros encargado de la planificación y control de todos los sistemas públicos de conmutación, fabricados en la Bell.

Seguridad y fiabilidad en las centrales urbanas METACONTA L

El efecto sinérgico de dos procesadores con reparto de carga en centrales con control por programa almacenado crea un nuevo nivel de comportamiento de centrales. No solamente los procesadores se reparten la carga sino que uno es capaz de cursar todo el tráfico mientras el otro desarrolla un programa de la rutina de mantenimiento. Cuando esta característica se conjuga con la adecuada elección de componentes y una cuidadosa estructuración del sistema es posible una seguridad y una fiabilidad de alto nivel.

B. GOUARS

J. P. DARTOIS

L. VIELLEVOYE

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, París, Francia

Introducción

En el desarrollo de sus sistemas avanzados de conmutación con control electrónico, ITT ha puesto particular empeño en la necesidad de conseguir niveles de seguridad y fiabilidad de funcionamiento extremadamente altos como medio de garantizar tanto la eficacia como la continuidad del servicio, dentro de unas amplias condiciones de trabajo.

En este artículo se pretende exponer la forma en que estos aspectos se han tenido en cuenta y se han incorporado a la familia de sistemas telefónicos METACONTA* L, anteriormente descrita en esta publicación [1], [2], [3], [4].

Se considera aquí la seguridad como la capacidad del sistema para proporcionar una calidad de servicio especificada, aun cuando aparezcan defectos o perturbaciones de cualquier clase. En este artículo se emplea la palabra "defecto" para designar todo comportamiento o funcionamiento anormal de cualquier parte del propio sistema; esto cubre, por ejemplo, fallos de componentes así como errores de programación. A su vez, el término "perturbación" se emplea para distinguir todo comportamiento o condición anormal del medio exterior al sistema, como, por ejemplo, rayos, carga anormal de tráfico, cortes de suministro de alterna, errores de manipulación del personal, etc.

La primera y más evidente forma de aumentar la seguridad consiste en reducir el número de defectos e intentar impedir que las perturbaciones provoquen fallos en el sistema. Para conseguir esto, existen medios tales como:

- Mejorar la calidad del equipo que se suministra, tanto en el equipo físico en sí como en los programas. Esto incluye garantía de calidad de los componentes, control de calidad de fabricación, control de producción de programas, cualificación de sistemas y subsistemas, etc.
- Diseñar y poner a punto medios eficaces de interconexión con el exterior.
- Aplicar normas de seguridad al diseño de circuitos (diseño en el peor caso).
- Proveer medios de detectar con prontitud situaciones susceptibles de deteriorar el sistema.
- Especificar y aplicar acciones adecuadas de mantenimiento preventivo.

Sin embargo, por muchos esfuerzos que se hagan en

este sentido, siempre aparecerán defectos y perturbaciones y, por tanto, hay que hacer al sistema capaz de trabajar lo mejor posible en esas condiciones. Esto puede conseguirse mediante:

- Una mantenibilidad adecuada del sistema, es decir la incorporación al mismo de todos los órganos y procedimientos de mantenimiento que permiten detectar y eliminar los defectos con eficacia y con rapidez. Las facilidades de mantenimiento del sistema METACONTA L constituyen un aspecto muy importante del mismo, que se describirá en otro número de esta publicación.
- Una estructura adecuada del sistema, con suficiente redundancia para impedir la pérdida de funciones telefónicas esenciales a causa de defectos aislados o incluso concurrentes, y con bastante independencia entre módulos funcionales para impedir la contaminación de defectos en cadena.

Clasificación y análisis de perturbaciones y defectos

Para comprender mejor las características de seguridad y fiabilidad del sistema y su realización, se hace en primer lugar un análisis de los diversos defectos y perturbaciones que pueden esperarse.

Perturbaciones

Pueden aparecer perturbaciones debidas a dos tipos de medio, interior y exterior, que pueden interferir con el funcionamiento del sistema.

El medio ambiente interior es el que está en relación directa con el equipo de la central. Tiene características físicas como temperatura, humedad, polución, etc., propias de la sala de la central, y también factores humanos resultantes de las actividades del personal de operación y mantenimiento.

El medio exterior afecta al equipo de la central a través de las líneas de los abonados, los cables de los enlaces y el suministro de red de corriente alterna.

Defectos

Como ya se ha indicado, se considera defecto todo evento originado dentro del sistema y susceptible de alterar su funcionamiento normal.

Aunque a veces es difícil deducir, de la observación de la reacción del sistema a un defecto, si éste pertenece al área del equipo o al de los programas, se dan a

* Marca registrada del sistema ITT

Tabla de abreviaturas

ADM	- acceso directo o memoria
CA	- corriente alterna
CCP	- canal de comunicación entre procesadores
CM	- controlador de memoria de dirección modificable por programa
CTR	- circuito terminal de la red
CIB	- circuito intermedio de bastidor
CIT	- circuito intermedio de transmisión
DL	- distribuidor lento
ECPR	- equipo combinado de prueba rutinaria
EDR	- explorador distribuidor rápido
FTC	- circuito de falso cruce y tierra
M	- bloque memoria
ME	- marcador de enlace
MI	- marcador intermedio
ML	- marcador explorador de líneas
SSA	- sistema de supervisión automática
UCC	- unidad central de control
UE	- unidad de estado
USE	- unidad de selección de enlaces
USI	- unidad de selección intermedia
USL	- unidad de selección de líneas
Canal de E/S	- canal de entrada/salida
Memoria de masa	- cintas magnéticas, disco, tambor
Periférico de E/S	- periférico de entrada/salida (teletipo, lector de cinta de papel, impresor de línea, perforadora, etc.)

continuación algunos ejemplos y características de defectos que se presentan en cada una de esas áreas.

Defecto del equipo:

Típico de esta categoría es el fallo espontáneo de un componente. En el caso más simple el defecto es permanente y queda localizado materialmente en una placa. Mediante normas adecuadas de diseño de circuitos debe impedirse la propagación del defecto por destrucción sucesiva de componentes, lo que podría provocar la pérdida de una parte importante del equipo.

También pueden darse defectos transitorios. Se deben generalmente a fallos marginales de componentes y se presentan cuando cambia la temperatura, el tráfico, el nivel de ruido, etc. Este es uno de los aspectos más delicados que constituye un verdadero problema a la hora de establecer una estrategia completa de protección.

Defecto de los programas

Son el resultado de:

- Errores de codificación no detectados, que deben esperarse siempre en paquetes de programas de unos cientos de miles de instrucciones. Estos errores sólo aparecen con combinaciones específicas de eventos, lo que hace a veces difícil su identificación. Además del error se alteran los datos, lo que a su vez provoca el tratamiento incorrecto de una o varias llamadas o incluso la pérdida completa del control del programa en su procesador.
- Defectos lógicos no detectados, debidos, por ejemplo, a una interpretación equivocada de las especificaciones o a una especificación errónea o a un análisis incompleto de un problema. Estos defectos originan normalmente decisiones erróneas con re-

lación a un tipo de llamada, a un determinado tratamiento de los periféricos, a un tipo de tratamiento de defectos, y más raramente provocan la pérdida completa del control del programa.

Puede observarse que algunos defectos transitorios del equipo, especialmente dentro de los procesadores, pueden alterar también los datos o las instrucciones y aparecer, por consiguiente, exactamente como defectos de los programas.

Características de seguridad y fiabilidad en el sistema METACONTA L

En todas las etapas de diseño del sistema METACONTA L uno de los principales objetivos perseguidos ha sido conseguir unos niveles elevados de seguridad y de fiabilidad. Esto se refleja en varios niveles del sistema por las siguientes características específicas:

- Garantía de calidad, tanto para el equipo como para los programas.
- Organización del sistema, con adecuada descentralización de funciones y duplicación efectiva de órganos.
- Funcionamiento de la unidad central de control, con estrategias de reparto de la carga de tráfico y de arranque automático.
- Vigilancia y supervisión del sistema, con controles de los programas y unidades de equipo especialmente adaptados.

Calidad

En los equipos, la elevada calidad está asegurada por:

- Utilización de componentes y elementos de gran fiabilidad. Después de hacer una cuidadosa selección de suministradores, se eligen los componentes de acuerdo con una lista preferente normalizada de ITT y luego se las somete a una inspección de entrada y unas pruebas siguiendo un programa de pruebas de garantía de calidad. Se hacen además comprobaciones sistemáticas en varias etapas a lo largo del proceso de fabricación.

- Aplicación de normas rigurosas a todos los diseños de circuitos. Estas normas incluyen en particular la elección de elevados factores de seguridad para disminuir los porcentajes de fallos de componentes individuales y la protección adecuada de circuitos de baja inmunidad a los ruidos (como por ejemplo los circuitos integrados) contra posibles perturbaciones generadas por circuitos de alta potencia (por ejemplo los que actúan los puntos de cruce) o introducidas en la central a través de las líneas de abonado o de los enlaces.

Particular importancia tienen también las normas de diseño a aplicar para conseguir una efectiva duplicación de órganos, cuando sea necesaria; por ejemplo:

- el acceso común de las dos partes duplicadas a la parte no duplicada debe afectar a un número mínimo de circuitos, a fin de reducir la posibilidad de perturbaciones mutuas;
- las dos partes duplicadas deben ser independientes

y en particular no deben compartir fusibles o unidades de alimentación comunes;

- debe haber inhibición segura del funcionamiento simultáneo de las unidades duplicadas con objeto de evitar perturbaciones mutuas. Esta función la realiza normalmente un circuito de exclusión mútua. Como la introducción de este circuito puede destruir la duplicación en caso de que falle una parte y permanezca bloqueada en estado de "ocupada", también debe preverse la inhibición del circuito de exclusión mútua bajo control del procesador.

Las figuras 1 y 2 y sus comentarios ilustran algunos aspectos de la implementación de las normas anteriores.

En la producción de los programas existen normas metódicas estrictas que tienen por objeto limitar los vicios de diseño de cada programador y conseguir programas escritos de calidad normalizada. Por otra parte, un lenguaje metasimbólico de ensamblaje permite la utilización de procedimientos con varias ventajas:

- Aumentan la normalización y la calidad ya que siempre que un programador utiliza un procedimiento la codificación se genera automáticamente y sin error.
- En los listados aparecen las secuencias lógicas con más claridad que en la codificación con lenguaje de ensamblaje y, por consiguiente, con menos defectos, que, por otra parte se hallan más fácilmente.
- Es posible verificar la consistencia de los argumentos cuando se hace el ensamblaje.

Se ha desarrollado una técnica eficaz para las pruebas de los programas (corrección): la simulación del mundo exterior [5].

En esta técnica todos los órganos periféricos que se conectan a los procesadores del sistema se sustituyen

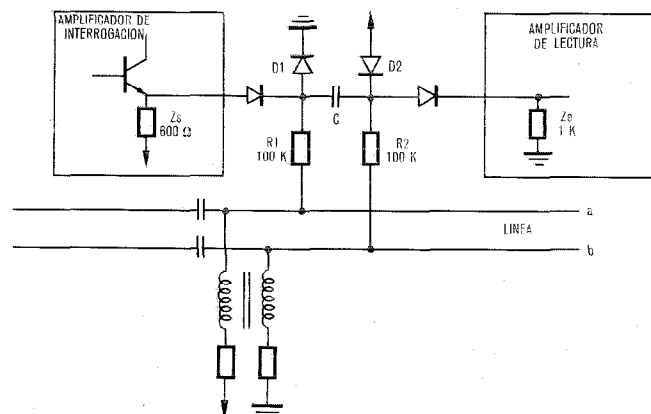


Fig. 1 Diseño del punto de exploración.

Nota 1: la acción combinada de las resistencias R_1 y R_2 de alto valor en comparación con las impedancias Z_e y Z_o de bajo valor, y el efecto de los diodos de bloqueo D_1 y D_2 impide que los picos de tensión inducidos en la línea afecten a los componentes de los circuitos del explorador conectados a la línea.

Nota 2: el condensador C actúa como filtro de los impulsos parásitos de corta duración que aparecen entre los hilos a y b.

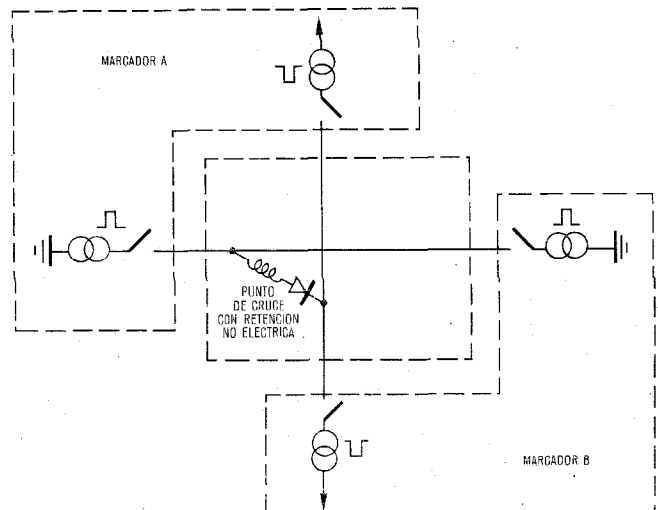


Fig. 2 Técnica de duplicación de marcadores.

Nota: En estado de reposo la red no duplicada está desacoplada galvánicamente de los circuitos marcadores A y B por los relés de acceso, cuyos contactos están normalmente abiertos.

En caso de fallo de uno de los marcadores esta solución evita el paso indebido de tensiones a la red que podrían impedir el funcionamiento normal del otro marcador.

por otro procesador que envía o recibe, a través de unos órganos intermedios de simulación, todas las señales que enviarían o recibirían los órganos periféricos. Esta simulación permite en particular:

- Separar los problemas de los equipos de los de los programas.
- Generar datos correspondientes a defectos de los equipos sin provocar realmente defectos en éstos.
- Trabajar en tiempo real y observar fácilmente todos los intercambios y obtener las informaciones de salida con el nivel de detalle necesario para descubrir los defectos.
- Hacer medidas de tiempo y determinar la capacidad de los procesadores.

Organización del sistema

El diagrama de bloques de la figura 3 muestra la organización básica del sistema METACONTA L local. Pueden identificarse tres niveles de organización: Nivel 1: Incluye los módulos de la red de conmutación y los circuitos terminales de la red.

Nivel 2: Corresponde a los órganos de acceso a la red, cuya función está relacionada directamente con su posición entre la unidad central de control (N3) y la parte específica de la red o los circuitos terminales de la red (N1) que están interconectando.

Nivel 3: Corresponde a la función de control central del sistema por dos procesadores y sus canales asociados de entrada y salida.

Para ver más detalles de los módulos del sistema el lector puede acudir a las referencias [3] y [6].

A fin de garantizar la seguridad del sistema se ha hecho la organización de acuerdo con las dos normas básicas siguientes:

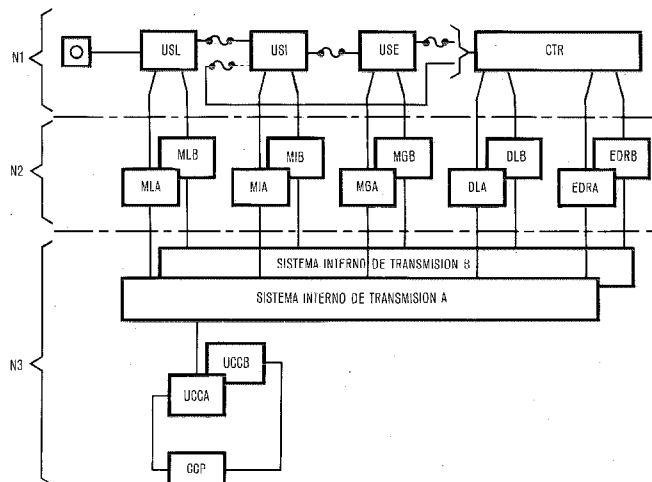


Fig. 3 Organización del sistema METACONTA L (centrales urbanas).

— Para funciones descentralizadas (red de conmutación y circuitos terminales de la red) la modularidad debe ser tal que un defecto afecte sólo a una parte limitada del sistema (pequeña degradación del tráfico).

— Cuando hay que asignar funciones esenciales a órganos centralizados, es obligatoria la duplicación. Si falla una parte del equipo el sistema debe continuar funcionando sin degradación.

La incorporación de estos dos criterios a los tres niveles de organización del sistema se hace en la forma siguiente:

Organización en el nivel 1

Consideraciones de seguridad y fiabilidad han influido en varios aspectos de la organización del sistema en el nivel 1, especialmente en cuanto se refiere a la determinación de los tamaños de los diversos conjuntos de equipos y las normas de ingeniería aplicadas para la conexión de abonados y enlaces.

En la red de conmutación la elección de unidades de conmutación de pequeña capacidad favorece también la seguridad al minimizar la degradación del tráfico en caso de que una o más unidades queden fuera de servicio.

En la figura 4 se dan otros detalles de la modularidad adoptada para la red de conmutación, los circuitos terminales de la red y los órganos de acceso a la red que los controlan.

Al conectar las líneas de abonados y los enlaces al sistema se aplican sistemáticamente determinadas normas de ingeniería para evitar que un defecto aislado en la parte no duplicada del equipo pueda provocar la pérdida de un grupo completo de enlaces o de un grupo completo de líneas de centralita privada. Por otra parte, la aplicación de estas normas proporciona a la red de conmutación una mayor resistencia a las variaciones temporales de tráfico y, por lo tanto, disminuye el número de operaciones del personal de explotación para equilibrar las cargas.

Organización en el nivel 2

En este nivel es ya tan grande el grado de centralización que se impone la duplicación total.

Además, como el sistema debe soportar la carga total de tráfico incluso con un órgano fuera de servicio en la operación en simplex, la capacidad de tráfico de los órganos considerados establece los límites del grado de centralización que puede alcanzarse.

Como se muestra en la figura 4 las capacidades de control del ML, MI, ME, DL y EDR son, respectivamente:

- ML : 4096 líneas (máx. 8 USL)
- MI o ME : 1024 mallas (máx. 4 USI o USE)
- DL : 512 circuitos terminales de red
- EDR : 8192 circuitos terminales de red.

Por razones de equipo y de seguridad la parte de exploración del marcador de líneas y del explorador distribuidor rápido se subdividen así:

- La parte terminal del ML atiende a un máximo de 1024 abonados.
- La parte terminal del EDR controla un máximo de 160 enlaces. La conexión de las partes terminales a la parte central del EDR se hace a través de una parte modular que actúa simplemente como repe-

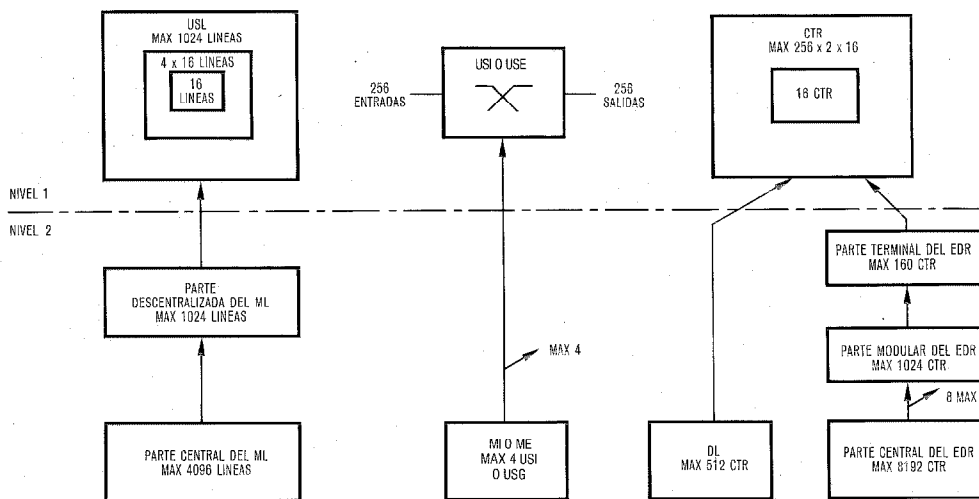


Fig. 4 Modularidad del equipo en niveles 1 y 2 de organización.

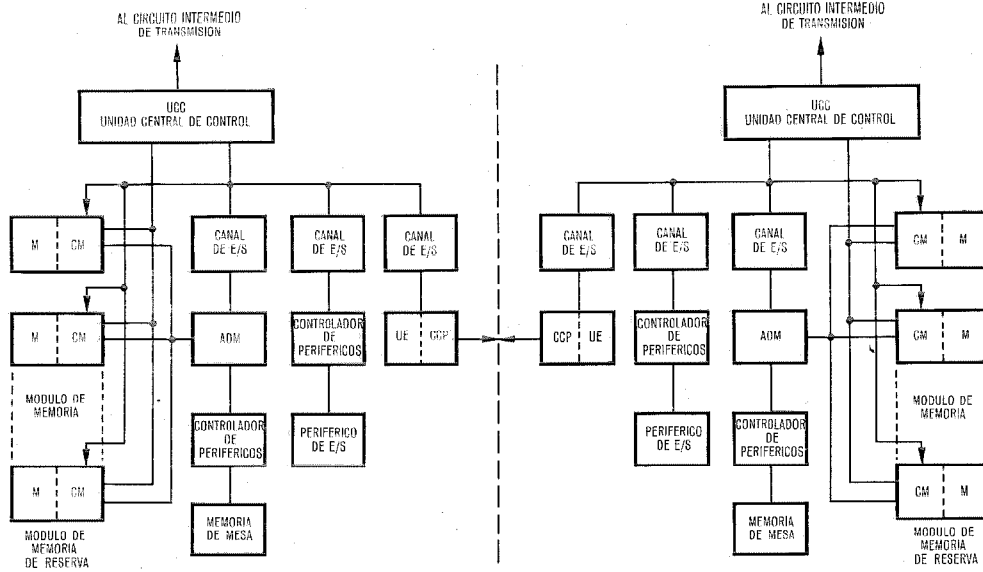


Fig. 5 Organización de la unidad central de control a nivel 3 mostrando duplicación completa.

tidora de señales. Esta parte modular representa también un factor de mejora de la seguridad ya que impide que una parte terminal defectuosa perturbe el intercambio de datos entre la parte central y los otros módulos.

Organización en el nivel 3

— Unidad central de control (Fig. 5)

Las principales características de la organización de esta unidad, en cuanto a la seguridad, son las siguientes:

- Duplicación total de los procesadores, órganos periféricos y módulos de memoria.
- Redundancia de los módulos de memoria de cada procesador mediante un módulo de repuesto (bloque de memoria y controlador asociado) como reserva de capacidad para cada procesador. La dirección de las memorias en los controladores puede modificarse por programa, de modo que si falla un módulo de memoria puede iniciarse automáticamente un proceso de reconfiguración: la unidad defectuosa queda fuera de servicio y se la reemplaza por la de repuesto con el ajuste apropiado de direcciones.
- Interconexión de los procesadores mediante un canal de comunicación entre procesadores (CCP) a través del cual se intercambian los datos necesarios para permitir que los dos procesadores trabajen en reparto de carga y obtener la seguridad propia de este modo de trabajo (véase la sección siguiente).

Desde el punto de vista de seguridad hay que observar que el módulo CCP permite una ayuda mutua entre las dos partes duplicadas del sistema en el nivel 2. Por ejemplo, si falla un marcador en una cadena el procesador puede pedir a su duplicado que controle los módulos de red a los que ya no tiene acceso a través del otro marcador.

— Sistema de transmisión de entrada y salida (Fig. 6)

En el sistema interno de transmisión se ha seguido la estrategia de duplicar y subdividir en unidades de seguridad. La unidad central de control intercambia información por un bus primario de transmisión con hasta 16 circuitos intermedios de transmisión (CIT's). Cada CIT comunica por un bus secundario de transmisión con hasta 16 órganos intermedios de bastidor (CIB's). Cada CIB puede controlar hasta 8 órganos de acceso a la red (por ejemplo, marcadores).

Funcionamiento de la unidad central de control

Además de la duplicación efectiva de los equipos de la Unidad Central de Control, ya indicada en la organización al nivel 3, se hizo un intento de "duplicar" artificialmente también los programas. Esta duplicación se debe a la utilización del modo de trabajo en reparto de carga, técnica desarrollada para las cen-

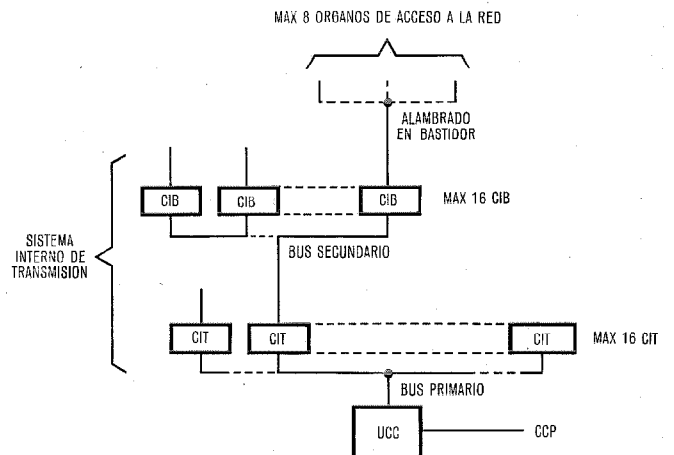


Fig. 6 Modularidad del sistema de transmisión de entrada/salida en el Nivel 3.

Cada CIT se conecta por un bus secundario de transmisión común máximo de 16 circuitos intermedios de bastidor CIB's. Cada CIB atiende hasta 8 órganos de acceso a la red. Esta estructura impide la propagación de defectos a las partes centralizadas del sistema de transmisión.

trales METACONTA [2] de acuerdo con la cual las dos unidades de tratamiento tratan las llamadas independientemente (la primera que detecta una llamada se ocupa de ella) y se informan entre sí sobre las llamadas en tratamiento a través del CCP, de forma que si un procesador falla el otro pueda hacerse cargo de las llamadas del primero.

Desde el punto de vista de seguridad y fiabilidad, las principales ventajas de esta técnica son:

- Minimización de la probabilidad de que fallen simultáneamente las dos unidades de tratamiento, debido a su independencia mutua en el tratamiento de las llamadas.

Por la misma razón, puede fallar un procesador sin perturbar las llamadas que esté tratando el otro.

- Alta capacidad del sistema para absorber sobrecargas de tráfico, ya que cada lado de la UCC está diseñado para cursar todo el tráfico.

Para conservar la independencia mutua entre las dos unidades de tratamiento se han tomado precauciones para evitar, o minimizar, la contaminación de un procesador por el otro, al fallar éste, a través del CCP.

Con este objeto:

- El formato y el contenido de los mensajes del CCP se han elegido de forma que la comprobación de la consistencia de los datos en el lado receptor disminuye considerablemente la probabilidad de contaminación.

- Todos los programas que intervienen en los intercambios por el CCP se someten a una atención especial cuando se escriben y se corrigen.

Cuando falla un procesador el otro se entera del fallo al leer un registro de la llamada Unidad de Estado, que contiene la información que indica el estado de funcionamiento del procesador asociado. El proceso que entonces tiene lugar por el que el procesador activo se hace cargo de las llamadas consiste en la liberación de todas las llamadas que se están tratando en fase de establecimiento (enviando tono de ocupado) y en el mantenimiento de todas las llamadas ya establecidas o en fase de llamada. Luego el procesador activo inicia el arranque automático del otro procesador mediante recarga de programas y reinicialización. Esta secuencia incluye una serie de pruebas para que el procesador que falló sólo quede de nuevo en línea si no se detecta ningún defecto en el equipo. De lo contrario, pasa al modo de mantenimiento.

En el caso excepcional de que fallen simultáneamente o casi simultáneamente los dos procesadores, el último procesador que falla hace un intento de volver a arrancar inmediatamente. Esto implica una verificación consistente de programas y datos y, si es positiva, se reanuda el tratamiento de las llamadas, se recuperan las ya establecidas y se liberan las que estaban en fase de establecimiento. Si la verificación es negativa, tiene lugar el mismo proceso pero después de la recarga de los programas. Únicamente si vuelve a obtenerse resultado negativo se inicia un proceso más largo (de unos 3 minutos) que incluye pruebas completas del equipo. Si no se descubre ningún defecto en el equipo (puede

estar conectada entonces la memoria de reserva), el procesador vuelve a arrancar pero ahora se liberan todas las llamadas. Si hay defecto de equipo, se aplica este proceso al otro procesador. Por lo tanto, solamente en caso de defecto de equipo en ambos procesadores no puede producirse la recuperación automática. La fiabilidad del equipo es tal que se cumplen las condiciones de continuidad de servicio expresadas anteriormente.

Una estimación del porcentaje de llamadas perturbadas debido a interrupciones temporales de servicio de los ordenadores da los resultados siguientes:

- Para una interrupción simple al mes:

- 4×10^{-6} llamadas liberadas en su fase de establecimiento

- Para una interrupción doble al mes con arranque rápido:

- 8×10^{-6} llamadas liberadas en su fase de establecimiento

- Para una interrupción doble al mes con arranque normal:

- la misma cifra del punto anterior y, además:

- 2×10^{-6} llamadas liberadas en fase de conversación.

Detección y tratamiento de defectos

Facilidades del equipo

Según la parte del sistema que pueden supervisar, los órganos de detección de defectos pueden clasificarse como sigue:

a) Dispositivos de supervisión y pruebas de todo el sistema

Su objeto es supervisar globalmente el funcionamiento del sistema e iniciar acciones correctivas automáticamente o mediante indicaciones a los programas.

Los dispositivos más significativos de este grupo son:

- El sistema de supervisión automática (SSA), que verifica el correcto funcionamiento de la UCC. Si ambos procesadores fallan, el SSA arranca una secuencia que verifica el estado de los procesadores y puede provocar un arranque automático de éstos.

- El circuito de falso cruce y tierra (FTC), que es capaz de verificar que para cada nuevo camino establecido no hay ninguna doble conexión accidental ni ningún potencial extraño. Este dispositivo no sólo evita el establecimiento de conexiones equivocadas sino que contribuye a la localización de defectos en los hilos de conversación y en algunos casos permite la detección de inconsistencias entre el estado real de la red y su imagen del mapa en la memoria.

b) Dispositivos especializados de detección de defectos

Ciertas áreas del sistema cuentan con estos dispositivos que permiten una gran precisión en la localización de defectos:

- Por ejemplo, el equipo combinado de pruebas rutinarias (ECPR) es un equipo de pruebas controlado por procesador que permite probar los circuitos

terminales de la red con señales simuladas en forma rutinaria o cuando se ha descubierto un defecto durante el tratamiento de una llamada.

— Algunos circuitos terminales de la red cuentan con circuitos de verificación que tienen por objeto detectar potenciales peligrosos en las líneas (tensión de alterna o tierra franca) y advertir al procesador que puede entonces aislar la línea. Esta detección se hace en cada llamada.

— En la parte duplicada del sistema hay dos tipos de órganos de detección de defectos:

Dispositivos de detección de defectos que intervienen en cada tarea, como por ejemplo la comprobación de variedad en el procesador, o la comprobación de uno entre n en el marcador, o el sistema de protección de la memoria, o la detección de códigos de instrucciones y direcciones no existentes, etc. Dispositivos de detección de defectos que se utilizan periódicamente con programas de pruebas cíclicas. Esta técnica de detección cíclica de defectos se emplea en todas las partes del sistema en que la velocidad de funcionamiento del órgano implicado es crítica (si se realizara durante el ciclo de trabajo, la prueba llevaría demasiado tiempo) o cuando resulta mucho más económica.

El método se basa en la ejecución de una secuencia de pruebas cuyo resultado es previsible. La prueba es positiva cuando el resultado real de la misma coincide con el esperado.

Controles de los programas

Muchas de las consideraciones de las secciones precedentes sobre la seguridad y la fiabilidad se referían ya a los programas. De hecho, como el sistema está controlado por los programas almacenados en la memoria, no se toma acción alguna sin que intervengan los programas. El equipo proporciona las indicaciones de defecto y comprobaciones básicas, pero todo el proceso está bajo el control de los programas, que toman las acciones subsiguientes a la aparición de los defectos. Las únicas excepciones son algunas alarmas directas de fusibles y órganos auxiliares como los suministros de tonos y alimentación, y también el sistema de supervisión automática, que tiene lógica cableada y está preparado específicamente para volver a arrancar el sistema (reinicializar el programa) en caso de pérdida del control de los programas.

El tratamiento general de los defectos por parte de los programas consiste en:

— Poner fuera de servicio el o los órganos supuestos defectuosos, con rapidez y mediante un análisis simple y global.

— Reconfigurar el sistema para utilizar lo mejor posible los órganos restantes (por ejemplo, como se indicó antes, un procesador empleará un marcador asociado al otro procesador si su propio marcador está fuera de servicio; otro ejemplo es el empleo de la memoria de reserva).

— Cargar un programa bajo demanda correspondiente al órgano defectuoso, cuya misión es realizar

pruebas detalladas, confirmar o modificar la decisión ya tomada, localizar el defecto dentro de la zona más reducida posible (una placa de circuito impreso o un grupo de placas) y finalmente imprimir un mensaje de salida para el personal de mantenimiento.

Además de esta función de mantener y operar los circuitos de detección de defectos del equipo, los programas tienen también sus propias funciones de comprobación y protección de defectos. Hay diversos programas de vigilancia que comprueban la consistencia y la seguridad de los datos, la validez de los mensajes entre los procesadores, etc., e incluso verifican permanentemente que el otro procesador está trabajando debidamente. Muchas de estas funciones están ligadas al modo de trabajo en reparto de carga y a los procesos de arranque automático descritos en otra sección.

Los programas tienen también incorporado un considerable número de secuencias de comprobación para rechazar entradas anormales al sistema, tales como señales incorrectas en las líneas, mensajes erróneos del personal de explotación, etc., lo cual les permite mantenerse incólumes en el medio más bien perturbado que es una red telefónica.

Conclusión

Al tratar de resumir los factores principales a considerar en el logro de unos niveles de seguridad y fiabilidad adecuados en los sistemas telefónicos con control por programa almacenado en memoria, hay que reconsiderar el concepto convencional de seguridad y fiabilidad en tres aspectos:

a) La cuantificación del grado de seguridad y fiabilidad a alcanzar en el sistema.

Se ha dado una medida de éste en forma de cifras de eficacia del sistema y de fiabilidad. Lo más importante es establecer un conjunto de indicadores de funcionamiento que cubra realmente todos los aspectos de seguridad y fiabilidad y proporcionar a los usuarios, tanto abonados como administraciones un criterio eficaz.

b) Hay que considerar después la naturaleza de las condiciones desfavorables que puedan darse.

c) Las condiciones del sistema en los diversos niveles funcionales.

En este artículo se ha tratado de mostrar la forma en que estos aspectos se han tenido en cuenta en el sistema METACONTA L.

Los resultados de las experiencias de explotación obtenidos hasta ahora [7] [8] han indicado un comportamiento en fiabilidad y seguridad notablemente bueno con relación a los objetivos fijados. Esto justifica el volumen de esfuerzo realizado en este sentido, así como las soluciones adoptadas.

Referencias

- [1] S. Kobus, J. A. de Miguel y A. Régner: METACONTA L — Control por programa en memoria de matrices con puntos de cruce provistos de autorretención; 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. P. Dartois: Centrales locales METACONTA L de capacidad media; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 48 (1973) N° 3, págs. 233—243.
- [4] K. Strunk: Nuevas aplicaciones del sistema de conmutación METACONTA L con instalaciones de control remoto; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 49 (1974) N° 2, págs. 150—156.
- [5] B. Fontaine: Simulación en tiempo real del mundo exterior; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1971) N° 3, págs. 190—192.
- [6] C. Bouchet: Conception d'un Explorateur Distributeur Rapide pour Centraux semi-électroniques du type spatial; Com-mutation et Electronique, octubre 1972, N° 39, págs. 52—61.
- [7] J. P. Dartois y R. Danis: Experiencia de campo en la primera METACONTA L — Central local de capacidad media en Rabat; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 48 (1973) N° 4, págs. 346—361.
- [8] S. Kobus, A. Kruithof, G. de Bruyne y J. Janssens: Experi-ence with Metaconta Software; Memorias del Simposio In-ternacional de Conmutación, Munich, septiembre 1974, págs. 514/1—514/8.

Bernard Gouars nació en Talence (Francia) en 1934.

En 1955 obtuvo el grado de ingeniero por la "Ecole Nationale d'Ingénieurs Arts et Métiers" y en 1957 el grado de ingeniero por la "Ecole Supérieure d'Electricité — Division Radio".

Durante 10 años trabajó en el diseño de equipos de radar y sistemas de medida aerotransportados. En 1969 pasó a la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, siendo nombrado adjunto al director del grupo de diseño de equipos del proyecto METACONTA 11 A.

Desde 1974, B. Gouars es el responsable de las actividades de diseño de circuitos de CGCT.

Jean Pierre Dartois nació en Francia en septiembre de 1940. Obtuvo el grado de Licencié ès Sciences en matemáticas puras por la Universidad de París en 1965. Al año siguiente se incorporó a la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques y fue asignado temporalmente a investigación de tráfico, primero en el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica en Madrid, y posteriormente en el Laboratoire Central de Télécommunications.

Ingresó en el grupo de desarrollo del sistema METACONTA L en enero de 1969, siendo responsable de los estudios de tráfico y estructura de la red. Actualmente está encargado de los estudios sobre la efectividad del sistema y del desarrollo de los métodos y equipos de la ingeniería de aplicación de clientes.

Lucien Viellevoye nació en Chenece (Bélgica) en 1933. Tras sus estudios de ingeniería eléctrica en la Universidad de Lieja, se incorporó a ITT en 1960. Trabajó sucesivamente con las compañías BTM, DSG y LCT asociadas a ITT. A finales de 1968 fue a CGCT donde participa ahora en el desarrollo del sistema METACONTA L.

RITA - Una red táctica automática integrada de transmisión

Las transmisiones en la zona de combate han de basarse en sistemas de telecomunicaciones que sean flexibles, móviles, de rápida instalación y con un alto grado de supervivencia después de destrucciones.

La red RITA reúne estas cualidades.

En el presente artículo se describe el equipo de conmutación RITA que se ha desarrollado en el Laboratoire Central de Télécommunications (LCT) desde 1971, basado en las experiencias obtenidas en pruebas de campo de un equipo de "primera generación" [1], [2].

A. PIROTTE

Laboratoire Central de Télécommunications, París, Francia

P. MARY

Corps des Ingenieurs de l'Armement (Ejército francés), París, Francia

Problemas planteados por las redes tácticas de telecomunicaciones

La rápida evolución de los conceptos operacionales militares, ligada estrechamente a la aparición del "hecho nuclear", ha llevado consigo importantes modificaciones en la filosofía de las telecomunicaciones tácticas.

Uno de sus aspectos fundamentales es la movilidad del sistema. La calidad y permanencia de las comunicaciones, debe estar asegurada cualesquiera sean los cambios en la zona de combate.

La evolución de la red de comunicaciones debe seguir tan cerca como sea posible los movimientos de las unidades de combate, sin que éstos se encuentren en absoluto condicionados por aquélla.

El factor de movilidad impone al equipo características particulares tales como bajo peso, altas resistencias mecánica y ambiental y alta flexibilidad operacional; más aún, será necesaria una ingeniería de diseño muy particular para el sistema de comunicaciones y su arquitectura.

Las redes operacionales de los años sesenta, poseían una arquitectura jerarquizada; es decir, la organización de las transmisiones seguía la estructura jerárquica de las unidades militares, de forma tal que cada una de ellas era responsable de su conexión con las inmediatamente superiores e inferiores.

Tal arquitectura no puede proveer, en una campaña móvil, conexiones permanentes. Esta es la razón de la nueva concepción de las redes tácticas de comunicaciones que han pasado a ser de tipo "zonal". En estos sistemas, cada unidad o grupo de abonado está sólo equipado con medios para su conexión a una red en malla que consta de una pluralidad de centrales principales cuyos desplazamientos son totalmente independientes de los de las unidades del Ejército.

La evolución del tráfico y las nuevas necesidades de transferencia de información (transmisión de datos y facsímil) son muy similares en la vida civil y militar. Sin embargo, en los sistemas militares el número de abonados potenciales es limitado y, a diferencia de los civiles, deben diseñarse con el objetivo principal de asegurar una calidad de servicio (rapidez en la conexión, uso de reglas de prioridad, servicios misceláneos) adaptada a las necesidades especiales de los usuarios de los mismos.

Otra condición adicional que se ha de satisfacer es la capacidad de establecer una conexión entre dos abo-

Tabla de abreviaturas

DMA	- Délégation Ministérielle à l'Armement
DTAT	- Dirección Técnica de Armamentos Terrestres
LSI	- integración de gran escala
PCM (MIC)	- modulación de impulsos por código
RF	- radiofrecuencia
SCRAP	- puntos de acceso de canal simple de radio
SEFT	- Section d'Etudes et de Fabrication des Télécommunications

nados, cualquiera que sea el estado de la red. Es decir, las posibles destrucciones parciales o fallos que puedan romper temporalmente algunas conexiones no han de afectar sensiblemente a la capacidad de tráfico de la red y a la posibilidad de establecer las comunicaciones más urgentes o esenciales.

Asimismo, es importante poder conectar con un abonado sin conocer su posición en el campo, lo que lleva a la necesidad de disponer de un directorio fijo que sea válido durante toda la duración de la campaña, mediante el procedimiento más simple y eficiente. Para poseer una capacidad de comunicación permanente entre los Mandos, será preciso en muchos casos la conexión por radio a la red, que deberá dar acceso a los mismos servicios que desde un aparato de abonado conectado a través de un par físico. Los abonados móviles y aislados deberán acceder a la red también mediante enlaces radio.

Finalmente, otro factor importante que ha de satisfacer el sistema es la seguridad de transmisión entendiéndose como tal la capacidad de evitar interferencias intencionadas o interceptaciones.

Una solución: La red digital RITA

La red táctica automática integrada de transmisión RITA soluciona los problemas presentados en el apartado anterior.

Los estudios RITA comenzaron en 1960 en LCT, patrocinados por la "Direction Technique des Armements Terrestres" (DTAT) y la "Section d'Etudes et de Fabrication des Télécommunications" (SEFT). El proyecto RITA es un programa de la "Délégation Ministérielle à l'Armement" (DMA) de Francia.

La red RITA posee estructura en malla. Sus centrales móviles están interconectadas por radioenlaces, lo que representa una alta flexibilidad operacional. Con su estructura mallada cubre toda la zona de acción del

Ejército y sigue la situación táctica de una forma que es totalmente independiente de la posición de las unidades y abonados. Los Cuarteles Generales están asimismo conectados a la red por medio de radioenlaces; los abonados aislados se conectan a través de "puntos de acceso de canal simple de radio" (SCRAP) localizados cerca de las centrales nodales (Fig. 1). Con ello se logra un recubrimiento de la zona de acción quasicompleto.

La información es transmitida por medio del sistema MIC (PCM) (Modulación por Impulsos Codificados) a través de las arterias múltiplex de transmisión que interconectan las centrales y los concentradores a éstas. La utilización de MIC permite obtener una calidad de comunicación constante y el uso de procedimientos de puesta en clave de alta eficiencia.

La búsqueda del abonado llamado, cuya localización no es conocida a priori, se realiza por medio del método de "encaminamiento por saturación", procedimiento que permite asimismo el establecimiento de comunicaciones en caso de destrucción parcial de la red o fallos del equipo por medio de una eliminación automática de los equipos defectuosos. El sistema integrado de radio proporciona a todos los abonados (concentrados o aislados) los mismos servicios.

La red RITA proporciona además la posibilidad de transmisión de mensajes telegráficos, datos y facsímil a distintas velocidades.

El proyecto RITA se puede considerar, por tanto, como un sistema de transmisión homogéneo y comple-

to. De ahí que RITA suponga una innovación única en la historia de las Transmisiones del Ejército.

Es de señalar que hasta ahora la evolución en el uso de equipos de transmisión en el Ejército era el resultado de la evolución individual de diferentes técnicas: radioenlaces, transmisión por cable, sistemas telefónicos y telegráficos, etc. Con la red RITA el Ejército dispondrá, a partir de 1978, de un sistema de comunicación integrado cuyas diferentes partes se han diseñado simultáneamente y están perfectamente adaptadas para una operación conjunta.

Dentro de un proyecto conjunto de varias firmas, bajo la dirección de la SEFT, el sistema RITA fue diseñado y desarrollado por el "Laboratoire Central de Télécommunications" (LCT) y "Le Matériel Téléphonique" (LMT), que fueron los encargados de los equipos telefónicos y de conmutación del proyecto.

La conmutación telefónica por Modulación por Impulsos Codificados (MIC) es un invento llevado a cabo en LCT a finales de los años cincuenta. Esta demostrada competencia condujo a SEFT a confiar a LCT, en 1960, un estudio bajo contrato sobre conmutación MIC.

En 1964 se comenzó a desarrollar una red experimental de la "primera generación". Entre 1968 y 1971 esta red fue sometida a pruebas de campo por el Ejército Francés en cooperación con los de la República Federal Alemana y Bélgica, para demostrar la validez de sus principios fundamentales.

Después del éxito con el que terminaron estas pruebas, LCT comenzó a desarrollar centrales y concentradores digitales para un equipo experimental de la "segunda generación". Bélgica y Francia, el 26 de Diciembre de 1973, firmaron un acuerdo para cooperar en el diseño, desarrollo y pruebas de campo del equipo de conmutación RITA y continuar después esta cooperación en su producción masiva, que será repartida entre industrias belgas y francesas.

El desarrollo del equipo de la "segunda generación" se está terminando ahora en LCT y será sometido a pruebas de campo próximamente, antes de su producción masiva.

El objeto de lo que resta de este artículo es la descripción detallada de soluciones técnicas y medios que se han utilizado para satisfacer las características operacionales exigidas por el Ejército.

Características del sistema

Entre las diferentes características técnicas que posee el sistema señalaremos dos fundamentales: encaminamiento por saturación y registro automático de los abonados en el directorio de las centrales.

Encaminamiento de llamadas

RITA utiliza el método de encaminamiento por saturación, conocido también como encaminamiento por difusión, que sólo necesita que las identidades de los abonados se almacenen en la central a la que están conectados.

Cuando un abonado llamado no está conectado a la central del abonado llamante, se propaga un mensaje

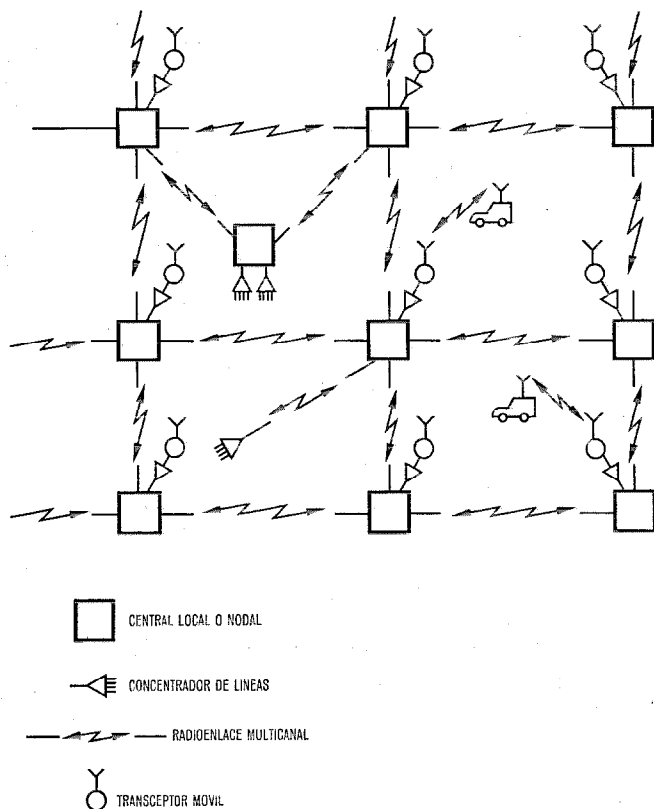


Fig. 1 Red en malla utilizada en el sistema de transmisión táctico automático integrado RITA. Este tipo de red sigue siendo operacional incluso después que gran parte del equipo ha sido destruído.

de "búsqueda" a través de toda la red por los canales de señalización.

Gracias a este método el mensaje de búsqueda llega a todas las centrales locales o nodales en operación. La identidad de la arteria de transmisión por la que se recibió en primer lugar es almacenada en cada central, con lo que queda señalado un camino potencial de comunicación.

Cuando la central del abonado llamado es alcanzada por el mensaje de búsqueda, envía un mensaje "hacia atrás" a través del camino antes señalado. La propagación de este mensaje a través de las diferentes centrales que se encuentran en tal camino controla la asignación de canales que se utilizarán para la comunicación.

El camino asignado será función de:

- El estado de la red, ya que son evitadas automáticamente las centrales destruidas o fuera de servicio.
- El tiempo de proceso en cada central, que varía con la densidad de tráfico: a bajo tráfico, el camino asignado es generalmente el más corto; bajo una situación de alto tráfico, sin embargo, el camino asignado evitará las zonas congestionadas.

El uso de este método de encaminamiento de llamadas ha sido posible gracias a la alta capacidad de tráfico del canal de señalización a 48 kBd que lleva cada arteria de transmisión. Esta capacidad inicial de tráfico queda reducida por la protección de mensajes, pero en cualquier caso queda disponible un amplio margen, para satisfacer incluso las necesidades en situaciones anormales de tráfico. La validez de esta solución quedó confirmada mediante una simulación por ordenador, realizada en 1972.

Registro automático de abonados

Ya quedó señalada la necesidad de que cualquier abonado pueda ser alcanzado sin que se conozca su localización. Este problema se ha resuelto parcialmente por medio del encaminamiento por saturación. Sin embargo, hay abonados que se mueven con frecuencia, como es el caso de los Cuarteles Generales y de los abonados conectados por puntos de acceso de canal de radio. Es pues necesario que estos abonados puedan alcanzarse incluso en caso de que las condiciones de radio-propagación impongan su transferencia de una central a otra.

Hay dos métodos para resolver el problema:

- Un abonado que está conectado por medio de un par a un concentrador controla manualmente, desde el teclado de su aparato de abonado, el registro de su número en la memoria de abonados de la central.
- En el caso de un abonado móvil, el registro se realiza automáticamente por su transceptor de radio.

La introducción de un abonado en una central hace que se envíe automáticamente a través de la red una orden por la que se borrará su número en la central a la que estaba previamente asignado.

Es de señalar que el sistema posee una protección contra errores en el registro, así como contra los intentos de intrusión por parte del enemigo.

Capacidad operacional del sistema RITA

RITA es un sistema electrónico digital de comunicaciones con control por programa almacenado, que ofrece al usuario una amplia serie de facilidades.

En otro orden de cosas, la importancia creciente de la transmisión de datos en tiempo real ha conducido a considerar la posibilidad de uso de varios tipos de unidades periféricas. Estas unidades pueden utilizar distintos sistemas de señalización, con la sola condición de que la información de señalización pueda encaminarse por los medios de transmisión y sea compatible con el ancho de banda de los terminales.

Facilidades

El sistema RITA ofrece las facilidades descritas a continuación. Se podrían introducir otras adicionales con sólo pequeñas modificaciones de programa, dada su característica esencial de sistema controlado por programa almacenado.

- Un esquema de prioridades de tres niveles, que corresponden a:
 - Abonados cuyo tráfico podría eventualmente ser restringido a comunicaciones locales.
 - Abonados que pueden acceder a todos los abonados de la red.
 - Abonados que se benefician de una prioridad global y para los que se pueden reservar canales para tráfico local y saliente.
- La posibilidad, para abonados prioritarios, de alcanzar al abonado llamado incluso si está ocupado o no hay canales libres para el establecimiento de la comunicación, a través de una o varias centrales. Para usar esta facilidad, el abonado llamante debe mandar un prefijo "P" antes de discar el número correspondiente.
- Registro, por parte del abonado, de su número. Excepto para abonados móviles, esta operación se realiza enviando el prefijo "IN" seguido por el número del abonado. Para abonados móviles esta operación se efectúa automáticamente por el transceptor móvil, cuando esté en funcionamiento.
- Numeración abreviada disponible para llamar:
 - Al operador de control, marcando "0".
 - A otras redes civiles o militares a las que se pueden interconectar la red RITA, mediante el envío de un código de encaminamiento de 3 cifras.
- Tono de abonado ausente. El abonado llamante recibe un tono especial, con lo que se evitarán intentos repetidos, cuando el abonado esté ausente o siendo transferido de una central a otra. Esta facilidad se logra marcando "8".
- Petición de identificación. Un abonado que sospecha de la verdadera identidad de su corresponsal puede pedir su identificación, en secreto, durante la comunicación, marcando "7". El número del corresponsal y todas sus características, que son almacenadas automáticamente en la posición de supervisión, pueden comunicarse al abonado demandante al final de la central origen.
- Alerta radiodifundida. Mensajes de alerta de voz o

telegráfica a abonados predeterminados. La lista de los abonados que no recibieron el mensaje se almacena en la posición de supervisión de la central origen.

- Se pueden asignar líneas agrupadas a abonados de alto tráfico. Algunos periféricos utilizan asimismo líneas agrupadas identificadas por un solo número.

Periféricos

Se pueden conectar dos tipos de periféricos al sistema RITA:

- Periféricos analógicos que operan en la banda de audio 300—3400 Hz.
- Periféricos digitales que usan la capacidad total de 48 kBd del canal.

Los periféricos analógicos son los siguientes:

- Aparato de abonado. Utilizan discado de teclado y envía señales numéricas sintetizadas por una pastilla de baja potencia LSI.
- Los periféricos que pueden estar asociados con el aparato de abonado, por medio de una caja de conexión insertada en la línea entre el aparato de abonado y el concentrador de línea. Después que la comunicación se ha establecido con el abonado llamado se pueden conectar a la línea un terminal telegráfico a 50, 75 ó 100 Bd o un terminal facsímil de baja velocidad a través de la caja de conexión.
- Terminal telegráfico de alta velocidad TETRA, que es un sistema de transmisión de mensajes que envía, a una velocidad de 600 Bd, mensajes almacenados en cinta de papel.
- Emisor/receptor automático de mensajes CAREME que utiliza modems telegráficos de 600 Bd conectados a líneas agrupadas. Se utiliza para el envío, recepción y proceso de mensajes telegráficos del Ejército.
- Punto de acceso de canal simple de radio, que entra en la red por medio de un grupo de 10 líneas. Da acceso automático a la red para 60 abonados móviles.
- Tablero de conmutación manual que se conecta por medio de líneas agrupadas y es servido por un operador. Asegura la interconexión con centrales electromecánicas, de batería local o redes públicas.
- Adaptadores RITA/OTAN y RITA/RITTER conectados a 7 líneas agrupadas. Permiten el acceso automático a las redes con señalización normalizada OTAN y a la Red Estratégica RITTER, respectivamente.

Los periféricos digitales de alta velocidad se pueden agrupar como sigue:

- Terminal facsímil de alta velocidad. Es un periférico digital para la transmisión de imágenes a la capacidad total (48 kBd) de un canal.
- Periféricos adicionales, que se podrán conectar en el futuro, si es necesario, por ejemplo, para controlar la transferencia de datos a alta velocidad entre ordenadores.

Control de las centrales RITA

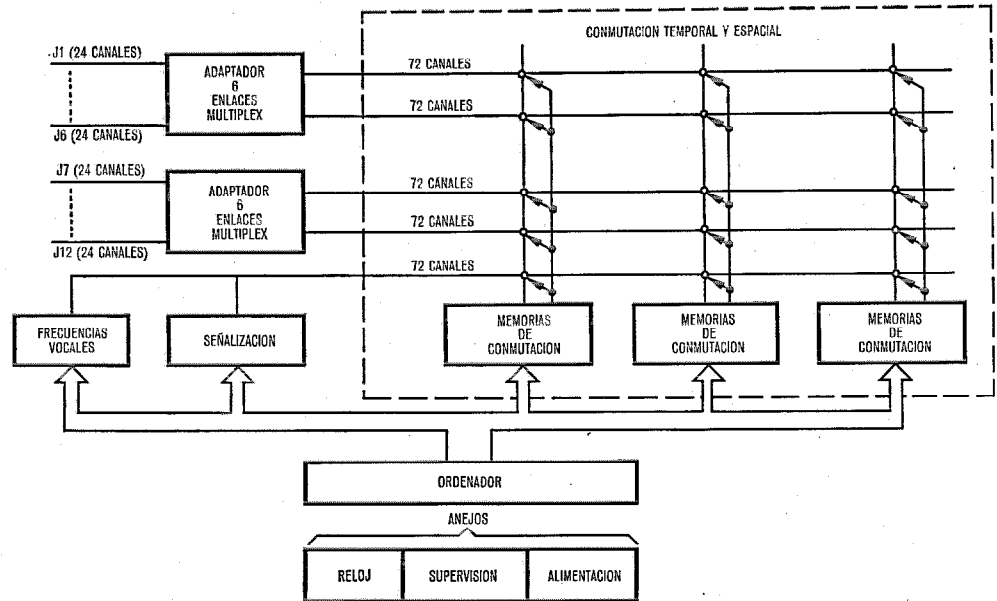
Las situaciones ante las que una central telefónica debe reaccionar son frecuentes, diversas y aleatorias. Por otro lado, es necesario que el sistema de control sea lo suficientemente flexible para permitir modificaciones en el proceso de estas situaciones, adición de nuevas facilidades e introducción de nuevos tipos de periféricos sin modificar la arquitectura ni el sistema físico que soporta la red.

Estas necesidades las satisface plenamente un sistema de control por programa almacenado, que permite modificar el modo de operación sólo modificando los programas del sistema.

La unidad de control de una central RITA reside en un ordenador CS 49, que es la versión militar del ordenador francés MITRA 15. Comprende:

- Cuadro principal.
 - Medios que permitan el acoplamiento del cuadro principal con los periféricos asociados: conmutación, teleimpresor para la comunicación hombre-máquina, lector de alta velocidad de cinta de papel y consola de supervisión.
 - Memoria rápida de ferritas con una capacidad de 32.768 palabras de 18 bits.
- El software del sistema RITA consta en esencia de:
- Software básico, que es la herramienta de producción y corrección de los programas telefónicos operacionales. Comprende el software básico del MITRA 15 (ensamblador, monitor y montador de enlace) y un ensamblador y monitor de enlace para el MITRA 15, desarrollados por LCT en un ordenador ITT 3200.
 - Monitor de multiprogramación, que controla el enlace de las distintas tareas del ordenador de control y la transferencia de datos entre éste, la conmutación y los periféricos telefónicos remotos (concentradores y abonados). Es de hacer notar que el acceso a estos periféricos se realiza a través de la red de conmutación.
 - Programas operacionales formados por módulos. La modularidad de los programas simplifica las tareas de puesta a punto, realización de cambios y preparación de documentación. Existen tres tipos de módulos de programas operacionales:
 - Módulos de transferencia de datos. Controlan la transferencia de datos entre el ordenador y los periféricos telefónicos y de proceso de datos.
 - Módulos básicos. Controlan las operaciones elementales de proceso que son comunes a las tareas de alto nivel: manejo de tablas, asignación de recursos, etc.
 - Módulos funcionales que controlan las operaciones telefónicas: exploración de líneas de abonado, establecimiento de caminos en la red, análisis de números, etc.
 - Programas de simulación, utilizados en la fase de estudio para la evaluación del sistema:
 - Reacción de los programas ante distintas situaciones telefónicas.

Fig. 2 Diagrama de bloques de la unidad de conmutación.



- Calidad de servicio: bloqueo, reacción ante fallos, etc.
- Capacidad de tráfico: estructura de la red, influencia en el flujo de tráfico de destrucciones parciales, número de arterias multiplex de transmisión disponibles.
- Capacidad de tráfico de señalización.
- Capacidad de tráfico del ordenador.

Descripción del equipo

Cada centro de conmutación RITA se puede conectar a concentradores u otros centros de la red a través de hasta 12 arterias de transmisión, cada una de ellas de 24 canales duplex. Por tanto cada unidad de conmutación puede conectarse a 288 canales y puede procesar simultáneamente 144 conexiones, lo que asegura que no existirá bloqueo interno.

Los usuarios del sistema se conectan a concentradores de línea. Cada concentrador, que puede servir hasta 50 abonados, realiza una conversión analógico/digital y concentra el tráfico cursado a través de una arteria de transmisión que llega hasta la central. El concentrador de línea es controlado remotamente desde su central de conmutación.

Se puede conectar de 4 a 12 líneas directamente a cada unidad de conmutación. Estas líneas se asignan al personal que controla la operación de la central: jefe de central, operador del panel de supervisión, etc.

Unidad de conmutación

Una unidad de conmutación, cuyo diagrama de bloques se ha representado en la figura 2, comprende:

- Adaptadores de entrada/salida para la recepción y envío de los datos de señalización por los enlaces conectados a la central.
- Las matrices de conmutación espacial y temporal, que establecen enlaces internos entre canales de diferentes arterias.
- El multisignalizador que recibe y envía los datos de señalización de los canales de señalización (señali-

zación dentro de banda) y en otros canales (señalización fuera de banda) de las arterias conectadas a la central.

- La unidad de control (ordenador CS 49) que procesa los datos de señalización y de ellos infiere las acciones que se deben ejecutar.
- El adaptador analógico, que permite a los operadores conectarse a la unidad de conmutación.
- El panel de supervisión, que sirve para controlar la operación de la central, proporcionando la comunicación hombre-máquina.

Concentrador de líneas

Hay dos posibilidades para conectar un concentrador a una central:

- Conexión alámbrica, en caso de que el concentrador esté físicamente cerca de la central.
- Conexión por medio de un enlace de transmisión que puede comprender:
 - Equipo de puesta en clave.
 - Equipo de transmisión.
 - Radioenlace o cable de 4 hilos.

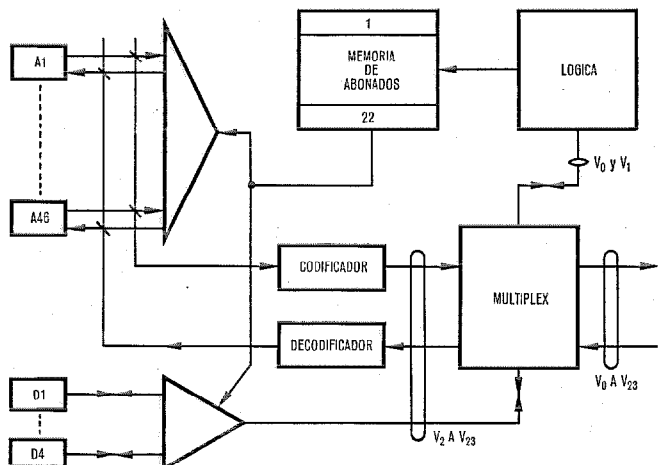


Fig. 3 Diagrama de bloques del concentrador de líneas.

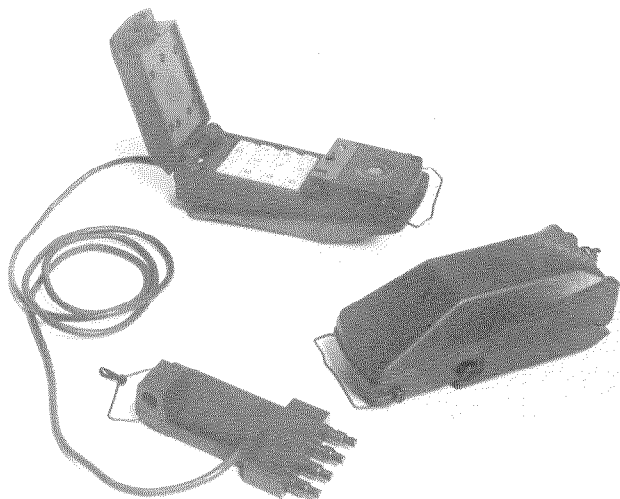


Fig. 4 El aparato de abonado AT-35 utilizado en la red RITA. Abajo, en posición "colgado". Arriba, en posición "descolgado", listo para marcar el número deseado.

La distancia entre concentrador y central puede alcanzar hasta 100 km.

El concentrador de líneas (Fig. 3), que es el medio normal para la conexión de abonados a la red tiene capacidad para 46 abonados analógicos y 4 periféricos digitales. Su capacidad de tráfico con la central es de 22 comunicaciones simultáneas; así pues, la concentración de tráfico es de 2,27.

El concentrador de líneas, que es telecontrolado por la central, está conectado a una arteria de transmisión de 24 canales de caracteres de 6 bits, duplex, identificados de V_0 a V_{23} . La asignación de canales es la siguiente:

- Canal V_0 . Transmite las señales de sincronización o alineación de trama.
- Canal V_1 . Transmite las informaciones de señalización y telecomando entre el concentrador y la central.
- Canales V_2 a V_{23} . De comunicación.

Para los abonados analógicos, cada carácter es el resultado de la codificación de una muestra de la conversación. Para los abonados digitales, cada carácter resulta del agrupamiento de 6 bits consecutivos, que se envían a una velocidad de 48 kBd.

El adaptador entre los dos tipos de líneas de abonado y el concentrador es un sistema de distribución de dos etapas. La primera etapa está formada por las cajas de conexión primarias, cada una de ellas con una capacidad de 23 abonados analógicos y 2 digitales. Esta caja contiene los dispositivos de protección de línea siguiente:

- Un supresor de chispas en cada línea para proteger el concentrador de las descargas atmosféricas que pueden llegar a los 5000 A.
- Un fusible en cada línea que protege los circuitos del concentrador, por ejemplo, en caso de cortocircuitos accidentales con los 220 V de red.

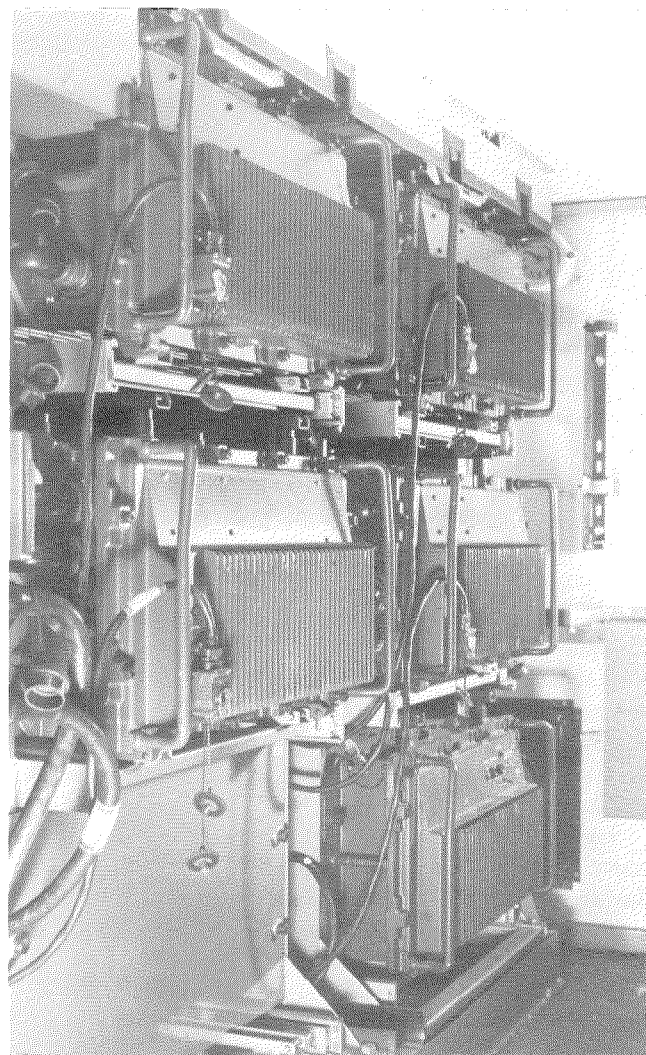


Fig. 5 Cabina de control y supervisión.

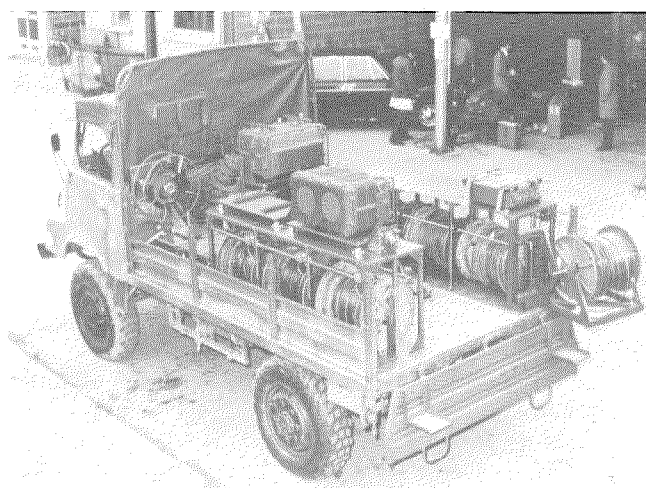


Fig. 6 Estación del concentrador.

- Diodos de bloqueo, que limitan la amplitud de los voltajes enviados al concentrador y actúan como protectores durante el tiempo de reacción de los fusibles.
- Filtros para el bloqueo de las señales RF espurias en las líneas de abonado.

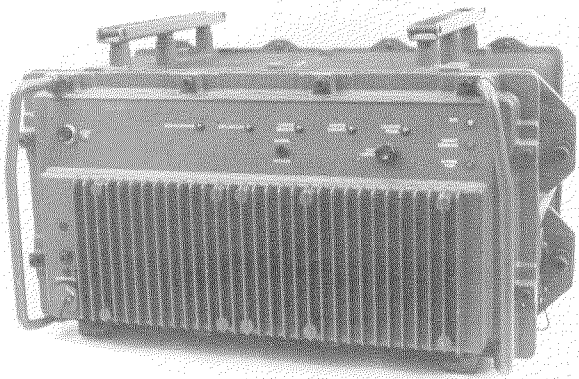


Fig. 7 Arqueta normalizada de fundición ligera RITA.

La segunda etapa está formada, para cada caja de conexión primaria, por hasta 3 cajas de conexión secundaria y dos equipos digitales. Las cajas de conexión secundarias trabajan como separadoras para 7 abonados analógicos. Un equipo digital opera como separador para el mismo equipo y un abonado analógico asociado.

La longitud de la línea que conecta un abonado al concentrador no debe exceder 400 m para los abonados digitales y 1000 m para los abonados analógicos.

En la figura 3 se representa un diagrama de bloques del concentrador de líneas.

Aparato de abonado

El aparato de abonado está constituido por una caja abatible con dos posiciones, abierta y cerrada, que corresponde a aparato "descolgado" o "colgado" (Fig. 4). En la posición cerrada el tono de llamada es emitido por el auricular. El discado de un número se realiza en posición abierta (aparato "descolgado"). El aparato se conecta al concentrador de línea por medio de un par y es alimentado desde el concentrador.

Condiciones mecánicas y ambientales

Las pruebas de especificación aplicadas por las Autoridades francesas para la homologación del equipo (acuerdo FINABEL 17 E 1) son muy similares a las del Ejército de los EE.UU.

El equipo que opera en tierra, tal como los aparatos de abonado, ha de funcionar desde -40°C hasta temperaturas de $+55^{\circ}\text{C}$ de calor seco o 40°C con 95 % de humedad. Desde el punto de vista de resistencia mecánica, el equipo debe satisfacer una gran variedad de pruebas tales como vibraciones, sacudidas, choques, caídas, inmersión, transporte aéreo y descenso en paracaídas.

El equipo que opera en vehículos no requiere pruebas en condiciones tan severas. Las condiciones climatológicas se han reducido (-25°C a $+55^{\circ}\text{C}$) y en cuanto a condiciones mecánicas, el equipo debe resistir, instalado en un vehículo, las pruebas de rodaje en terrenos muy variados; pavimentos empedrados, baches, etc. El equipo se monta en cabinas que se colocan en vehículos tácticos ligeros o camiones; con ello se consigue una alta flexibilidad operacional y una gran rapidez de colocación (Fig. 5 cabina de control y supervisión; Fig. 6: concentrador). LMT ha diseñado una "arqueta normalizada RITA" en fundición de una aleación ligera para satisfacer las condiciones exigidas (Fig. 7). Las unidades de conmutación y concentradores desarrollados por LCT están alojadas en estas arquetas. Las mismas se utilizan también para albergar los equipos de transmisión y cifrado así como la fuente de alimentación y el ordenador.

Experimentación y producción en serie

La experimentación de la segunda generación de la red RITA comenzó en julio de 1974 y continuará hasta 1976 en el 18^o Regimiento de Transmisiones, localizado en Epinal (Vosgos), donde se ha constituido una unidad experimental de 150 personas.

Después de esta experimentación, RITA se industrializará; el volumen de producción dependerá de las necesidades definitivas de los Ejércitos francés y belga.

Conclusión

RITA es una solución sencilla, realista y económicamente válida al problema de las comunicaciones tácticas en la zona de combate. Será presentado por primera vez en forma oficial en junio 1975 en la V Exhibición de Armamentos de Tierra en Satory, Francia.

Referencias

- [1] J. P. Le Corre y A. Pirotte: Aplicación de la conmutación de impulsos en código (PCM) a una red militar totalmente automática; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 42, N^o 3 (1967), págs. 80—87.
- [2] P. Vitry y A. Pirotte: El PCM en una red de comunicaciones tácticas militares; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 46, N^o 2 (1971), págs. 143—149.

Alfred Pirotte nació en octubre de 1926 en París. En 1955 obtuvo la "Licence es Sciences" en la "Faculté des Sciences" de París, año en el que entró en el Laboratoire Central de Télécommunications, donde es actualmente jefe de la Sección "Aplicación de la conmutación electrónica a equipos militares".

Pierre Mary nació en diciembre de 1939 en Martel (Lot) y se graduó como ingeniero en la "Ecole Polytechnique".

Entró en 1965 en el "Corps des Ingenieurs de l'Armement" donde es actualmente jefe del departamento de conmutación de la "División de Sistemas Integrados de Telecomunicaciones para Zonas de Combate".

ZD 1000-C - Un equipo para la transmisión múltiplex por división en tiempo de caracteres telegráficos

La tecnología de circuitos digitales integrados permite la utilización de un método muy económico para la transmisión de caracteres telegráficos de 50 baudios mediante métodos de multiplexaje por división en tiempo sobre canales telefónicos analógicos.

H. AULHORN
W. BAUMANN
A. NORZ

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

Para la transmisión de señales telegráficas con velocidades binarias de hasta 200 baudios sobre canales de transmisión analógicos con anchura de banda de 300 a 3400 Hz, se han usado hasta el presente, para una mejor utilización de estos canales, métodos de multiplexaje por división de frecuencia (los llamados equipos telegráficos de frecuencia vocal), que utilizan modulación de amplitud o de desplazamiento de frecuencia. Con el progreso en la tecnología de circuitos digitales integrados y la disponibilidad de equipos de transmisión de datos, tales como modems y equipos de banda base para canales telefónicos analógicos con velocidades binarias de varios kilobitios por segundo, el diseño de equipos de transmisión telegráfica multi-canales resulta muy apropiado si las señales se transmiten con modulación por división de tiempo (TDM) en lugar de con modulación por división de frecuencia (FDM).

La economía de tal equipo TDM comparado con el sistema telegráfico por división de frecuencia se deduce de lo siguiente:

- El coste del equipo por canal es inferior que el de telegrafía por frecuencia vocal (telegrafía armónica).
- Con un método ventajoso de codificación, pueden transmitirse en una banda de frecuencias dada más del doble del número de señales telegráficas en comparación con los métodos FDM.

El equipo TDM puede utilizarse entre centros de conmutación así como en áreas de abonado de un centro de conmutación. Lo último es muy interesante en casos en que se utiliza conmutación moderna controlada por ordenador que, por razones económicas, requiere un pequeño número de centros de conmutación en una determinada red. Este requisito supone, en parte, muchas líneas de abonado muy largas que pueden realizarse, sin embargo, de una manera económica mediante utilización múltiple de los medios de transmisión que emplean equipos múltiplex por división de tiempo.

Estudio de los métodos para la transformación de caracteres anisócronos en un flujo de bitios isócrono

Una señal TDM puede producirse económicamente sólo si los flujos de bitios que se han de multiplexar son isócronos (es decir, los intervalos entre bitios tienen igual duración) y síncronos unos respecto de los otros (es decir, con una relación de fase constante en cada

flujo o tren de bitios). En el caso de telegrafía, los caracteres son anisócronos, es decir, los elementos de los caracteres no tienen todos la misma duración. Si estos caracteres han de ser multiplexados en tiempo, es necesario encontrar un método para transformarlos en un flujo de bitios isócrono.

Tales métodos son:

Muestreo masivo

Los caracteres telegráficos se muestrean con una secuencia de impulsos isócronos, la frecuencia de los cuales es muy superior a la velocidad binaria de las señales telegráficas. Si la distorsión telegráfica debe ser, por ejemplo, inferior al 5%, la frecuencia de los impulsos de muestreo deberán exceder más de 20 veces la velocidad binaria de la señal telegráfica. Deberá ser 1 kHz en el caso de 50 baudios.

Las principales características de este método son, por tanto:

- se garantiza total transparencia y por consiguiente, no hay restricción alguna en la estructura de las señales telegráficas, como es el caso en telegrafía de frecuencia vocal;
- equipo de bajo coste;
- necesidad de una anchura de banda muy amplia, en nuestro caso unas 10 veces la necesaria en telegrafía de frecuencia vocal.

Muestreo codificado

Se obtiene una notable reducción en los requisitos de anchura de banda utilizando un método en el que el instante de una inversión en la señal telegráfica se representa en forma codificada. El principio de este método utiliza un tren de impulsos de muestreo isócrono (distancia entre impulsos de muestreo $1/20$, por ejemplo, de la duración del bitio, si la distorsión permitida es del 5%) y combina varios intervalos de muestreo en un intervalo de tiempo. Si durante este intervalo tiene lugar una transición, ésta se representa por un carácter binario.

Existen diferentes variaciones de este método, es decir, puede obtenerse una anchura de banda mínima o alta inmunidad al ruido. El método de "índice móvil con confirmación" que se utiliza frecuentemente, necesita 5 bitios por elemento telegráfico a 5% de distorsión. Las características más importantes del método de muestreo codificado son:

- total transparencia,
- coste del equipo no muy elevado,
- necesidad de anchura de banda amplia. En nuestro caso, dos veces la necesaria en telegrafía de frecuencia vocal.

Relleno

Si los caracteres telegráficos que se han de transmitir son casi sincronicos ("plesiócronicos") respecto al reloj del multiplex, que controla los bitios de los caracteres telegráficos, pueden utilizarse los métodos llamados de "relleno" o de "justificación". Para este objeto, se inserta o se omite un bitio especial de relleno, si la diferencia de fase entre los impulsos de muestreo y la señal de transmisión excede a un cierto valor [1].

En la mayor parte de los casos es necesario informar al lado receptor si la información de relleno ha sido o no alterada mediante bitios de señalización especiales. Sin embargo, si la información que se ha de transmitir se estructura en bloques de longitud definida, la adición u omisión de bitios de relleno no necesita ser señalizada al lado receptor. Este hecho puede utilizarse en el caso de transmisión de caracteres telegráficos porque:

- la velocidad binaria nominal es de 50 baudios,
- la longitud "del bloque" en el alfabeto internacional nº 2 se especifica con 7,5 elementos por carácter,
- el "arranque de bloque" se identifica siempre por un elemento de arranque.

Por tanto, si estos caracteres telegráficos se han de transmitir sobre un equipo TDM, es suficiente alargar o acortar un caracter en medio elemento para adaptación al reloj del multiplex, es decir, un carácter puede alargarse a 8 ó acortarse a 7 elementos, dependiendo de la relación de fase. Las características más significativas de este método que puede llamarse "relleno arritmico" son las siguientes:

- no es transparente (está ligado a la longitud del código y a la velocidad binaria),
- coste del equipo no es muy alto,
- pequeña anchura de banda necesaria, aproximadamente la mitad de la utilizada en telegrafía de frecuencia vocal.

Estudio de los métodos de señalización en las redes de telex

Si ha de diseñarse un equipo TDM para utilización en redes de telex, hay que tener en cuenta que no sólo han de transmitirse caracteres telegráficos sino también criterios de conmutación. Por esta razón, se hace a continuación un pequeño estudio sobre los diferentes métodos de señalización recomendados por el CCITT en lo que se refiere a los aspectos de transmisión.

Señalización A para redes de telex (Recomendación U.1 del CCITT)

- Señales de conmutación:
- condición estable de arranque,
 - condición estable de parada,

- impulso en condición de arranque, duración 40 ± 8 ms, seguido por condición de parada de más de 100 ms,
 - impulso en condición de arranque, duración 150 ± 11 ms, seguido por condición de parada de 2 a 8 s.
- Señales de selección: caracteres telegráficos.

Señalización B para redes de telex (Recomendación U.1 del CCITT)

- Señales de conmutación:
- condición estable de arranque,
 - condición estable de parada,
 - impulso en condición de parada, duración 17,5 a 35 ms,
 - impulso en condición de parada, duración 1,5 a 8 s,
 - impulso en condición de parada, duración 165 a 260 ms, seguida por condición de arranque de 1,5 s.
- Señales de selección:
- impulsos de selección con tolerancias de acuerdo con la Recomendación U.2 del CCITT (9 a 11 impulsos por segundo, relación trabajo-reposo 1,2/1 a 1,9/1),
 - o bien, caracteres telegráficos.

Señalización C en tráfico internacional de tránsito (Recomendación U.11 del CCITT)

Este método de señalización utiliza caracteres telegráficos pero no será tenido en cuenta en este artículo.

Señalización D para servicios de telex en redes de datos anisócronos (Recomendación U.12 del CCITT)

- condición estable de arranque,
 - condición estable de parada,
 - caracteres, formados por 1 elemento de arranque, 4 elementos de información, 1 elemento de paridad y 1 elemento de parada.
- Las condiciones estables de arranque y de parada ocurren durante la fase de señalización solamente en múltiplos enteros de una longitud de carácter (7 bitios).

El equipo multiplex por división de tiempo ZD 1000-C

Se han considerado como los factores más importantes del equipo ZD 1000-C el bajo coste y una buena utilización de la anchura de banda. Por esta razón, se ha aplicado el método de relleno arritmico ya que, por otra parte, no es necesaria la transparencia de código y velocidad si el equipo se utiliza solamente en redes de telex, donde se especifican tanto el código como la velocidad.

Introducción de caracteres telegráficos en el tren de bitios isócronos

La figura 1 muestra el método de relleno. La transición delantera del elemento de arranque A de cada carácter telegráfico inicia el muestreo de los elementos de ese carácter en su mitad; para este objeto se desplaza adecuadamente la fase de los trenes de impulsos de muestreo aplicados a cada canal individualmente.

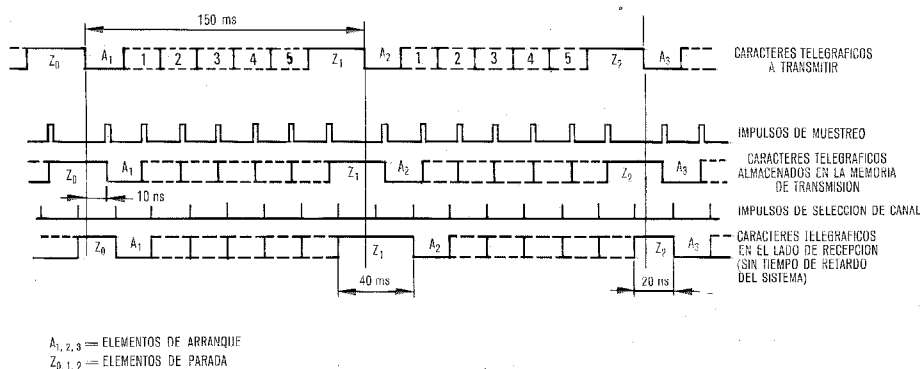


Fig. 1 Relleno de caracteres telegráficos.

Estos impulsos de muestreo se utilizan como reloj de impresión para la memoria de transmisión de un bitio. Los impulsos de selección de canal que siguen a los impulsos de muestreo se utilizan para leer la información de esa memoria en la fase adecuada para combinar la señal múltiplex. Los impulsos de selección de canal se producen en la parte central del equipo. Dependiendo de la relación de fase entre los elementos telegráficos y los impulsos de selección de canal, el elemento de parada Z puede muestrearse una o dos veces debido a su duración nominal de uno y medio elementos. Este elemento de parada se reproduce, pues, en el lado de recepción con una duración de 20 ms, o bien de 40 ms, es decir, el relleno se realiza añadiendo u omitiendo medio elemento. Se permite también la reducción del elemento de parada a 20 ms, si se utilizan regeneradores telegráficos; la Recomendación R. 60 del CCITT permite la reproducción de un elemento de parada con la duración nominal de un elemento en lugar de uno y medio.

Introducción de la información de señalización en el tren de bitios isócronos

Con el método mencionado anteriormente relativo al tratamiento de los caracteres telegráficos, la información de señalización del tipo D, así como la señalización de la red EDS de la Administración alemana (DBP) que tiene cierta semejanza con la señalización del tipo A, puede transmitirse sin restricción alguna.

Sin embargo, las señalizaciones de los tipos A y B necesitan de un cierto equipado adicional donde hay que esperar todavía alguna pequeña violación de las tolerancias de la Recomendación U.2 del CCITT para los impulsos de selección. Sin embargo, las pruebas extensivas que se han realizado muestran que estas violaciones no causan perturbación alguna en la práctica.

Puesto que el equipo ZD 1000-C se introducirá principalmente en redes modernas con señalización D, o en redes EDS, por razones económicas únicamente, se diseñó la versión nominal para señalización tipo D y EDS de manera que no permite la transmisión de impulsos de selección.

En este artículo no se tratará, pues, la versión para señalizaciones tipos A y B.

Construcción de la trama, número de canales, sincronización

Después de que se ha indicado cómo se convierten los caracteres telegráficos arrítmicos en un tren de bitios isócronos, en lo que sigue se tratará de la combinación de varios de estos trenes de bitios para formar un agregado de señal múltiplex.

Esta señal múltiplex puede combinarse de diferentes modos: se pueden colocar los bitios de cada canal uno después de otro en una trama (entrelazado de bitios) o se pueden combinar grupos de bitios de un canal que tienen alguna interrelación, sin separar estos grupos o palabras (entrelazado de palabras). El método de entrelazado de palabras se aplica, por ejemplo, con PCM, donde en intervalos de tiempo iguales se han de transmitir valores de amplitud, codificados en binario, de un canal en grupos de 8 bitios.

Los caracteres telegráficos se presentan también en grupos de bitios y, por tanto, parece también obvio que pueda ser ventajoso transmitir estas palabras entrecruzadas. Pero como no ocurren en intervalos de tiempo iguales será, pues, necesario desplazarlos, mediante el uso de memorias costosas, a la posición correcta con objeto de obtener una construcción de trama única.

Si adicionalmente se han de transmitir impulsos de selección y de señalización, la circuitería resultaría muy complicada.

Por estas razones, en el equipo ZD 1000-C se ha utilizado una estructura de trama de bitios entrelazados.

El número posible de canales depende principalmente de la velocidad de señalización de datos del agregado de señal múltiplex que se eligió de 3 kbitios/s, por las siguientes razones:

- los datos de esa velocidad de señalización pueden transmitirse mediante un equipo simple sobre canales de voz;
- en las redes de datos futuras una de las "velocidades del soporte" internas de la red será de 3 kbitios/s. Por tanto, la transmisión y equipo múltiplex previstos para tales redes puede utilizarse sin cambio alguno.

En un tren de datos de 3 kbitios/s puede introducirse un número global de 60 canales de 50 baudios. Algunos de estos canales, sin embargo, son necesarios para

supervisión y sincronización de la trama. Con objeto de obtener un tiempo corto de sincronización y seguridad suficiente contra perturbaciones, se utiliza, ordinariamente, cerca del 5 % de una trama como modelo de sincronización [3]. En la figura 2, se muestra la construcción de la trama del equipo ZD 1000-C.

El modelo de sincronización se cambia cada segunda trama, con objeto de obtener seguridad adicional contra simulaciones. En la figura 3, se muestra un diagrama del proceso de sincronización.

Método de funcionamiento

En la figura 4 se muestra un diagrama de bloques del equipo. El circuito de terminación de canal (lado de transmisión) convierte los caracteres de llegada en un tren de bitios isócronos, como se ha explicado anteriormente.

Si existe predistorsión en estas señales se elimina, si está dentro de ciertos límites.

Las memorias de transmisión de todos los canales se leen una tras otra mediante los impulsos de selección de canal y sus condiciones se combinan en la señal múltiplex. Los impulsos de selección de canal se derivan del reloj de transmisión de 3 kHz mediante un divisor situado en el multiplexor con relaciones 1:2, 1:4, 1:7,5.

En cada extremo del canal de transmisión se necesita un convertidor de señal que adapta la señal múltiplex a las características de este canal. Si no existen secciones de portadora incluídas, puede utilizarse una simple unidad de transmisión de banda base. Sin embargo, si hay secciones de portadora utilizadas como medio de transmisión, se necesita un método de modulación que utilice una portadora de frecuencia vocal; en este caso, se utiliza un método de modulación por desplazamiento de cuatro fases.

En el demultiplexor, los bitios de la señal múltiplex recibida se distribuyen a los diferentes circuitos de terminación de canal (lados de recepción); la correcta coordinación se establece por la sincronización de los tres divisores con los del lado de transmisión. Dichos divisores generan los impulsos de selección de canal.

El conmutador de canal, controlado por los impulsos de selección del canal, hace que las memorias de recepción tomen los bitios correspondientes de la señal múltiplex. Las condiciones significativas de estos bitios se almacenan en la memoria de recepción hasta que tienen lugar los impulsos de selección del siguiente canal, es decir, 20 ms. Estos intervalos de 20 ms se combinan con los caracteres telegráficos originales, con excepción de los elementos de parada que pueden ser más largos o más cortos que el carácter original, como se ha explicado anteriormente.

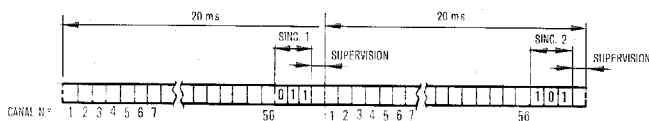


Fig. 2 Trama de la señal múltiplex.

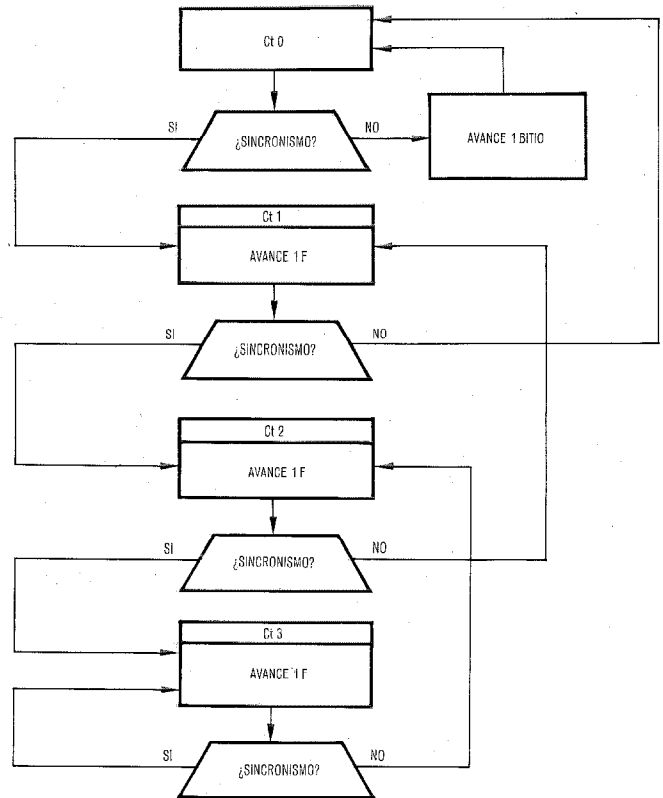


Fig. 3 Diagrama de flujo de la sincronización de trama.

La realización de las funciones lógicas se ha efectuado mediante circuitos integrados en tecnología CMOS, que tiene como principales ventajas bajo consumo de potencia y alta inmunidad al ruido.

Las características eléctricas de la interconexión se adaptaron a las especificaciones de las series de circuitos TTL, por razones de bajo consumo de potencia y economía.

Los parámetros más esenciales de los circuitos de interconexión son:

- Voltaje de la fuente, + 5 voltios (binario "0") y 0 voltios (binario "1").
- Impedancia de la fuente 100 ohmios.
- Impedancia de la carga 400 ohmios.

En los casos en que se apliquen otras especificaciones de interconexión, puede instalarse una unidad de adaptación especial.

Diseño mecánico

El equipo ZD 1000-C se ha diseñado siguiendo el mismo principio que el equipo telegráfico de frecuencia vocal WT 1000 [4, 5]. Los circuitos están montados en tarjetas de circuito impreso que se enchufan en un armazón de 56 canales.

Estos armazones pueden enchufarse en un bastidor de 2600 mm de altura y 600 mm de anchura. Este bastidor puede equipar, por ejemplo, ocho armazones ZD 1000-C, es decir, 448 terminales de canales. En un bastidor, además de los armazones ZD 1000-C pueden montarse también otros armazones que tengan el mismo principio de diseño. Como ejemplo, el equipo

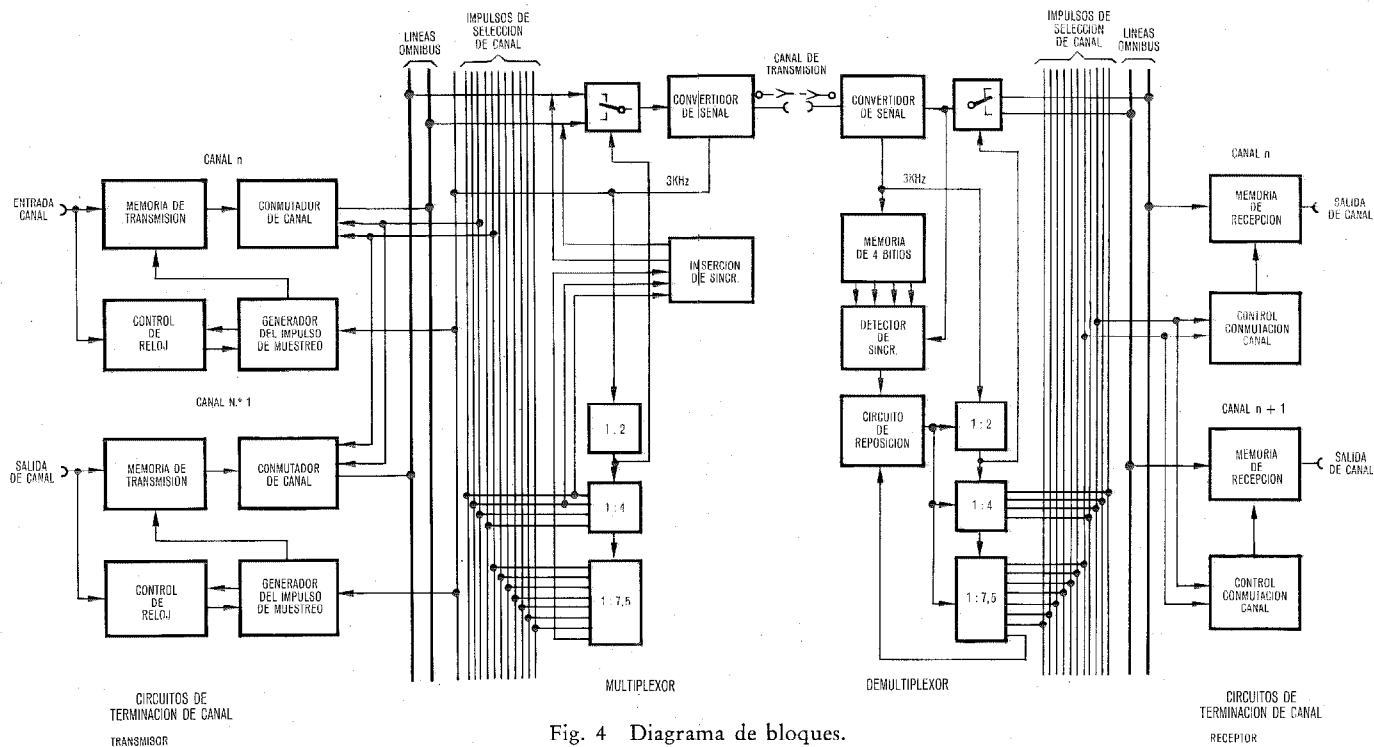


Fig. 4 Diagrama de bloques.

VFT (telegrafía de frecuencia vocal) de abonado, ED 1000 (transmisión duplex de un canal) [6, 7] que ya se utiliza en el área del Bundespost alemán y que se interconecta con el ZD 1000-C, puede combinarse con el ZD 1000-C en el mismo bastidor.

Los armazones tienen 600 mm de anchura, 219 mm de altura y 193 mm de profundidad (Fig. 5). El campo de conectores se monta en el lado izquierdo, por detrás del panel frontal.

El cableado posterior está contenido en una tarjeta impresa que también lleva los conectores hembra para las tarjetas de circuito impreso. En la parte posterior de cada tarjeta impresa se monta un dispositivo de

codificación mecánica, con objeto de evitar que se enchufen las tarjetas en posiciones equivocadas.

En la figura 5 se indica la función y situación de las tarjetas y unidades enchufables. En la posición nº 31 puede montarse un equipo de banda base, un modem o una unidad de adaptación ANC, si el ZD 1000-C se ha de conectar a un medio de transmisión digital tal como multiplexores de datos de orden superior.

Conclusión

El equipo múltiplex por división de tiempo ZD 1000-C para transmisión de télex que se ha descrito en el presente artículo, ha sido un desarrollo realizado en estrecho contacto con el Bundespost alemán por SEL y SAG conjuntamente. El equipo se probó en 1974/75 en aplicaciones de campo por el Bundespost alemán. Debido a los buenos resultados obtenidos se decidió introducirlo en la nueva red de télex y datos alemana.

Referencias

- [1] W. Dietze: Übersicht und Vergleich von Taktanpassungsverfahren. In: Nachrichtentechn. Fachber. 42, PCM-Technik, 1972.
- [2] CCITT: Técnica telegráfica, Libro Verde, Vol. VII. Unión Internacional de Telecomunicación, Ginebra 1973.
- [3] H. Häberle: Theory der Blocksynchronisation binärer Übertragungssysteme. Nachrichtentechn. Fachber. 33, Statische Signaltheorie, 1966.
- [4] G. Schallert: Übertragungssysteme für Telegrafenwege. In: Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1972. H. Pooch, Darmstadt.
- [5] H. Aulhorn: WT 1000, eine neue Generation von Wechselstromtelegrafie- und Datenübertragungsgeräten. NTZ-Report 11. Drahtgebundene Übertragungstechnik, 1972, págs. 34-37.
- [6] G. Schallert: Anschlußtechnik für Fernschreib- und Datennetze. In: Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1974. H. Pooch, Darmstadt, págs. 315-335.

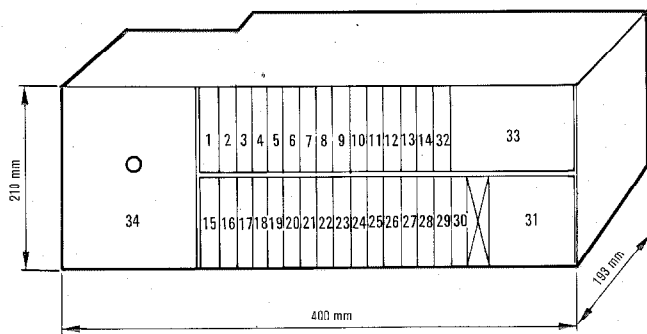


Fig. 5 Armazón ZD 1000-C. Función y disposición de las unidades enchufables.

- 1... 28 - Tarjetas de canal KSC con 2 circuitos de terminación de canal cada una.
- 29 - Multiplexor MUX.
- 30 - Demultiplexor DMX.
- 31 - Unidad de transmisión UE o unidad de adaptación ANC.
- 32 - Circuito de alarma central ZAS.
- 33 - Suministro de energía SV.
- 34 - Cubierta (frontal) y campo de conectores (posterior).

[7] J. Wasser: Einkanal-Datenübertragungseinrichtungen ED 1000. NTZ-Report 11. Drahtgebundene Übertragungstechnik, 1972, págs. 38—42.

Herbert Aulhorn nació en 1914 en Dresden, Alemania, donde estudió en la Universidad Técnica. En 1949 ingresó en C. Lorenz AG (más tarde SEL) donde estuvo dedicado, principalmente, al desarrollo de equipos telegráficos para transmisión local y a la larga distancia desde 1950.

Walter Baumann nació en 1922 en Heilbronn, Alemania. En 1953 recibió el Diploma en Física por la Universidad Técnica de Stuttgart. Después se incorporó a Mix und Genest AG (más

tarde SEL) y estuvo a cargo del desarrollo de los aspectos de transmisión de conmutación telefónica, así como del desarrollo de equipos por corrientes portadoras sobre línea aérea. Desde 1958 trabajó en el departamento de planificación para aplicaciones de transmisión por línea y desde 1964 lleva la responsabilidad de la planificación de transmisión de telegrafía y datos.

Albert Norz nació en 1931 en Stuttgart y en 1957 obtuvo el diploma de Ingeniería en la Universidad Técnica de Stuttgart. En 1959 se incorporó a SEL donde primeramente estuvo a cargo del desarrollo avanzado de transmisión por línea. En 1966 se hizo responsable del desarrollo de equipos para transmisión de datos y desde 1972 es jefe del departamento de transmisión digital.

Modem 2012 para transmisión de datos

El modem 2012 cumple las nuevas Recomendaciones del CCITT V. 23, V. 24, V. 25 y V. 28. Permite la transmisión de datos por una red telefónica pública o privada, así como sobre líneas alquiladas (punto a punto). Las velocidades de transmisión de señalización son 75, 600 ó 1200 bitios/s.

H. P. BETTEN
R. WIDMAIER
M. WIEGEL

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

Introducción

El sistema telefónico automático que puede utilizarse para la transmisión de datos, permite la transmisión de señales en las bandas de frecuencias comprendida entre 300 y 3400 Hz. Como los terminales de datos pueden, en general, procesar solamente señales de CC, se necesitan modems (modulador, demodulador) para la transmisión de datos. Estos modems convierten las señales de CC en señales de VF y viceversa.

La creciente demanda de equipos para transmisión automática de datos y en particular la demanda de un terminal de datos de llamada con selección automática y con conexión automática del terminal de datos llamado, ha hecho necesario desarrollar modems que cumplan la última Recomendación V. 25 del CCITT. En consecuencia, Standard Elektrik Lorenz AG, (SEL) ha desarrollado el modem 2012 para sustituir al modem existente 2011 [1] utilizado por el Bundespost (Administración de Alemania Federal), bajo la designación D 1200 S. Cumple las últimas recomendaciones del CCITT V.23, V.24, V.25 y V.28 [2]. Se han tenido también en cuenta las especificaciones normales para un nuevo modem (designación de Bundespost D 1200 S 02 [3]).

La Recomendación V. 23 sugiere el uso de modems en el sistema telefónico público con modulación por desplazamiento de frecuencia y velocidades de transmisión de datos de señalización en el canal de datos de hasta 1200 bitios/s. Debe existir la posibilidad de conmutar a la velocidad inferior de transmisión de datos de 600 bitios/s, cuando se utilizan líneas de transmisión de baja calidad, tales como secciones de línea largas con bobinas de carga. Para la transmisión de 1200 bitios/s, las frecuencias asignadas son 1300 Hz y 2100 Hz; para la velocidad de 600 bitios/s, las frecuencias son 1300 Hz y 1700 Hz. Para el margen inferior del canal telefónico debe existir la posibilidad de utilizar un canal de retorno opcional para la señalización de datos de un máximo de 75 bitios/s, utilizando las frecuencias asignadas de 390 y 450 Hz.

Las Recomendaciones V. 24 y V. 28 del CCITT especifican el tipo y función de las líneas de interconexión entre el modem y el terminal de datos, así como de las señales intercambiadas sobre estos circuitos.

En la Recomendación V. 25 se determinan los procedimientos para el establecimiento tanto automático como manual, de una conexión utilizando la red telefónica pública. Un equipo de repuesta telefónica automática situada dentro del modem, conceta auto-

máticamente la estación de datos llamada. Además, debe poderse efectuar la conexión utilizando un equipo de llamada automático que no forme parte del modem [4].

En las especificaciones del Bundespost se establecen detalles adicionales que se refieren principalmente a la conexión al sistema telefónico alemán y a sus propiedades especiales.

El modem 2012 puede, además, equiparse con una unidad de reloj para la transmisión síncrona de datos.

Aplicaciones

El model 2012 puede conectarse a una línea de abonado de un sistema telefónico público o privado, o bien a una línea alquilada.

Para acomodarse a las diversas funciones eléctricas requeridas durante el funcionamiento en estas líneas, el model 2012 se divide en unidades para el canal de datos, el canal de retorno y la unidad de respuesta telefónica automática. Estas unidades pueden utilizarse en dos versiones diferentes del modem, como sigue:

- Modem 2012 G (Fig. 1) para conexión simultánea a una línea de un sistema telefónico público o privado (también a través de un equipo de llamada automática para funcionamiento con datos, si es preciso) y a una línea alquilada de 2 hilos o de 4 hilos (Fig. 3). También para funcionamiento con un canal de datos así como opcionalmente, con o sin canal de retorno y equipo de respuesta automática. Cuando se conecte al sistema telefónico público o a líneas alquiladas a 2 hilos, el modem 2012 G permite funcionamiento semiduplex en el canal de datos; cuando se conecta a líneas alquiladas a 4 hilos es posible el funcionamiento duplex completo.
- Modem 2012 K (Fig. 2) que funciona exclusivamente sobre una línea alquilada de 2 ó 4 hilos con el canal de datos. Además, puede utilizarse en un sistema multipunto. Cuando funciona en línea a 2 hilos es posible la operación semiduplex y con líneas a 4 hilos el funcionamiento duplex completo.

Con el modem 2012 G se selecciona la línea requerida que, si es preciso, puede conmutarse a la otra línea. Esto permite, por ejemplo, transmitir datos por la red telefónica pública si se avería la línea alquilada. El modem puede también conectarse directamente a la línea fija (Fig. 3 c) o, si se transmiten datos y telefonía alternativamente, a través de una unidad adicional que permite conmutar entre la transmisión de datos y telefonía y genera la corriente de alimentación del

transmisor y las señales de llamada, en el caso de telefonía.

Ambos modems han sido seleccionados por el PTT alemán, el modem 2012 K para funcionar con el "Hauptanschluß für Direktruf" y el modem 2012 G con el mismo servicio y con sistemas telefónicos públicos. El "Hauptanschluß für Direktruf" es un nuevo servicio del PTT y cursa tráfico de datos a través de líneas alquiladas entre dos abonados que corresponden a corporaciones diferentes. La introducción de este servicio está basada en la intención del PTT de proporcionar un funcionamiento sin perturbación a todos los usuarios de la red. En este caso, la transmisión de datos no viene afectada por otras secciones de tráfico. Por otra parte, los modems no causan perturbación alguna que pueda afectar a la seguridad o funcionamiento normal de la red. Se sella el modem con objeto de evitar posibles interferencias en los ajustes del Bundespost por personas no autorizadas. El Bundespost es responsable de la conservación y supervisión de la red, incluyendo los modems que terminan las líneas.

Construcción

Ambos modems se alojan en una caja formada por una cubierta y una placa base, hechas de aluminio extruido, unidas por dos piezas laterales de fundición de aluminio; la parte trasera y el panel frontal son también de extrusión de aluminio. Hay dos modelos de sobremesa con diferentes anchuras:

- Modem 2012 G: anchura 445 mm, profundidad 225 mm (sin clavijas), altura 125 mm.
- Modem 2012 K: anchura 245 mm, profundidad 225 mm (sin clavijas), altura 125 mm.

Para permitir utilizar diversos equipos en la misma estación, los modems pueden apilarse verticalmente o montarse en bastidores de 19 pulgadas. Todos los cables de conexión están anclados mecánicamente y orientados hacia la pared posterior; para conectar las líneas de interconexión al equipo terminal de datos, hay también en la parte posterior un conector de 25 terminales (Cannon DBM-25 S).

Todos los elementos de control y de supervisión que pueden ser accionados por el abonado están dispuestos en un panel de conmutación, cubierto por una portezuela, en el panel frontal del modem y fácilmente accesible. La conexión de los equipos a la alimentación se indica mediante una lámpara piloto.

Los modems se dividen en las siguientes unidades enchufables: transmisión de canal de datos, receptor de canal de datos, transmisor de canal de retorno, receptor de canal de retorno, filtro separador, equipo de respuesta automática, unidad de temporización, panel de conmutación y unidad de alimentación. Para interconexión de las diferentes unidades enchufables cada modem va equipado con una tarjeta impresa provista de conector hembra. Las tarjetas son tales que las mismas unidades enchufables del canal de datos pueden utilizarse en ambos modems.

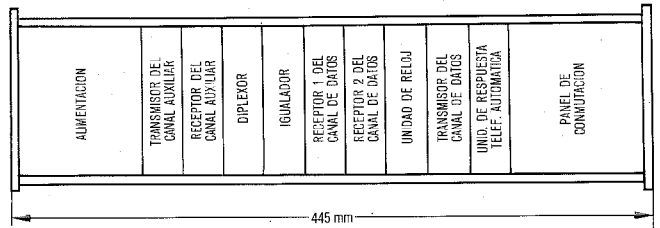


Fig. 1 Construcción del modem 2012 G para transmisión de datos.

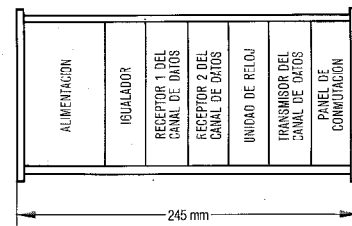


Fig. 2 Construcción del modem 2012 K para transmisión de datos.

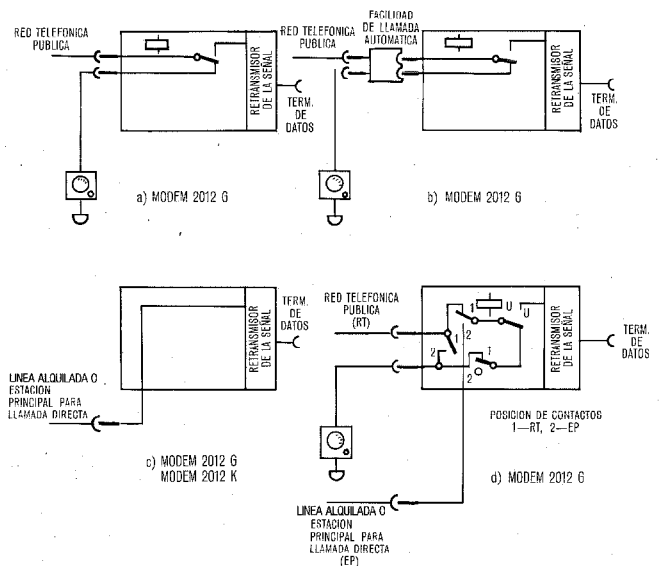


Fig. 3 Posibles aplicaciones en los modems 2012 G y 2012 K.
 a) Conexión a la red telefónica pública.
 b) Conexión a la red telefónica pública mediante equipo de llamada automática.
 c) Conexión a una línea alquilada o a la estación principal para llamada directa.
 d) Conexión opcional a la red telefónica pública, a una línea alquilada o a "Hauptanschluß für Direktruf", respectivamente.
 U - Conmutación telefónica-transmisión de datos.

En panel de conmutación del modem 2012 G contiene 3 tarjetas impresas; las demás unidades enchufables constan de una sola tarjeta impresa que mide 100 x 160 mm. Estas unidades enchufables se han construido en la práctica de equipo BW 7, especificada por el Bundespost alemán y están equipadas con un conector de borde 63 R (DIN 41 617). En la parte frontal de las tarjetas impresas existen puntos de prueba y elementos de control accesibles. Las unidades enchufables sólo pueden equiparse en su posición correcta dentro de la caja.

Modo de funcionamiento

En las figuras 4 y 5 se muestran diagramas de bloques de los modems 2012 G y 2012 K, respectivamente.

Transmisor del canal de datos

Los datos aplicados a una línea de intercambio 103, controlan a un oscilador LC que se puede modular por desplazamiento de frecuencia. El amplificador transmisor puede conmutarse a las posiciones de conectado o desconectado (on/off) mediante 105, utilizando un conmutador electrónico. Este conmutador está situado delante del filtro de transmisión RC y diseñado de tal manera que la modulación por des-

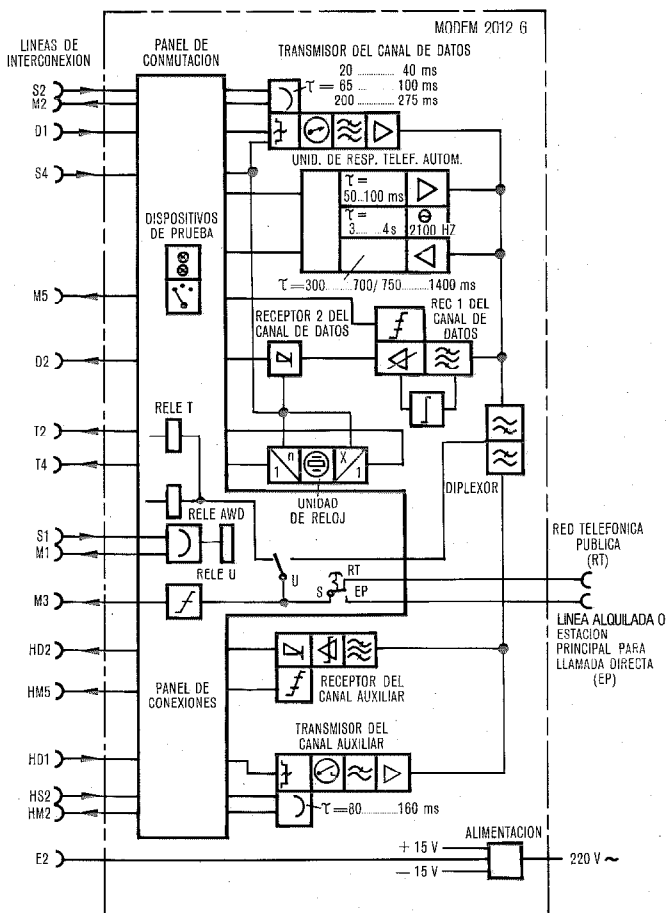


Fig. 4 Esquemático de bloques del modem 2012 G.

Designación de los circuitos de intercambio:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 102 - retorno común | 111 - selector de la velocidad |
| 103 - datos transmitidos | de datos de señalización |
| 104 - datos recibidos | 114 - elemento temporizador |
| 105 - petición de emisión | de transmisión |
| 106 - dispuesto para emitir | 115 - temporizador |
| 107 - equipo de datos dispuesto | de recepción |
| 108.1 - conectar equipo de datos | 118 - canal de datos de retorno |
| a línea | transmitidos |
| 108.2 - terminal de datos | 119 - canal de datos de retorno |
| dispuesto | recibidos |
| 109 - detector de señal de línea | 120 - transmisión de señal de |
| recibida del canal de datos | línea del canal de retorno |
| 111 - selector de la velocidad | 121 - canal de retorno dispuesto |
| de datos de señalización | 122 - detector de señal recibida |
| 114 - elemento temporizador | de línea del canal de |
| de transmisión | retorno |
| | 125 - indicador de llamada |

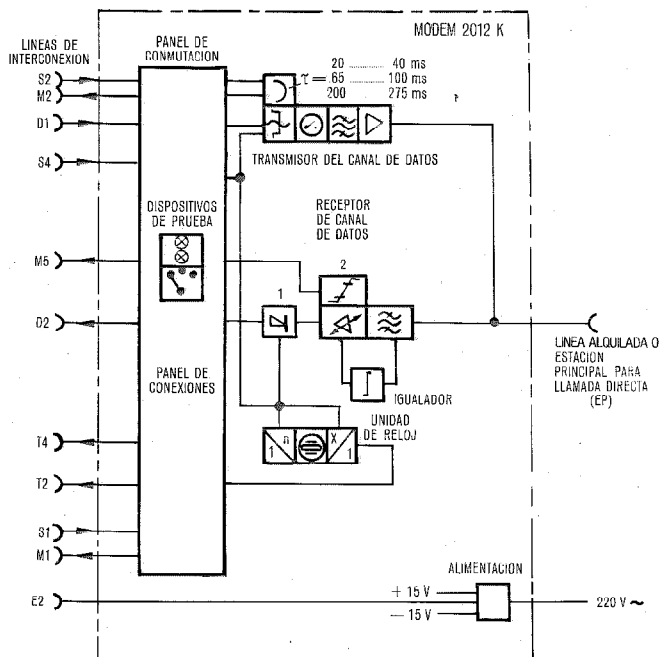


Fig. 5 Esquemático de bloques del modem 2012 K.

plazamiento de frecuencia puede efectuarse hasta inmediatamente antes del estado de desconexión.

La condición de conectado del transmisor se reenvía al terminal de datos después de 30 ms a través de 106. Este tiempo puede ajustarse a 80 ó 235 ms utilizando contactos ponteados. El filtro de transmisión suprime las frecuencias generadas por la modulación de desplazamiento de frecuencia que caen dentro del canal de retorno. Además, suprime las frecuencias superiores que podrían afectar a las líneas próximas por diafonía.

El circuito de intercambio 111 se utiliza para conmutar entre las dos velocidades de transmisión de datos de 600 y 1200 bitios/s con sus correspondientes frecuencias asignadas. El nivel de transmisión puede ajustarse en pasos de 3 dB desde 0 dBm a -15 dBm mediante contactos ponteados.

Receptor de canal de datos

Las señales procedentes de la línea de transmisión se llevan al receptor. Para reducir la influencia de la atenuación y la distorsión de retardo puede introducirse, a la entrada del amplificador de recepción, un igualador de compromiso que combine la igualación de la atenuación y del retardo.

La señal de entrada se lleva a través de un filtro de recepción RC al CAG del receptor. Después de 100 ms aproximadamente de la llegada de la señal recibida, el receptor se ha ajustado él mismo, pero mantiene su respectiva condición durante 1,5 s después de que la señal ha desaparecido. Durante los intervalos causados por el funcionamiento semiduplex, el receptor es, pues, insensible y no responde al ruido perturbador procedente de la línea; no es necesario reajuste alguno en cada cambio de dirección. Cambiando las conexiones pueden acortarse los tiempos de ajuste; el amplifi-

cador de CAG trabaja entonces como un amplificador limitador. La señal recibida se demodula luego en un discriminador de circuito integrado. Después de filtradas las frecuencias asignadas y sus armónicos utilizando un filtro paso bajo RC, la señal demodulada se aplica como señal de doble corriente al terminal de datos, a través de 104.

El dispositivo de supervisión para el nivel de la señal recibida, que utiliza el principio de umbral, señala la condición de conectado a través de 109 después de 15 ms, aproximadamente, si el nivel recibido excede a un valor dado. Dentro del margen de regulación del amplificador, una caída de 9 dB es suficiente para lograr la condición de desconectado en el circuito de intercambio 103, después de unos 10 ms. Se dispone un conmutador electrónico para desconectar el receptor. Si el transmisor se desconecta durante el funcionamiento semiduplex, el conmutador sólo abre después de unos 12 ms, de manera que el receptor no puede responder a llamadas o ecos procedentes de la señal transmitida. En funcionamiento a través de satélites, este retardo puede aumentarse a 150 ms alterando los contactos puenteados.

Transmisor de canal de retorno (modem 2012 G)

La disposición del transmisor de canal de retorno es similar a la del transmisor del canal de datos; los elementos que determinan la frecuencia están adaptados a las frecuencias asignadas 390 y 450 Hz así como a la velocidad de datos de señalización de 75 bitios/s máximo. El transmisor de canal de retorno se conecta a través de 120 y su condición de disponible se señala a través de 121 después de 120 ms, aproximadamente.

Receptor de canal de retorno (modem 2012 G)

La disposición del receptor de canal de retorno es similar a la del receptor del canal de datos y tiene las mismas líneas de intercambio. En la estrecha banda de frecuencias del canal de retorno, la atenuación y distorsión de retardo es tan pequeña que no hay necesidad de igualador. Puesto que los cambios de dirección de alternancia rápida ocurren sólo muy raramente en el funcionamiento del canal de retorno, se utiliza un amplificador limitador mejor que un amplificador CAG.

Filtro separador (modem 2012 G)

Para el modem que ha de funcionar con canales, tanto de datos como de retorno, los filtros de transmisión y recepción no son suficientes para una separación satisfactoria de los canales. Por tanto, para aumentar la selectividad se utiliza un filtro separador que consta de filtros paso alto y paso bajo. La distorsión de retardo en el filtro paso alto se reduce mediante un igualador de retardo en el filtro separador.

Red de adaptación

Cuando el modem 2012 G funciona sin el canal de retorno, se utiliza una red de adaptación en lugar del

filtro separador; ésta simula la pérdida básica de impedancia de entrada del filtro separador.

Equipo de respuesta automática (modem 2012 G)

El equipo de respuesta automática realiza la conexión de acuerdo con la Recomendación V. 25 del CCITT sin la operación de elementos de control especiales.

Comprende:

- Oscilador de 2100 Hz en tecnología LC para generación del tono de respuesta y para control de las redes de retardo.
- Amplificador transmisor de 2100 Hz.
- Receptor de 2100 Hz, consistente en un circuito de reconocimiento del tono de respuesta y en un dispositivo de supervisión del nivel recibido.
- Red de retardo de tiempo y circuitos combinadores digitales realizados por circuitos C-MOS, para controlar el receptor y transmisor del tono de respuesta así como la señal en los circuitos de intercambio requeridas por el terminal de datos.

Cuando se trabaja sin equipo de llamada automática se aplica el siguiente procedimiento.

Después de conectar el modem a la línea de transmisión, el receptor de 2100 Hz está dispuesto para recibir. El terminal de datos se señala inequívocamente como la estación que llama si se recibe dentro de 525 ms el tono de respuesta de 2100 Hz de la estación llamada. El receptor se desconecta 75 ms después de haber reconocido el final del tono de respuesta; en el mismo tiempo, la unidad de respuesta libera los circuitos de intercambio previamente bloqueados. Sin embargo, cuando no se recibe tono alguno de respuesta, dentro del período dado, después de la situación de conectado, el terminal de datos se señala como la estación llamada. Ahora, 775 ms después de la conexión (ajustable, para funcionamiento automático, a 2,15 segundos mediante contactos puenteados) el tono de respuesta se transmite durante unos 3,5 segundos a un nivel de -6 dBm. Unos 75 ms después del final de este tono de respuesta las líneas de interconexión quedan disponibles para intercambio de datos.

Si trabaja como terminal de datos de llamada automática (en general, el equipo electrónico de proceso de datos llama a su extensión exterior), el equipo de llamada automática recibe el tono de respuesta de 2100 Hz de la estación remota después de que se ha completado la llamada, reconoce este hecho y conecta el modem a la línea de transmisión. Luego, después de 40 ms las líneas de interconexión quedan liberadas por la unidad de respuesta. Después de liberada la línea de interconexión 107, tiene lugar el siguiente proceso: si el canal de datos transmite primero la señal en la línea de interconexión 106 se mantiene en la condición de desconectado durante unos 1075 ms. Si el canal de datos recibe primero, la señal en la línea de interconexión 109 se mantiene en la condición de desconectado durante unos 500 ms. Después de esto, los tiempos antes mencionados para el trans-

misor y receptor del canal de datos, respectivamente, se hacen efectivos.

Unidad temporizadora

La unidad temporizadora comprende un oscilador controlado de cristal de cuarzo, una sección temporizadora de transmisión, posibilidad de generación de señales de sincronización, una sección temporizadora de recepción y posibilidad de regeneración.

El oscilador está sintonizado a la frecuencia de 2304 kHz; la desviación de frecuencia, teniendo en cuenta el envejecimiento y los cambios de temperatura es inferior a 10^{-4} .

La sección temporizadora de transmisión contiene un divisor de frecuencia conmutable y proporciona la temporización para la señal de transmisión a 1200 Hz en el circuito 114, si el circuito 111 está en la condición de conectado, y a 600 Hz si 111 está en la condición de desconectado.

Las señales de sincronización son datos de transmisión síncronos de reloj con una velocidad de 1200 bitios/s ó 600 bitios/s y proceden del reloj de transmisión mediante un divisor de frecuencia de una sola etapa. La señal de transmisión puede introducirse al transmisor de canal de datos a través de un puente y sirve luego para sincronizar el temporizador del receptor de la estación remota hasta que comienza la transmisión de datos.

La sección de temporización de recepción contiene un divisor de frecuencia variable que deriva el elemento de temporización de la señal (113) de recepción de 1200 Hz ó 600 Hz a partir de la frecuencia del oscilador. Utilizando un comparador de fase, esta señal se compara con los datos recibidos. Dependiendo de la diferencia de fase entre las dos señales, la relación del divisor variable se ajusta de manera que el temporizador de recepción adquiera la correcta relación de fase.

La facilidad de regeneración consiste esencialmente en una memoria electrónica para almacenamiento de las señales recibidas, que se leen posteriormente de nuevo bajo control del temporizador de recepción y que se aplican al terminal de datos sin distorsión a través de 104. La regeneración puede hacerse inoperante mediante contactos de puente.

El divisor de frecuencia y los circuitos combinadores se han realizado en técnica C-MOS.

Panel de conmutación

El panel de conmutación contiene todos los elementos de control necesarios para funcionamiento en las líneas. Para comprobar el funcionamiento de un modem, cada panel de conmutación posee una facilidad de prueba. El modem puede comprobarse con o sin terminal remoto. La facilidad de prueba permite la transmisión de un simple programa y la comprobación del programa recibido en el extremo remoto; para simplificar la prueba, se hace inoperativo automáticamente el equipo de respuesta automática.

Panel de conmutación para el modem 2012 G

El modem puede adaptarse a diversas aplicaciones mediante conexiones en puente en el panel de conmutación, para funcionamiento en sistemas telefónicos públicos y en líneas alquiladas.

Si utilizan dos transformadores de línea para adaptación a la línea de transmisión.

Si se conecta directamente (modo de funcionamiento 108.1) el relé U (Figs. 3 y 4), se controla por 108. Si se conecta indirectamente (modo de funcionamiento 108.2) este relé se actúa solamente si la señal en 108 está en la condición de conectado y si:

- la conexión se establece manualmente oprimiendo el botón de datos en el aparato telefónico;
- la conexión a la estación de datos llamada se establece automáticamente, se reconoce la corriente de llamada y la condición de conectado se indica en 125.
- la conexión a la estación de datos que llama se establece automáticamente mediante el equipo de llamada automática, el relé correspondiente del modem se actúa mediante una señal procedente de este equipo.

La identidad del modem que se conecta a la línea de transmisión se reenvía al terminal de datos a través de 107. La conmutación de transmisión de datos a telefonía o la interrupción de una conexión, se efectúa únicamente mediante la condición de desconectado en 108. Las condiciones de señal de las líneas de interconexión 108 y 107 se indican mediante diodos luminosos (LED).

Panel de conmutación para el modem 2012 K

Este panel de conmutación es más sencillo y permite el funcionamiento en líneas a 2 hilos o a 4 hilos o en redes multipunto. Esencialmente contiene los transformadores de línea y un panel de conexiones en puente para adaptación del modem a diversas aplicaciones.

Alimentación

La alimentación de ambos modems se ha diseñado para un voltaje de suministro de 220 V, entre 48 y 62 Hz; corresponde a la categoría de seguridad II de la norma VDE 0804. Las tensiones de funcionamiento de +15 V y -15 V se estabilizan mediante reguladores de pérdida a prueba de cortocircuito.

Conclusiones

Ambos modems fueron introducidos por el Bundespost alemán a mediados de 1975 y desde entonces han sido suministrados por SEL, el modem 2012K bajo la designación DAG 1200M 02 y el modem 2012 G bajo la designación D 1200S 02.

El modem 2012 se ha diseñado y construido de modo que el modem 2014 (G y K) puede obtenerse cambiando las unidades enchufables del canal de datos. Esto está de acuerdo con las Recomendaciones V26 y V26 bis del CCITT, funciona con modulación por desplazamiento de 4 fases y puede transmitir datos en serie a 2400 bitios/s.

Referencias

- [1] A. Norz y W. Tetzner: Der Modem 2011 für Datenübertragung bis 1200 bit/s: SEL-Nachrichten, 1966, volumen 14, n° 3, págs. 140—146.
- [2] Recomendaciones V23, V24, V25, V28 del CCITT: Libro Verde, volumen VIII.
- [3] Especificación del Bundespost alemán para un nuevo modem, designación del Bundespost D1200S 02, agosto 1974.
- [4] Especificación del Bundespost alemán para equipo de llamada automática en transmisión de datos, septiembre 1971.

H. P. Betten nació en Stuttgart, Alemania, en 1941. En 1966 obtuvo el grado de Ingeniero-Diplomado en la Universidad Técnica de Stuttgart. El mismo año se incorporó a Standard Elektrik Lorenz AG donde trabajó en el desarrollo de repetidores de portadora.

Desde 1970, ha trabajado como ingeniero de planificación

para equipos de transmisión de datos en la oficina técnica para transmisión por línea.

M. Wiegel nació en Sigmaringen, Alemania, en 1940. Se incorporó a Standard Elektrik Lorenz AG, en Stuttgart en 1963 como ingeniero de desarrollo y desde 1966 trabajó en el desarrollo de los primeros modems de datos para el Bundespost alemán. Desde 1972 ha sido jefe de proyecto en el Laboratorio de transmisión de datos.

R. Widmaier nació en Leonberg, Alemania, en 1940. En 1963 obtuvo el grado de ingeniero en telecomunicaciones en la Staatliche Ingenieurschule, Esslingen. Se incorporó a Standard Elektrik Lorenz AG de Stuttgart en 1956. Entre 1965 y 1969 estuvo envuelto en el desarrollo de repetidores PP1. Desde 1969 trabajó como ingeniero de desarrollo en el Laboratorio de transmisión.

Nueva generación de equipos de comunicaciones de alta frecuencia

Las series 300/500 de equipos de comunicaciones de alta frecuencia y estado sólido se han diseñado para cumplir una variedad de requisitos civiles y militares para comunicaciones fiables de alta calidad. Estos equipos que utilizan síntesis de frecuencia, sintonía electrónica y técnicas de amplificación de banda ancha, ofrecen facilidades tales como funcionamiento con teclado, control remoto y control de proceso en un sistema de comunicaciones completamente automático.

K. G. BERG

Standard Radio & Telefon AB, Estocolmo, Suecia

Introducción

En el pasado, el correcto funcionamiento de las comunicaciones por radio de HF ha dependido de la habilidad del operador y de su buen criterio para lograr la sintonía del equipo de manera que se obtuviese un funcionamiento óptimo.

Las nuevas técnicas y los componentes ahora disponibles han hecho posible equipar transmisores y receptores con facilidades que permiten su ajuste automático a la frecuencia exacta disponiéndolos para el funcionamiento más eficiente.

Mediante la generación de frecuencia sintetizada puede seleccionarse un canal con suficiente precisión en todo el margen de frecuencias sin que sea necesario otro ajuste fino en los modos de funcionamiento normales. Mediante ajuste y sintonía electrónica, puede también ajustarse un canal de comunicaciones para obtener la mayor eficiencia en fracciones de segundo. La conmutación y sintonía totalmente electrónicas hacen a los receptores y transmisores adecuados para control remoto, eliminando así las limitaciones en la ubicación del equipo. Esto es de la mayor importancia en las instalaciones de comunicaciones de HF, ya que es imposible la mayor parte de las veces combinar la posición del operador, la del transmisor que necesita un considerable espacio para las antenas y la del receptor que requiere un lugar donde las interferencias de radio sean bajas.

Aplicaciones

Los equipos que se describen en este artículo están destinados a servicios de comunicaciones profesionales, civiles y militares tales como:

- fijos punto a punto
- estaciones fijas
- móviles
- de emergencia (semifijos)
- de a bordo.

Aunque representan un amplio campo, la mayor parte de los requisitos pueden satisfacerse con los transmisores y receptores especificados en la tabla 1.

Se incluye solamente un amplificador de potencia media, cuya potencia puede considerarse demasiado baja para aplicaciones tales como punto a punto en larga distancia. Sin embargo, la alta potencia de transmisión, que siempre supone alto coste de instalación puede, hasta cierto punto, sustituirse por una modula-

ción más eficiente resultando un equipo más flexible en cuanto a manejo y ubicación.

Descripción técnica

Generación de frecuencia/sintetizador [1]

El sintetizador de frecuencia es la clave del comportamiento de los modernos transmisores y receptores.

Los requisitos esenciales para un sintetizador son:

- alta estabilidad de frecuencia
- corto tiempo de sintonía
- elevada atenuación de las señales espurias
- bajo ruido de modulación de fase
- baja inestabilidad de fase (jitter).

El sintetizador es exactamente el mismo para transmisores y receptores y está constituido por dos bucles de sincronismo de fase. El oscilador controlado variable (OCV) del bucle primario entrega la señal al primer mezclador del receptor o al mezclador final del excitador transmisor en el margen de frecuencias de 139,3 a 109,3 MHz. Esta frecuencia es suficientemente alta para la supervisión deseada de la intermodulación hasta el séptimo orden. El divisor variable del bucle primario tiene una frecuencia de salida de 100 kHz y

Tabla de abreviaturas

A 1	- Morse de onda continua
A 2	- Morse de audio modulada
A 3	- Telefonía modulada en amplitud
A 3 AL	- Modulación telefónica de banda lateral inferior con portadora suprimida
A 3 AU	- Modulación telefónica de banda lateral superior con portadora suprimida
A 3 B	- Modulación telefónica en ambas bandas laterales independientemente
A 7 J	- Teletipo multicanal
A 9 B	- Telefonía en una de las bandas laterales y teletipo multicanal en la otra banda
BLI	- Banda lateral independiente
BLU	- Banda lateral única
CCIR	- Comité Consultivo Internacional de Radio
DCB	- Control decimal codificada en binario
F 1	- Telegrafía por desplazamiento de frecuencia
FI	- Frecuencia intermedia
FSK	- Modulación por desplazamiento de frecuencia
MTBF	- Tiempo medio entre fallos
OCV	- Oscilador controlado variable
PA	- Amplificador de potencia SSA 400
PEP	- Potencia envolvente de pico
ROE	- Relación de onda estacionaria

Nueva generación

de esta manera la frecuencia del OCV puede ajustarse en incrementos de 100 kHz correspondientes a las 3 primeras décadas del ajuste de frecuencia. El OCV del bucle secundario entrega de 1,1000 a 1,1999 MHz en incrementos de 100 Hz que se mezcla en el bucle primario correspondiendo a las 3 últimas décadas del ajuste de frecuencia.

El ajuste de frecuencia y la sintonía del sintetizador es completamente electrónica y puede funcionar con una entrada de control decimal codificada en binario (DCB).

Excitador transmisor CTD 500

El CTD 500, de aspecto físico casi idéntico al CR 300 de la figura 5 es un excitador transmisor de estado sólido que cubre el margen de 1 MHz a 30 MHz en incrementos de 100 Hz, diseñado para comunicaciones tanto telefónicas como de datos. Puede controlarse de forma remota mediante una entrada de control DCB independiente (Diagrama de bloques de la Fig. 1).

Todas las líneas portadoras de información conectadas al excitador se aplican a la unidad procesadora

de la señal. Puesto que el CTD 500 está destinado para funcionamiento completo de Banda Lateral Independiente (BLI), tiene dos canales de entrada para frecuencia vocal. Estos están conectados a dos amplificadores independiente de AF, cada uno con entradas para línea equilibrada, micrófono y osciladores de tono de modulación. Un control automático de nivel (vogad), mantiene el nivel de salida constante para variaciones de nivel de entrada de 30 decibelios.

Las señales se llevan después a dos mezcladores equilibrados independientes para transformación de frecuencia a 200 kHz seguidas por filtros para las bandas laterales superior e inferior.

Para manipulación de corriente continua existe una entrada independiente a la unidad de proceso de la señal. Los impulsos de entrada se transforman en impulsos de 200 kHz y antes de llevarlos al modulador se reforman adecuadamente con objeto de cumplir las regulaciones del CCIR.

El equipo CTD 500 tiene en cuenta la emisión en A1, A2, y modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) en los modos de modulación F1, A7J y A9B.

Las señales procedentes de la unidad procesadora se llevan a un amplificador lineal común de 200 kHz.

Tabla 1 - Especificaciones de receptores y transmisor

Tipo	Receptores						Excitador Transmisor	Amplificador de potencia
	CR 301	CR 302	CR 303	CR 304	CR 305	CR 307	CTD 500	SSA 400
Margen de frecuencia	10 kHz a 30 MHz	10 kHz a 30 MHz	10 kHz a 30 MHz	10 kHz a 30 MHz	10 kHz a 30 MHz	10 kHz a 30 MHz	1 a 30 MHz	1,5 a 30 MHz
Número de canales de RF	299 900	299 900	299 900	299 900	299 900	290 000	290 000	285 000
Ajuste de frecuencia	Seis mandos de décadas	Seis mandos de décadas	Un mando cuasicon-tinuo	Un mando cuasicon-tinuo	Seis mandos de décadas	Un mando cuasicon-tinuo	Seis mandos de décadas	Sin sintonia Banda ancha
Canales de audio	Uno de BLU	Dos de BLI	Uno de BLU	Dos de BLI	Uno de BLU	Uno de BLU	Dos de BLI	
Potencia de salida							100 mW PEP	400 vatios PEP
Modos de operación	A1, A2, A2H, A3, A3A, A3H, A3J, A7A, F1	A1, A2, A2H, A3, A3A, A3H, A3J, A7A, A3B, A7B, A9B, F1	Igual que CR 301	Igual que CR 302	A1, A2, A2H, A3, A3A, A3H, A3J, F1	Igual que CR 305	A1, A2, F1, A3, A3A, A3H, A3J, A7J, A3B, A9B	Amplificador lineal Los productos de intermodulación del amplificador lineal, atenuados más de 41 dB por debajo de la PEP
Margen de temperatura de funcionamiento	-30+55° C	-30+55° C	-30+55° C	-30+55° C	-30+55° C	-30+55° C	-30+55° C	-30+55° C
Peso	18 kps	18 kps	18 kps	18 kps	18 kps	18 kps	18 kps	110 kps

BLU = banda lateral única
BLI = banda lateral independiente
PEP = potencia envolvente de pico

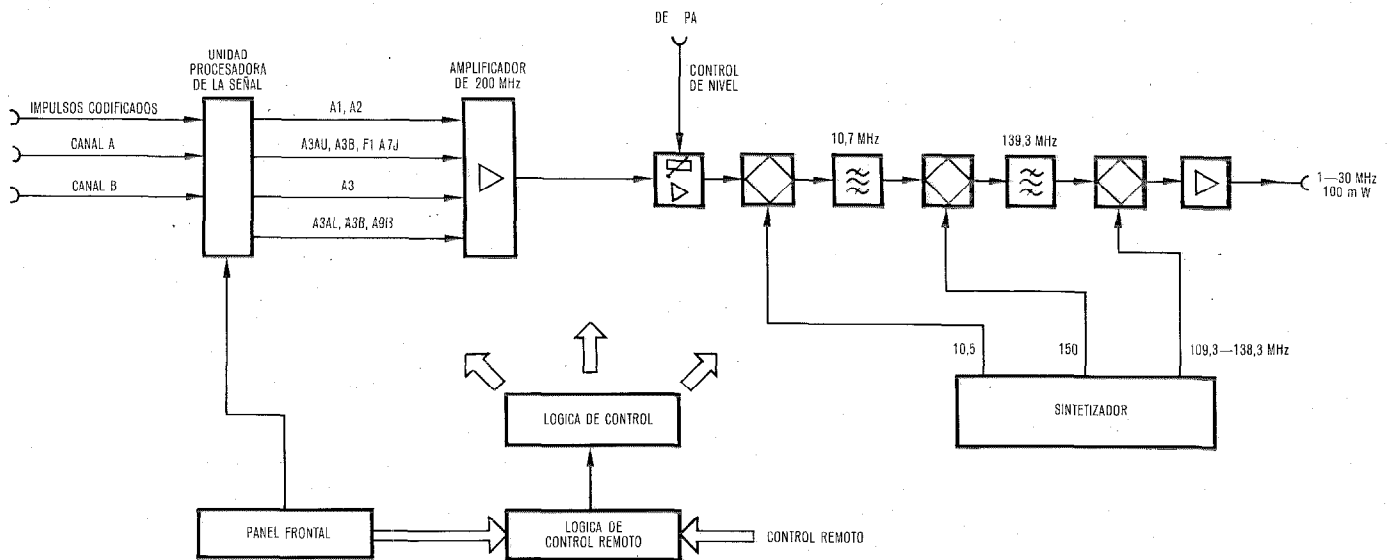


Fig. 1 Esquemático de bloques del excitador transmisor CTD 500.
 Canal A o B - Entrada de audio, 300—3400 Hz
 PA - Amplificador de potencia SSA 400

Además de amplificar, esta unidad posee protección de sobrecarga debido al control automático de nivel.

En una unidad mezcladora la señal de 200 kHz se transforma, en una primera etapa en 10,7 MHz y en una segunda etapa en 139,9 MHz y luego se llevan a la banda 1—30 MHz en incrementos de 100 Hz. Un amplificador lineal de banda ancha eleva el nivel de salida a 100 milivatios de potencia envolvente de pico (PEP).

La sintonía y el control del CTD 500 son completamente electrónicos. Se aplica una información de código DCB a la lógica de control remoto cuya salida representa o bien los datos establecidos por los controles en el panel o que aquéllos están presentes en el conector de entrada de control remoto.

Amplificador de potencia de estado sólido

El SSA 400 mostrado en la figura 3 (izquierda) es un amplificador de potencia de estado sólido utilizado para comunicaciones telefónicas o de datos y cubre el margen de 1,5 MHz a 30 MHz y tiene una potencia de salida, como mínimo, de 400 vatios PEP, o media, con una distorsión de intermodulación de 41 dB, mínima, que permite funcionamiento BLI. Puede funcionar con el excitador CTD 500 como transmisión de control remoto total o en sistemas de comunicaciones automáticas modernas. En la figura 2 se muestra un diagrama de bloque simplificado del amplificador de potencia.

Tres amplificadores lineales de banda ancha amplifican la señal de 100 milivatios, procedentes del excitador, hasta 400 vatios.

El primer amplificador, módulo de excitación I, eleva la potencia a 2 vatios.

En el segundo amplificador, módulo II de excitación, la potencia se lleva a un nivel de 30 vatios, apro-

ximadamente. Con objeto de mantener baja la distorsión de intermodulación total, este amplificador trabaja en push pull clase A, utilizando los mismos transistores de potencia que los amplificadores de salida. Un transformador de ferrita divide la potencia en cuatro salidas iguales de 7 vatios, aproximadamente, que es suficiente para excitar a los cuatro amplificadores finales.

La salida final de 400 vatios se logra mediante cuatro amplificadores de potencia cuya potencia de salida

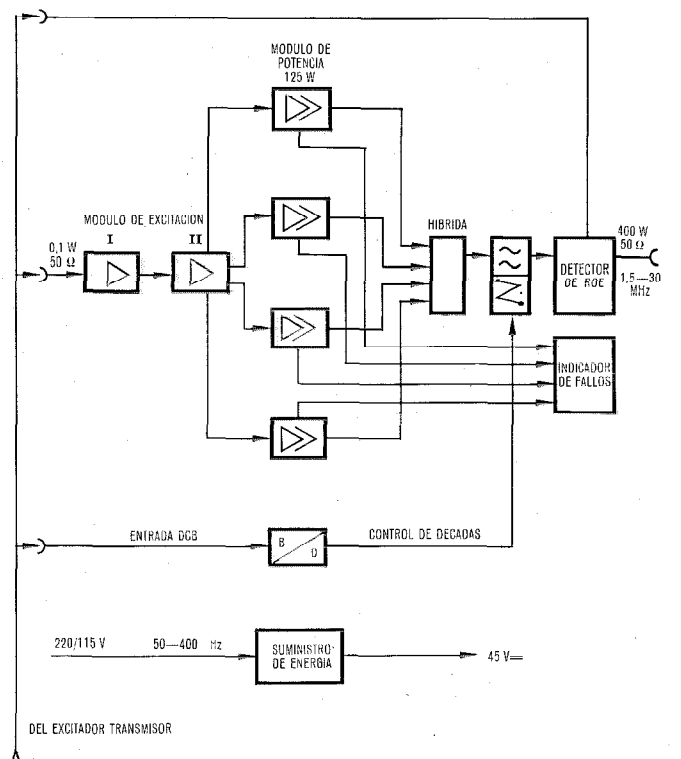


Fig. 2 Diagrama de bloques del amplificador de potencia lineal SSA 400.

Nueva generación

se combina por medio de un circuito híbrido. Estos módulos de potencia (se muestra uno en la figura 3) son amplificadores push pull clase B, que dan una potencia de salida de más de 125 vatios cada uno con una distorsión de intermodulación de 45 dB por debajo de la PEP. La clave de la baja distorsión la constituyen los parámetros del transistor, el diseño de los circuitos de entrada y salida y el control de polarización de los transistores.

La salida de los cuatro módulos de potencia se conecta a una híbrida formada por un transformador de ferrita. Las cargas artificiales de la híbrida se han dimensionado para la potencia total. De esta forma, es posible hacer trabajar al amplificador continuamente, incluso si falla uno de los módulos de potencia.

El alto grado de supresión de armónicos (mayor de 60 dB) exige un costoso conjunto de filtros paso bajo en la salida. Como es fundamental la sintonía rápida en todo el margen de frecuencias, se han utilizado diez filtros conmutables, figura 3. Los filtros se ponen en circuito automáticamente mediante señales de control, procedentes del excitador transmisor, cuando se selecciona una nueva frecuencia.

Todas las operaciones de conmutación necesarias para la selección de frecuencia se controlan desde la salida de código DCB, procedentes del excitador transmisor.

Para evitar cualquier funcionamiento incorrecto que podría dañar al amplificador de potencia o causar una degradación en su comportamiento, el SSA 400 se equipa con un sistema automático de supervisión que fundamentalmente consta de una unidad de Control de Módulos y de un detector de relación de onda estacionaria (R. O. E.). La unidad de control de módulos reduce la potencia de salida para mantener una linealidad aceptable si falla uno de los cuatro módulos de potencia. El detector de onda estacionaria genera una señal de control para el excitador transmisor que reduce el nivel de entrada al SSA 400 si dicha relación de onda estacionaria es demasiado alta.

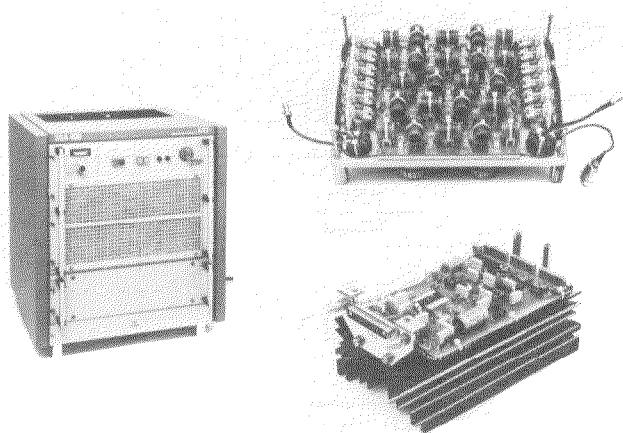


Fig. 3 (Izquierda) Nuevo amplificador de potencia lineal de estado sólido SSA 400 con facilidades para rápida selección de frecuencia y modulación de banda lateral independiente.

(Inferior derecha) - Módulo de potencia para SSA 400
(Superior izquierda) - Filtro de armónicos de octava conmutable

Receptores

CR 300 es una designación de serie para varios receptores de estado sólido. Se dispone de las siguientes versiones básicas:

- CR 301 - versión BLU con seis controles para selección de frecuencia.
- CR 302 - versión BLI con seis controles para selección de frecuencia (para descripción detallada ver referencia [1]).
- CR 303 - versión BLU con un solo control para selección de frecuencia.
- CR 304 - versión BLI con un solo control para selección de frecuencia.
- CR 305 - versión BLU de bajo coste con seis controles para selección de frecuencia.
- CR 307 - versión BLU de bajo coste con un solo control para selección de frecuencia.

Los sistemas CR 301 a 304 pueden funcionar mediante control local, control local extendido o control remoto total. Los sistemas CR 305 y CR 307 sólo mediante control local.

El receptor cubre el margen de frecuencia de 10 kHz a 30 MHz. Debido a que es una exigencia fundamental el control remoto o por procesador, no es posible utilizar circuitos sintonizados con alta selectividad desde la entrada. El transistor de efecto de campo de baja ganancia, los mezcladores de diodo de portadoras mayoritarias (diodo de barrera Schottky) adaptados y los filtros de suboctava sintonizados fijos dan protección suficiente contra los subarmónicos y productos de intermodulación de 2º, 3º y de orden superior. Si se necesita una selectividad mayor, por ejemplo en funcionamiento duplex con transmisores muy próximos, se utiliza un preselector separado disponible.

La selectividad final se obtiene a partir de filtros electromecánicos de 200 kHz con diferentes anchuras de banda para diferentes modos de funcionamiento. La FI final, 200 kHz, se logra por triple conversión con una primera FI de 139,3 MHz y una segunda FI de 10,7 MHz. Las señales de oscilador local para estas conversiones se generan mediante el mismo tipo de sintetizador que el utilizado en el excitador transmisor.

La sintonía del receptor es enteramente electrónica. Esta disposición permite también que el receptor pueda controlarse de manera remota o equiparse con otros paneles frontales para cumplir requisitos de funcionamiento especiales. Por ejemplo, en los tipos CR 303, CR 304 mostrados en la figura 4, y en el CR 307 la selección de frecuencia se logra mediante un simple mando que controla la frecuencia en pasos de 100 Hz.

Sistema de control remoto

Todas las funciones de los receptores CR 300 y de los excitadores transmisores CTD 500 se controlan por un código DCB que se tiene que aplicar a la lógica de control mediante hilos múltiples en paralelo. Un equipo auxiliar especial consistente en un trans-

misor RCT 300/500 permite convertir el código de paralelo en serie y de serie en paralelo lo que facilita la transmisión del código DCB sobre una línea a 2 hilos para control de larga distancia.

Los datos se suministran en grupos DCB, en donde cada grupo consta de cuatro bitios, que forman juntamente un dígito decimal de código DCB. Alternativamente, los tres primeros bitios de cada grupo pueden utilizarse para funciones separadas de conexión o desconexión (on/off). El equipo de control remoto puede proveerse con 6 a 18 grupos DCB determinados por la cantidad de datos transmitidos. Para control remoto de CR 300 o CTD 500 se necesitan 9 grupos DCB. En este caso, los grupos de datos, llamados datos principales, se transmiten a petición. Durante el tiempo de reposo entre estas transmisiones de datos principales, se envían continuamente tres grupos DCB adicionales. Estos grupos proveen sincronización para el receptor de control remoto pero pueden también llevar datos adicionales.

Con objeto de asegurar una transmisión correcta de datos, se realizan varias comprobaciones en la señal serie de entrada codificada "3 de 5". Además, la señal se transmite dos o cuatro veces por cada orden para asegurar que cada parte de la señal se recibe correctamente.

Esto hace al sistema suficientemente redundante, en sistemas de control simple, como para eliminar la necesidad de una comprobación de recepción. En la figura 9 se muestra un diagrama de bloques del control remoto.

En los sistemas complejos que envuelven un control remoto de un cierto número de equipos instalados, el receptor de control remoto se asocia con un cierto número de registradores externos, uno por cada uno de los equipos controlados. En este caso, cada mensaje de datos transmitido incluye una dirección que determina el registrador particular al que se encamina el mensaje. Análogamente, en caso de transmisión inversa la dirección se utiliza para controlar un conmutador electrónico que permite supervisar cualquiera de los equipos controlados. En un sistema complejo, casi siempre es deseable obtener información acerca del estado del equipo controlado remotamente.

Equipos auxiliares

Los sistemas completos de comunicaciones por HF requieren un gran número de diferentes equipos auxiliares. Los equipos que aquí se describen son algunos de los más importantes pero representan solamente una parte de la gama completa que se necesita.

Un popular modo de funcionamiento para comunicaciones por datos es por desplazamiento de frecuencia vocal en la banda lateral de un enlace por radio de BLU. El demodulador FSK tipo CRFD 1000, está destinado para utilizarse con receptores de comunicaciones para detección de señales telegráficas de frecuencia vocal, a frecuencias centrales comprendidas entre 850 y 3 230 Hz. El diseño mediante filtros separados

para las frecuencias de trabajo y de reposo da menos sensibilidad al "fading" selectivo.

El demodulador tiene dos salidas, una de 40 miliamperios para teleimpresor y otra de ± 20 voltios, 1000 ohmios para funcionamiento del equipo auxiliar.

Se ha construido un receptor dual con diversidad CRD 300, mostrado en la figura 6, juntamente con dos receptores CR 302 y dos demoduladores de desplazamiento de frecuencia CRFD 1000. La conexión entre los dos demoduladores asegura la recepción de la mejor señal posible originada, ya en uno de los receptores, o bien en los dos receptores simultáneamente. Para la

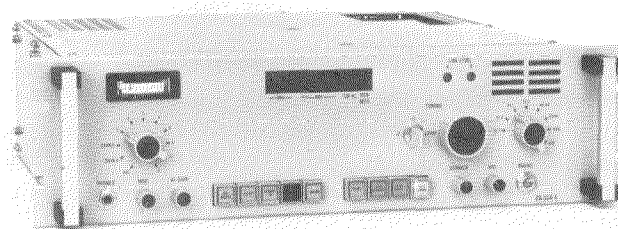


Fig. 4 Receptor CR 304 con ajuste de frecuencia sintetizada controlada mediante un mando en incrementos de 100 Hz.

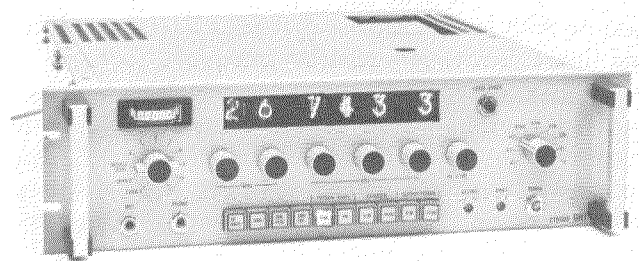


Fig. 5 Excitador transmisor CTD 500 que permite control remoto o funcionamiento automático en un sistema de radiocomunicaciones controlado por procesador.

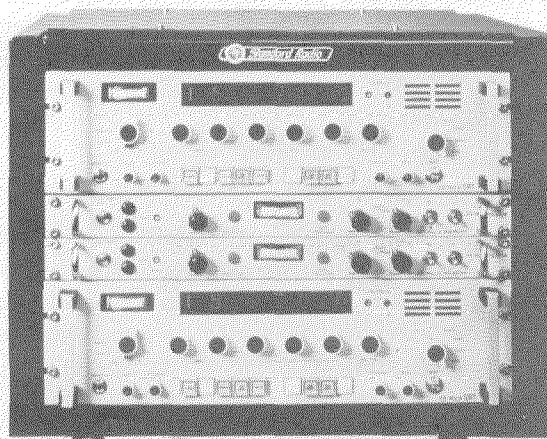


Fig. 6 Receptor dual con diversidad formado por dos receptores CR 300 y dos demoduladores FSK CRFD 1000 con red combinadora.

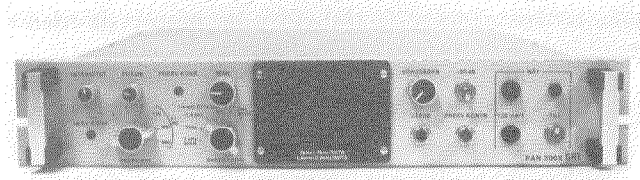


Fig. 7 Adaptador panorámico que permite el análisis del espectro de frecuencia e indicación de sintonía correcta.

diversidad de antena los dos receptores tienen un sintetizador común.

Cuando la comunicación por radio se supervisa y controla por el operador, el adaptador panorámico PAN 300, mostrado en la figura 7, es el equipo más útil. Para obtener alta resolución y sensibilidad, la anchura de banda representada es de 10 kHz. Es, por tanto, posible analizar la banda de frecuencias muy claramente y descubrir si una frecuencia está disponible.

Cuando se reciben señales de teletipo de canal único (F1) o de canal múltiple con diversidad de banda lateral (A7B), el PAN 300 permite ajustar perfectamente la frecuencia. Las señales de "mark" y "space" producen entonces una cruz simétrica en la pantalla y en el caso de A7B las dos señales de banda lateral producen una figura de Lissajous circular.

Otra aplicación es para la comprobación de linealidad de los amplificadores y transmisores mediante una prueba de dos tonos. Con una resolución de 100 Hz y un margen dinámico mayor de 60 dB, la mayor parte de los equipos de radiocomunicaciones pueden comprobarse mediante el equipo PAN 300.

Para evitar instalaciones de antenas receptoras a veces caras o dificultosas se ha desarrollado una antena activa muy compacta para el margen de 10 kHz a 30 MHz que tiene solo 340 mm de altura (se muestra en la figura 8). Las partes activas son un elemento capacitivo y un amplificador, todo ello encapsulado en un cilindro plástico para soportar severas condiciones ambientales. El amplificador convierte la elevada impedancia del elemento de antena en una impedancia de salida de 50 ohmios sin pérdida apreciable alguna o ruido adicional.

Fiabilidad

El tiempo medio entre fallos calculado (MTBF) es de 5000 horas o más para los equipos y las pruebas de fiabilidad a largo plazo que se han realizado sobre algunos de estos equipos han mostrado que, de hecho, el MTBF excede considerablemente el valor calculado.

Construcción modular

Para un mantenimiento sencillo y una alta disponibilidad los equipos están formados por subunidades que pueden reemplazarse fácilmente. Un aparato de medida incorporado permite la supervisión de varios

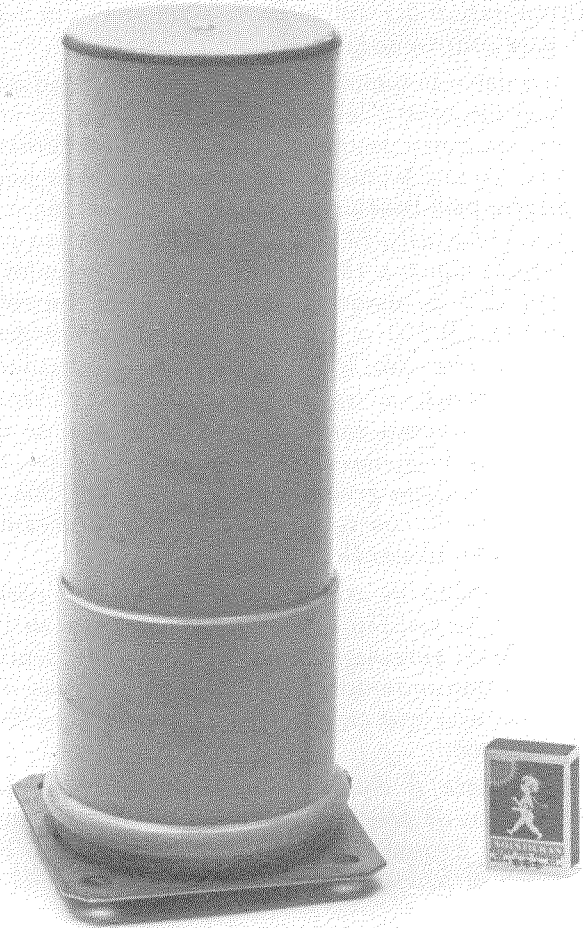


Fig. 8 Antena receptora activa AA 300 para el margen de frecuencias de 10 kHz a 30 MHz.

puntos de prueba y comprobación de subunidades defectuosas.

Una subunidad averiada puede sustituirse sin necesidad de reajuste alguno.

Conclusiones

Se ha diseñado una nueva generación de equipos de comunicaciones de alta frecuencia para satisfacer requisitos tanto profesionales como civiles y militares que pueden utilizarse como equipos fijos, semifijos o montados en vehículos o barcos.

La potencia de salida del transmisor ha venido impuesta por el requisito de bajo consumo de potencia. El sistema total, sin embargo, ofrece la misma eficiencia de comunicación que muchos otros sistemas con mayor potencia de salida debido a la calidad mejorada particularmente en la precisión de frecuencia y selectividad.

El control electrónico de los receptores y transmisores permite a las estaciones de radio con operador situar a una distancia cualquiera los receptores y transmisores, en lugares óptimos para cada función.

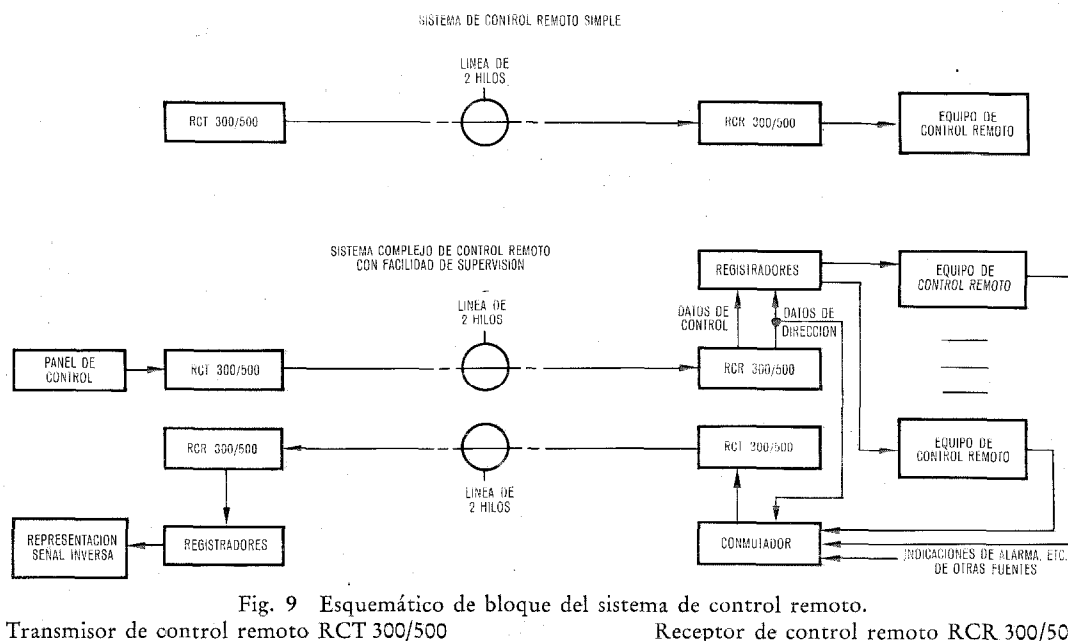


Fig. 9 Esquemático de bloque del sistema de control remoto.

Transmisor de control remoto RCT 300/500

Receptor de control remoto RCR 300/500

El control electrónico también ofrece oportunidad para sistemas de transmisores y receptores controlados por ordenador. En tales sistemas, las conexiones entre los abonados y otras estaciones de radio se realizan a través de una unidad de conmutación controlada por el ordenador. Se utiliza un teclado y un terminal con pantalla de representación para programar el ordenador de forma que se obtenga la selección óptima de frecuencia, modo de funcionamiento, etc., para cada circuito de comunicación a lo largo del día, basado en predicciones diarias y estacionales para comunicaciones de HF.

Agradecimiento

Se agradece de manera especial a los ingenieros del sistema de Defensa de Suecia y al Ejército y Armada daneses por la contribución con su experiencia y opi-

niones como usuarios cuando se han diseñado los equipos y realizado las pruebas de modelos.

Referencia

- [1] K. G. Berg y R. G. Jonsson: Receptor de comunicaciones de la serie CR 300 en la banda de 10 kHz a 30 MHz (BLU/BLI, BF/MF/AF); Comunicaciones Eléctricas, Vol. 48 (1973) N° 3, págs. 303—308.

Karl Gosta Berg nació en Hudiksvall, Suecia, en 1920. En 1945 se graduó en la Universidad de Tecnología e Ingeniería Eléctrica de Gothenburg. Trabajó para la Marina sueca hasta 1955 y para Philips, en Suecia, durante cuatro años, antes de incorporarse a Standard Radio & Telefon AB, compañía sueca de ITT. Ha estado dedicado al desarrollo de equipos de radiocomunicaciones.

Desde 1964 es Ingeniero Jefe y dirige las actividades de investigación y desarrollo en la División de Radiocomunicaciones de SRT.

Notas de investigación

Policloruro de vinilo retardador de llama para aislamiento y recubrimiento de hilos en cables

H. GEISLER

K. GRILL

H. HARBORT

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, República Federal de Alemania

A pesar de las ventajas mostradas por el PCV (policloruro de vinilo) en comparación con los materiales utilizados anteriormente, como el papel y los textiles, considerando la seguridad contra el fuego, se han producido muchos accidentes en los que los hilos y cables aislados con PCV, tuvieron una mala influencia sobre el proceso de los mismos e incluso provocaron un aumento de los daños. Por esta razón, se ha realizado en ITT, con SEL como casa directora del proyecto, un trabajo de desarrollo, cuyo resultado es la producción de compuestos de PCV para aislamiento y recubrimiento, los cuales han demostrado ser mucho mejores que el PCV convencional en cuanto a sus características de inflamabilidad y propagación del fuego.

Un material se llama "retardador de llama" cuando arde al ser introducido en un fuego exterior, pero no arde por sí mismo al retirarlo de ese fuego.

Para definir esta particular cualidad, es necesario un procedimiento de prueba que reproduzca tan fielmente como sea posible las condiciones de un fuego real. Aquí aparece una dificultad a causa de que no es posible reproducir en una prueba de laboratorio todos los parámetros del fuego real. Por este motivo parece que dos pruebas complementarias una de otra darían una solución, esto es, una prueba cualitativa del producto que se asemeje cuanto sea posible a las condiciones reales y una prueba de comparación cualitativa.

Investigaciones y resultados

La llamada "prueba de llama" está considerada como una prueba conveniente para el producto. En ésta,

aproximadamente 80 conductores aislados de 75 cm de longitud cada uno, se introducen entre dos placas taladradas de tal forma que todos los hilos están espaciados entre sí 3 mm. Este ensamble se coloca en un tubo imitando una chimenea. El aire puede entrar por la parte inferior del tubo. Mediante dos ventanas diametralmente opuestas en el tubo se pueden inflamar los hilos con quemadores de gas propano orientados formando un ángulo de 45°. De la misma forma se puede realizar una prueba con los cables. En este caso, la distancia entre cables es aproximadamente igual a su diámetro.

La prueba de comparación del producto realizada de acuerdo con la Norma ASTM* D 2863-70 se termina con la evaluación del Índice de Límite de Oxígeno (ILO) que corresponde a la capacidad para arder del material, independientemente de su disposición. Como se sabe, esta prueba determina la menor concentración de oxígeno que sería necesaria en una mezcla de oxígeno y nitrógeno para mantener ardiendo una llama en un material dado.

Se ha encontrado una correlación entre ILO y los resultados de la anterior prueba cualitativa. Materiales para recubrimiento con un ILO < 30, por ejemplo el PCV convencional, arden en la prueba de la llama mientras que los que tienen ILO > 30 no arden. Este valor límite depende de la energía de inflamación. El valor del ILO se puede modificar mediante la adición de otros materiales al PCV.

* American Society for Testing Materials (Sociedad americana de pruebas de materiales).

Tabla 1 - Características de compuestos de PCV normal y retardador de llama STAN-NOFLAM para cables.

Características		Compuesto de PCV para aislamiento		Compuesto de PCV para recubrimiento	
		Compuesto normal	STAN-NOFLAM	Compuesto normal	STAN-NOFLAM
Resistencia a la tracción	N/mm ²	23	23	18	21
Resistencia a la tracción después del envejecimiento	N/mm ²	23	23	17	20
Elongación en la rotura	%	180	200	240	250
Elongación en la rotura después del envejecimiento	%	170	190	240	250
Choque térmico	grietas	no	no	no	no
Compresión en caliente	%	—	—	43	17
Resistente al resquebrajamiento en frío	°C	—	—	-20	-20
Resistente a la curvatura en frío por debajo de	°C	-20	-20	-30	-30
Estabilidad térmica a 200 °C	min.	150	180	120	120
Resistividad volumétrica					
a 20 °C	Ωkm	1,6 · 10 ¹⁵	1,7 · 10 ¹⁵	—	—
a 70 °C	Ωkm	5 · 10 ¹¹	5 · 10 ¹¹	—	—
Índice de límite de oxígeno		29	33,5	25	33
Inflamabilidad en la prueba de la llama		arde	no arde	arde	no arde

Si los aditivos se eligen adecuadamente, no deterioran las propiedades eléctricas y mecánicas de los conductores y cables. La tabla 1 muestra algunos resultados de pruebas para merclas normales de PCV y para la mercla retardadora de la llama STAN-NOFLAM.

El ILO permite predecir con gran aproximación el comportamiento de hilos y cables en un fuego, la prueba de la llama confirma esta predicción y establece una correlación con la disposición particular de los hilos o los cables. Basados en nuestra experiencia, se recomienda la prueba de la llama para calificación del tipo y la prueba del ILO para pruebas rutinarias.

El PCV retardador de llama deberá de ser utilizado particularmente en caso de existir condiciones desfavorables, por ejemplo, cuando se encuentran juntas en conducciones o bóvedas grandes cantidades de cables, en instalaciones de muy alto coste o bien donde no se

puedan aplicar otros medios convencionales de protección.

Los recubrimientos de PCV para cables con elevadas propiedades de retardo de llama son de particular interés en cables que contienen conductores aislados con polietileno (PE) y cubierta de PCV. Verdaderamente se conservan así las buenas propiedades eléctricas del PE sólido y del PE calular, al mismo tiempo que son más retardadores de la llama. En este aspecto, son similares o incluso mejores que los cables de PCV normal.

H. Geisler es jefe del laboratorio químico de la factoría de cables de SEL.

K. Grill es su ayudante.

H. Harbort es jefe del departamento de desarrollo de cables de SEL.

Radioenlace de 20 vatios en la banda de 11 GHz

P. NOESEN

Standard Telephon und Radio AG, Zurich Suiza

Utilización del sistema

El equipo FM 1800/TV-11 es un radioenlace para transmitir 1800 canales telefónicos o una señal de televisión con hasta cuatro canales de sonido. El sistema de modulación de frecuencia usa frecuencias portadoras dentro de la banda 10.7—11.7 GHz.

La organización del canal de radiofrecuencia se efectúa de acuerdo con la Recomendación 387-1 del CCIR. La disposición de frecuencias proporciona hasta 12 canales de radiofrecuencia en ambos sentidos. Mediante un entrelazado se pueden obtener canales adicionales, siempre que se disponga de discriminación suficiente en la antena. Las características técnicas y el funcionamiento de las unidades cumplen todas la Recomendaciones CCITT y CCIR al respecto. También se puede usar un sistema de diversidad en espacio, si bien no es necesario un segundo receptor, ya que se usa un cambiador de fase RF en funcionamiento continuo.

Equipo de radio

Práctica de equipo

Tanto los transmisores como los receptores se diseñan como "Unidades Verticales" en la práctica de equipo vertical normalizada (V-SEP*). Los bastidores se pueden adosar contra la pared o unos contra otros, pudiendo ser ampliados por cualquiera de los lados. En la parte superior se encuentran las unidades agrupadoras de transmisión a la antena. A continuación está la unidad transmisora, las unidades separadoras de recepción de antena y la unidad receptora. Las partes correspondientes del dispositivo de agrupación/separación se conectan, al transmisor mediante guías

de onda flexibles, y al receptor mediante cables semi-rígidos.

Transmisor

La señal de frecuencia intermedia, modulada en frecuencia (0.3 V eficaces/75 Ω), procedente del modulador en el caso de una estación terminal o del receptor en el caso de una estación repetidora, se lleva al igualador fijo de retardo de grupo de transmisión y al amplificador de potencia de frecuencia intermedia. Si el nivel de FI es demasiado bajo, se conecta una portadora de reserva, controlada por cristal, a fin de mantener la potencia transmitida.

La cadena osciladora local suministra la potencia necesaria para la mezcla. Las unidades que componen la cadena son un oscilador de cristal, un oscilador de potencia de fase enclavada controlado por voltaje y un multiplicador. El oscilador de potencia funciona a 2.2 GHz que da lugar a una contribución del ruido muy pequeña (< 2 pWOp). La fase se enclava con el duodécimo armónico del oscilador de cristal. El desacoplo del quintuplicador que figura a continuación se consigue mediante un separador. Los armónicos no deseados se eliminan mediante un filtro de banda ancha. El quintuplicador de la cadena osciladora de transmisión se usa al mismo tiempo como mezclador, superponiendo la señal de frecuencia intermedia a la señal de entrada de 2.2 GHz a través de un filtro de banda eliminada.

Se rechaza la banda lateral no deseada mediante un filtro de cuatro secciones, siendo absorbida a continuación por un separador.

La banda lateral útil se amplifica en un amplificador de ondas progresivas, con una potencia de salida de 20 vatios. La salida del tubo se protege con un aislador.

* Marca registrada del sistema ITT

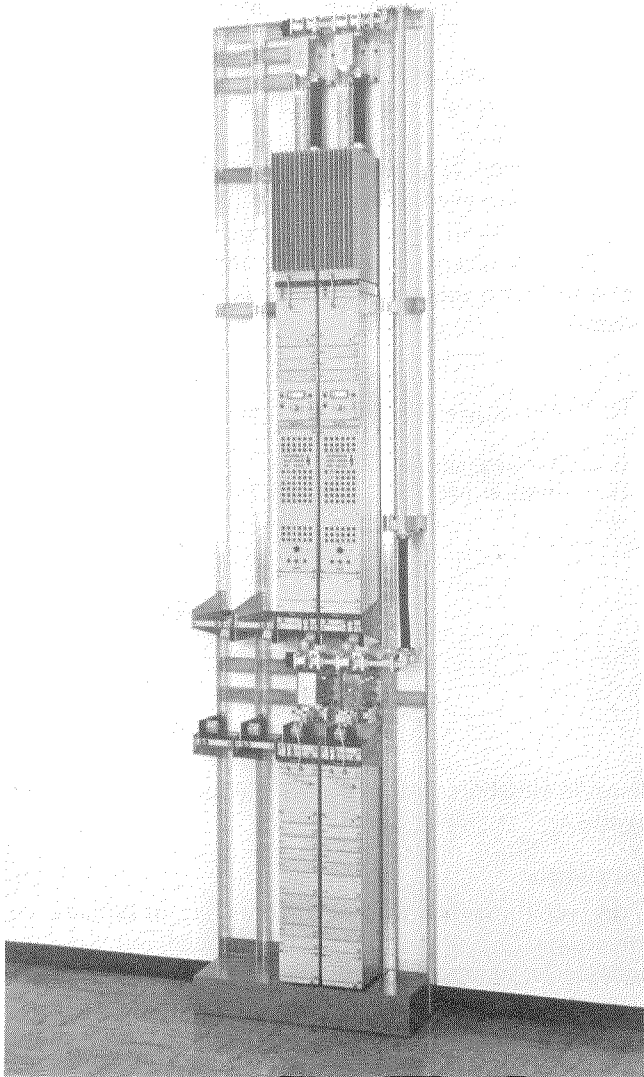


Fig. 1 Aspecto general de dos transmisores y dos receptores.

Se equipan un indicador de nivel y un punto de medida de potencia a la salida del amplificador de ondas progresivas, a efectos de supervisión.

Receptor

La señal de radiofrecuencia, de bajo nivel, se aplica a un mezclador equilibrado. El oscilador local es, en esencia, una unidad muy similar a la del transmisor, con la excepción de que no hay entrada de modulación y que la potencia de salida se puede ajustar con un atenuador variable.

Tras la traslación a la banda de frecuencia intermedia, se amplifica la señal en el preamplificador de frecuencia intermedia. La selectividad de frecuencia intermedia se consigue fundamentalmente en este preamplificador. La señal de FI (frecuencia intermedia) se aplica a continuación al amplificador principal de FI, el cual tiene un margen de control de ganancia suficiente para mantener constante el nivel de salida de FI, con variaciones del nivel de entrada comprendidas entre -18 y -73 dB.

La unidad de igualación que existe a continuación sirve para igualar cualquier distorsión de retardo de grupo aparecida en las etapas de radiofrecuencia o de frecuencia intermedia. Dicha unidad consta de cinco circuitos, los cuales son ajustables en frecuencia y en factor de mérito. Tras la unidad de igualación está el amplificador final, el cual da dos señales independientes de salida FI de 0.5 V eficaces. El circuito silenciador ("squelch") para interrumpir la vía de transmisión, funciona con un nivel de señal de radiofrecuencia de entrada de -73 dBm.

Agrupación de canales de radiofrecuencia

Se conectan a una misma antena varios transmisores (o receptores) mediante un alimentador común y una red de agrupación.

La red de agrupación proporciona el desacoplo necesario entre los canales de radiofrecuencia y contribuye a la consecución de los objetivos de selectividad dentro de cada canal de radiofrecuencia. Está constituida por un circulador y un filtro de 6 cavidades con resonadores cilíndricos. El filtro está hecho de invar y tiene una atenuación muy baja en la banda de paso, aproximadamente 0.4 dB. Las resonancias espurias de este tipo de filtro se eliminan en el lado de recepción mediante un filtro de banda ancha adicional, con lo que la atenuación total puede llegar a ser de unos 0.6 dB.

Los circuladores tienen una pérdida de inserción de unos 0.1 dB y un aislamiento superior a los 30 dB.

Supervisión

La unidad vertical de transmisión incluye una unidad de medida y alarma, común para el transmisor y el receptor. Esta unidad permite la medida de distintos niveles de voltaje y corriente, provocando una alarma siempre que se salen de margen alguna de las siguientes magnitudes: niveles de entrada y salida, sincronización y voltaje de alimentación.

Características especiales

Los componentes usados en la construcción de los transmisores y receptores son todos de estado sólido, con la excepción del tubo de ondas progresivas. Como consecuencia, la fiabilidad es alta y las necesidades de mantenimiento bajas. El amplificador de ondas progresivas es parecido a los que su usan en los satélites. Sus principales ventajas son: alto rendimiento, dimensiones reducidas y vida dilatada.

El consumo de energía es, por lo tanto, bastante bajo, lo cual da lugar a bajos gastos de operación, baja disipación y mínima subida de temperatura dentro del equipo, que a su vez redundará en una duración más larga de los componentes.

No se necesita refrigeración mediante aire forzado. Los osciladores locales de transmisión y recepción son independientes, teniendo ambos una alta estabilidad de frecuencia. No se utiliza horno para el oscilador de

crystal. El equipo se puede sintonizar a otras frecuencias de canales de radiofrecuencia muy fácilmente, reemplazando el oscilador de cristal y el filtro de banda lateral (o sintonizándolos a la nueva frecuencia). El quintuplicador del oscilador local se suministra para la banda 10.6—11.2 GHz o para la banda 11.1—11.7 GHz.

Todas las unidades restantes, o son de banda ancha, o son ajustables con destornillador dentro de las unidades verticales. El transmisor y el receptor disponen de fuentes de alimentación independientes.

P. Noesen es jefe de proyecto del radioenlace de 11 GHz desarrollado en STR.

Progresos en el desarrollo del sistema digital de 120 Mbit/s de línea

H. S. REEVES

M. C. BETTS

R. D. DENCE

Standard Telephones and Cables Limited, Basildon, Essex, Reino Unido

En 1972 la transmisión de información digital a 120 Mbit/s por cable coaxial se probó con éxito en condiciones de laboratorio [1]. Ultimamente el British Post Office concedió varios contratos para el desarrollo, fabricación e instalación de equipos múltiplex, terminal y de línea para una prueba completa de campo como parte de su programa para el desarrollo de una red de enlaces digital para telecomunicación.

El sistema completo desarrollado por Standard Telephones and Cables para la prueba completa de campo está ya funcionando entre Guildford, Surrey y Portsmouth, Hampshire, utilizando una ruta de cable coaxial de 1,2/4,4 mm existente, de 68 km de longitud. Este sistema se inauguró en diciembre de 1974 y consiste en dos terminales, dos estaciones de alimentación y 33 repetidores regenerativos dependientes de dos direcciones. Se ha registrado constantemente los errores desde su puesta en servicio. En la dirección Guildford a Portsmouth el sistema no dio errores excepto un error ocasional cada dos semanas aproximadamente. La dirección Portsmouth a Guildford no ha registrado ningún error.

Antes de esto se realizó en el laboratorio un equipo adelantado para prueba de campo y se instaló en Guildford en diciembre de 1973. Este sistema estaba constituido por un equipo terminal y cuatro repetidores de una dirección en bucle sobre un simulador del cable y se envió una señal pseudo-aleatoria que transmitió aproximadamente 4×10^{15} bit sin error durante 15 meses.

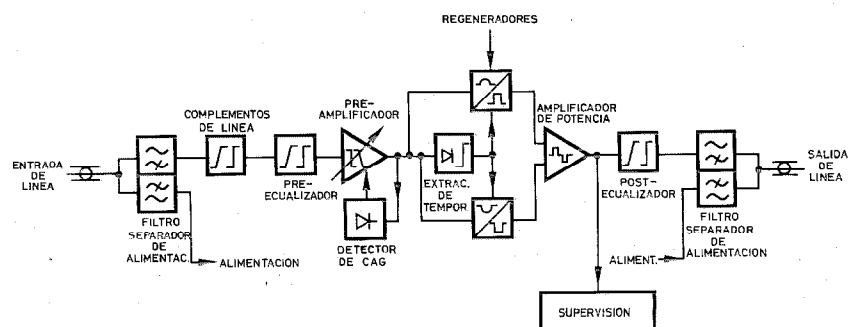
Repetidores regenerativos dependientes

Como velocidad de bits del sistema digital de línea se eligió la máxima compatible con las especificaciones para los sistemas de línea de 12 MHz FDM existentes. Se emplea código ternario (4B3T) para maximizar la distancia entre repetidores y la velocidad de bitios, lo que da una velocidad de 90 Mbaudios para una velocidad de 120 Mbit/s. Los repetidores regenerativos tienen el mismo tamaño físico que los de los sistemas de 12 MHz por lo que los pueden sustituir o coexistir con los sistemas que operan los pares coaxiales normales de 1,2/4,4 mm o 2,6/9,5 mm. Para el sistema de la prueba de campo todos los repetidores regenerativos dependientes se instalaron enterrados en alojamientos presurizados y estancos aunque existe la posibilidad alternativa de montaje en bastidores.

Los repetidores regenerativos se alimentan con 50 mA por los conductores interiores del cable. El consumo de potencia es 1,5 W por repetidor, y con un máximo voltaje de línea de 250-0-250 V se pueden alimentar hasta siete repetidores desde un terminal o a cada lado de una estación de alimentación. Esto proporciona un máximo de 15 secciones de repetidor entre puntos de alimentación.

Los circuitos regenerativos de los repetidores se montan en una caja fresada en un bloque de aluminio con elementos de circuito individuales contenidos en sus propios compartimentos para conseguir buenos blindajes. Los repetidores se han diseñado para trabajar

Fig. 1 Esquemático del repetidor regenerativo dependiente.



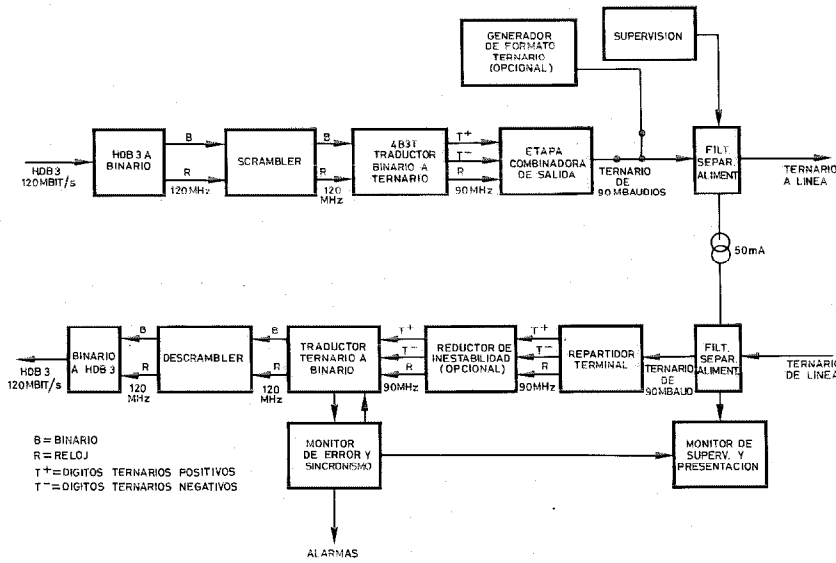


Fig. 2 Esquemático del aparato terminal línea.

con una pérdida máxima por sección, de 78 dB a 45 MHz, lo que equivale a unos 2,17 km del cable típico de 4,4 mm a 20 °C ó 4,85 km del cable normal de 9,5 mm a 20 °C. El control automático de ganancia, proporcional a la raíz cuadrada de la frecuencia, se ha incluido para casos de pérdidas por sección inferiores a 64 dB. Para secciones con pérdidas menores se usan redes de salida de línea, colocadas en la caja del repetidor, con lo que la pérdida mínima posible es de 22 dB, equivalente a 0,61 km de cable de 4,4 mm o unos 1,37 km de cable de 9,5 mm.

Las principales características del diseño del circuito del repetidor regenerativo son la buena estabilidad y bajo consumo. A causa del bajo consumo del repetidor total los impulsos de salida pueden ser grandes (6 V de pico). Esto lleva a márgenes de funcionamiento que resultan suficientes para alcanzar la especificación de diseño en secciones de pérdida máxima, después de las previsiones para el envejecimiento y en las peores condiciones ambientales.

Aparato terminal de línea

Se ha instalado un adaptador HDB3 de 120 Mbit/s con equalización automática de cableado de la estación, para el tráfico entrante y saliente al sistema, haciendo

Tabla 1 - Capacidad del sistema digital de línea de 120 Mbit/s

Telefonía	1680 canales telefónicos por multiplexación corrientes de $4 \times 2,048$ Mbit/s y después corrientes de $14 \times 8,488$ Mbit/s
Televisión	un canal de televisión en color del sistema 1 con código digital CCITT
Videófono	14 canales videofónicos a 8,488 Mbit/s por canal
Difusión	336 canales de programas de sonido a 320 kbit/s por canal
Datos	hasta 120 Mbit/s
Tráfico conjuntos	solamente puede transmitirse mezcla de los anteriores tipos de tráfico hasta la capacidad de 120 Mbit/s

el terminal de línea la conversión entre ese código y el 4B3T usado para transmisión. Se utiliza un "scrambler" que hace independiente a la secuencia de bits para que el comportamiento del repetidor no venga afectado por el tráfico cursado. En la dirección de recepción el terminal incluye un monitor de proporción de errores que utiliza las propiedades del código de línea permitiendo así medir el comportamiento del sistema en tráfico. Si es necesario se puede incorporar un reductor de inestabilidad (jitter reducer). La unidad de control de supervisión y presentación, los suministros de energía,

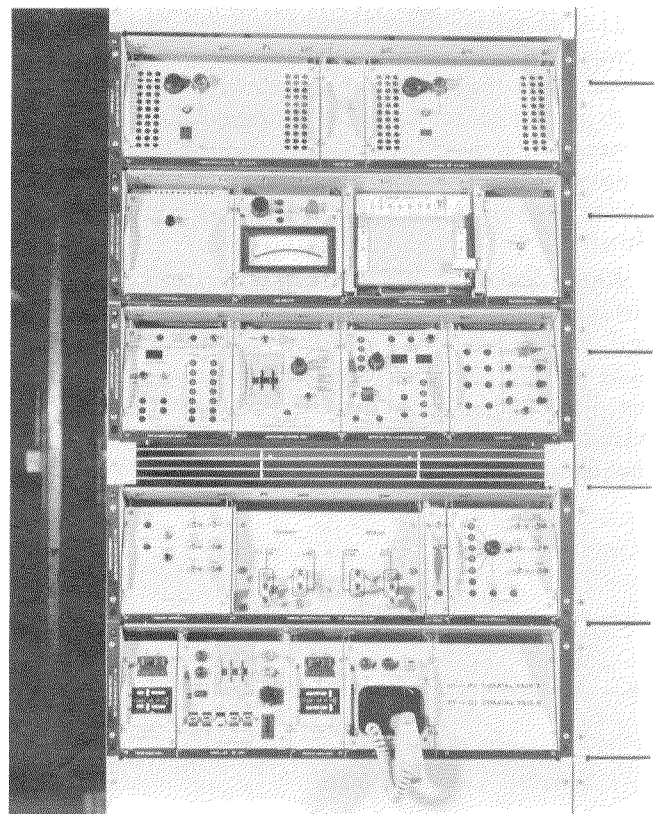


Fig. 3 Vista frontal del aparato terminal de línea.

el equipo de alimentación de línea y el circuito de órdenes se equipan en el aparato terminal de línea completo, que ocupa cinco paneles de la práctica de equipos Mark 6 normal.

Los circuitos lógicos de alta velocidad utilizados en el terminal de línea emplean lógica ECL 10 000 normal. Estas unidades usan el método "cassette" de construcción con tarjetas de circuito impreso de doble cara de aproximadamente 10×10 cm montados con conectores de borde sobre la tarjeta de interconexión en un cuarto de panel de la práctica de equipos Mark 6. Todo ello, junto con el montaje usual de componentes, facilita el mantenimiento de primera línea.

El equipo de supervisión de teledada incluido en el sistema digital de línea utiliza transmisión regenerativa de impulsos de baja frecuencia por el mismo coaxial que la señal digital. En tráfico esto se utiliza para transmitir información de proporción de errores y alarmas desde las estaciones de alimentación y terminales remotos a cada extremo del sistema. Si es necesario cerrar el sistema al tráfico por un repetidor averiado, esta unidad puede ser localizada mediante un método de prueba y un detector de errores en cada repetidor regenerativo. Esto posibilita que cada error digital sea señalizado hacia atrás por el equipo de teledada de modo que se puede medir la tasa de errores del repetidor. De esta forma, los repetidores a punto de avería pueden ser localizados desde la estación terminal.

Estación de alimentación

Además de suministrar los 50 mA en bucle a los siete repetidores de dos direcciones, la estación de alimentación proporciona regeneración para ambas direcciones con la opción de reducción de inestabilidad (jitter reduction). También se realiza la supervisión de la tasa de errores en tráfico y es transmitida a los terminales. Una unidad con suministro de dos direcciones, supervisión y línea de órdenes ocupa cinco paneles de la práctica de equipo Mark 6 normal.

Conclusión

La experiencia obtenida durante la prueba de campo demuestra claramente que los sistemas digitales de línea de alta velocidad con características preestablecidas, pueden ser fabricados, instalados y puestos en servicio con confianza.

Referencia

- [1] P. J. Howard, M. Fdez. de Alarcón y S. Tronsli: Equipo de Línea ITT 12 MHz; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 48 (1973) números 1 y 2, págs. 29—40.

H. S. Reeves es jefe de diseño y el Sr. Betts ingeniero de diseño en el departamento de sistemas de enlaces PCM de la división de transmisión de STC. El Sr. Dence está en el departamento de "marketing".

Nuevas realizaciones

La central télex METACONTA* de Bergen, en servicio.

La primera central télex controlada por ordenador de Noruega, fue puesta en servicio satisfactoriamente en Bergen el día 16 de mayo de 1975.

Esta central télex es del tipo METACONTA y sustituye a la central del tipo 7 E que había estado en servicio desde 1961. Debido a la falta de espacio, esta última no tenía posibilidades de ampliación.

De este modo, la central ha sido la primera de su clase puesta en funcionamiento con el tráfico total de varios cientos de abonados.

Hasta el momento, solamente los 800 abonados que estaban conectados a la central 7 E han sido conectados a la nueva central, pero un cierto número de abonados de Bergen que habían estado funcionando temporalmente a través de otras centrales de la ciudad serán conectados en un futuro próximo.

La capacidad inicial de la nueva central es de 1280 líneas de abonados con un tráfico bidireccional cada una de 0.21 Erlang. Además posee 133 enlaces de llegada y 180 enlaces de salida hacia otras centrales noruegas. Inicialmente todo el tráfico internacional será cursado a través de la central internacional 7 E de Oslo. No obstante, la nueva central está equipada para manejar este tráfico independientemente en una etapa posterior.

La central está controlada por dos ordenadores ITT 1600 E, teniendo cada uno de ellos por sí solo capacidad suficiente para manejar todo el tráfico. La capacidad final de la central está calculada en 4000 abonados, con el correspondiente número de enlaces nacionales e internacionales.

El equipo fue desarrollado y suministrado por BTMC (Bell Telephone Manufacturing Co.), Amberes, y fue instalado bajo la responsabilidad total en el proyecto de BTMC. No obstante, una parte importante de la instalación y de las pruebas fue realizada por personal de STK (Standard Telefon og Kabelfabrik A/S).

La entrega del equipo a la Administración de Telecomunicación noruega tuvo lugar el 1 de abril de 1975. Desde entonces la Administración de Telecomunicación noruega ha estado realizando sobre la central prolongadas pruebas de aceptación. Como todos los abonados habían sido medidos y ajustados con anterioridad a su futuro equipo de línea, el corte completo de la central sólo duró entre 4 y 5 minutos.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega



El sistema 900. Aspecto de los puestos de control.

Otra vez primero Amberes —

Central telefónica de la segunda generación del sistema "900".

Una central telefónica ultramoderna para el sistema de llamada uniforme "900" fue puesta en funcionamiento oficialmente el día 20 de febrero de 1975 en el cuartel central de bomberos situado en Kipdrop, Amberes.

Esta nueva generación de equipos fue desarrollada completamente por nuestra división de comunicaciones privadas. La primera central, que también fue desarrollada por BTM (Bell Telephone Manufacturing Co.) fue puesta en funcionamiento el día 29 de octubre de 1959, en Amberes. Durante estos 15 años de servicio ininterrumpido, recibió más de 390.000 llamadas. Desde 1970 el número medio de llamadas anuales ha sido superior a 35.000.

La nueva central telefónica, fue diseñada y realizada sobre las bases de la experiencia adquirida y aplicando los desarrollos más recientes en el campo electrónico. La central consta de cuatro armarios en los que han sido colocados los nuevos equipos electrónicos y donde se ejecutan las órdenes procedentes de cinco mesas de operador.

En cada una, el operador puede ejecutar diversas operaciones por medio de un conjunto de pulsadores. Estas operaciones son:
— recepción de una llamada telefónica procedente de cualquier lugar;
— transmisión de una llamada a una ambulancia o servicio de socorro, a un hospital, a la policía o a la policía urbana. Al-

gunas llamadas se realizan por medio de la red telefónica pública (llamada "900"), otras se realizan a través de líneas directas, cuarteles de bomberos, empresas industriales y teléfonos de emergencia de autopistas;

- registro de las llamadas, seguidas inmediatamente por la señal horaria automática ("TIM");
- escritura de los números de las personas que llaman, que aparece automáticamente en la pantalla;
- pase de la información y de las órdenes a través de una cadena de intercomunicadores del parque de bomberos.

Además puede utilizarse un aparato télex para enviar o recibir comunicaciones escritas.

En una etapa posterior, sería posible utilizar la enorme memoria y la velocidad de trabajo del ordenador para conocer inmediatamente la localización exacta del lugar desde el que se hizo la llamada, así como la información necesaria relativa al personal y material disponible. El ordenador podría simultáneamente formular sugerencias acerca de los medios a utilizar. Este podría además utilizarse para dar la alarma y enviar automáticamente instrucciones escritas a los servicios involucrados en cada caso.

Podría también enviar la información necesaria, por ejemplo, durante un accidente de carretera en el que estén involucrados camiones que transporten productos peligrosos.

Gracias al sistema de llamada uniforme "900", Bélgica ocupa un lugar predominante en la eficiente organización el auxilio de emergencia.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

* Marca registrada del sistema ITT.

Grandes pedidos de los sistemas de conmutación de mensajes controlados por ordenador, de SEL.

En el pasado año, SEL (Standard Elektrik Lorenz AG) dio un paso decisivo hacia la intensificación del tráfico de telex gubernamental al poner en funcionamiento el primer sistema de conmutación de mensajes controlado por ordenador en el cuartel general de la policía de Trier. Este sistema ha permitido a las oficinas de seguridad del distrito de Trier mejorar substancialmente su intercambio de mensajes comparado con el tráfico de télex nacional de la policía. La demostración convincente de su eficacia la da el sistema DS 4-16 en su funcionamiento diario.

SEL ha recibido ahora pedidos de los Ministerios del Interior de varios estados federales para instalar sistemas de conmutación de mensajes ADX controlados por ordenador. El cuartel general de la policía de Berlín recibirá un sistema doble ADX 6400 P con 238 terminales de telex en las oficinas de policía de su distrito así como tres pantallas de visualización y dos impresores de datos. La primera parte del pedido para establecer la red en el estado de Niedersachsen incluye la instalación de sistemas ADX 6400 P en Hannover, Braunschweig y Oldenburg, así como los centros de conmutación regionales en Göttingen, Osnabrück y Lüneburg, que estarán terminados a finales de 1977.

En el estado federal de Nordrhein-Westfalen, se instalarán dos sistemas ADX: uno en el cuartel general de la policía de Dortmund en septiembre de 1975 y después un segundo sistema en Duisburg.

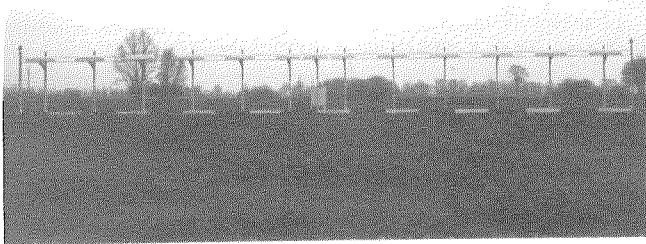
Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

Antena de 13 elementos para el sistema de aterrizaje por instrumentos.

El sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS, Instruments Landing System) es una de las ayudas de aterrizaje con más tiempo más importantes y valiosas. Para este componente del sistema localizador, que trabaja con dos portadoras de AF, SEL (Standard Elektrik Lorenz AG) desarrolló un sistema de antenas que consiste en 13 dipolos individuales y radia las dos frecuencias simultáneamente.

Un distribuidor de carga alimenta a seis pares de dipolos para la portadora de rumbo (CSB), a cinco pares para la banda de modulación del rumbo (SBO), al dipolo central para la portadora de franquicia y a dos pares de dipolos para la banda de modulación de la franquicia. La anchura del rumbo está dividida en dos márgenes (2° a 4° y 4° a 6°) para lo que se proporcionan tomas distintas en el distribuidor de carga.

El lóbulo principal del diagrama de la portadora de rumbo tiene una anchura entre puntos de potencia mitad, de 8° . Como desde 7° fuera de la dirección principal de radiación la señal de franquicia es efectiva, cubre un sector de $\pm 35^\circ$, y fuera de este margen tampoco produce ningún error de rumbo. Como reflectores se utilizan varillas individuales situadas detrás de los di-



Conjunto de antena instalado.

polos. Dependiendo de su número, producen atenuaciones diferentes del rumbo posterior (9 dB a 26 dB).

El sistema de antena completo tiene una longitud de 27 m y una altura de 3 m. Con excepción de los tres dipolos centrales que han sido acortados, consta de las mismas piezas utilizadas anteriormente para la antena de 12 elementos del sistema de portadora única. Por consiguiente, la modificación de los sistemas existentes al nuevo sistema necesita solamente unas pocas piezas adicionales. Ya que estos sistemas de antenas utilizan siempre las mismas piezas, es también relativamente sencillo suministrar configuraciones especiales (por ejemplo antenas con mayor directividad o atenuación mucho mayor del rumbo posterior).

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

El centro de conmutación telefónica METACONTA* L de Juárez en Guadalajara (México).

El primer centro de conmutación telefónica METACONTA L en servicio en Latinoamérica, fue puesto en funcionamiento por CGCT (Compagnie Générale de Construction Telephoniques) el día 18 de mayo de 1974.

Este centro, diseñado para una capacidad final de 20.000 líneas de gran tráfico, tiene unas 13.000 líneas de las que 10.600 fueron conectadas muy recientemente, el 1 de febrero de 1975, mediante conmutación de dos centrales antiguas.

Los ordenadores que controlan este centro de conmutación pueden manejar hasta 200.000 llamadas en la hora cargada, y cuando hayan sido conectadas todas las líneas, este centro telefónico será de hecho el más potente de todos los centros urbanos METACONTA existentes.

Su equipo es muy compacto y necesita aproximadamente sólo una cuarta parte del espacio necesario para un centro de conmutación telefónica de barras cruzadas equivalente.

Además, el control por ordenador introduce una amplia gama de nuevos servicios para el usuario así como numerosas características de funcionamiento y mantenimiento para las administraciones explotadoras. Así, por ejemplo, en caso de fallo, aparece en un teleimpresor la localización geográfica del circuito que ha de cambiarse.

Compagnie Générale de Construction Téléphoniques, Francia

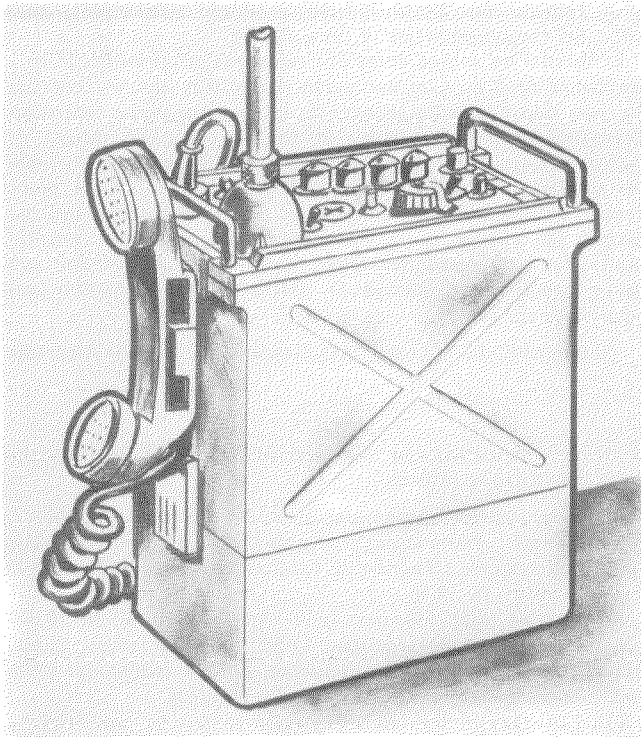
Nuevo emisor-receptor portátil de UHF/VHF.

Un nuevo emisor-receptor portátil ha sido diseñado por ITT Aerospace/Optical Division, Fort Hayne, Indiana, para completar la serie ITT 3000 de radiotelefonos tierra-aire VHF/UHF actualmente instalados en centenares de localidades por las autoridades de la aviación civil y militar de todo el mundo.

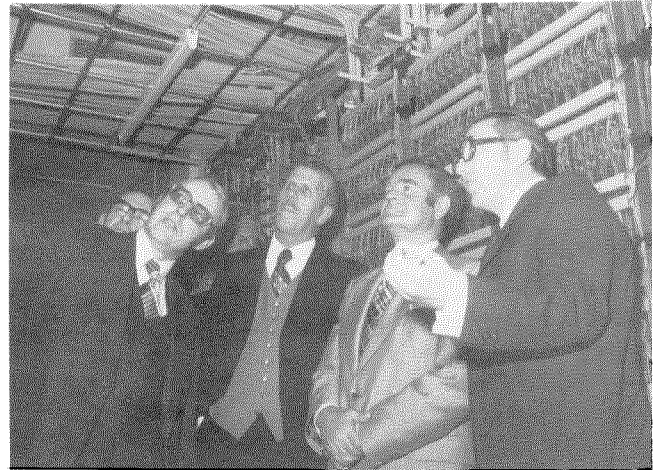
El emisor-receptor ITT Modelo 3701 ofrece una potencia de portadora de 5 vatios para modulación AM en ambas bandas aeronáuticas. La conversión de los márgenes UHF/VHF sin necesidad de cambiar ningún componente es posible gracias a los diseños de circuitos avanzados que utilizan las últimas técnicas de montaje y los últimos componentes de estado sólido. El diseño del sistema, que utiliza conversión con elevación de frecuencia en el receptor, permite una comunicación libre de interferencia sin necesidad de filtros sintonizados variables. Los amplificadores de potencia de banda ancha, permiten también el funcionamiento del transmisor sin ajustes manuales de sintonización o de volumen. Con un peso de 10,5 kp, batería incluida, el emisor-receptor tiene una altura de 127 mm, una anchura de 279 mm y una profundidad de 406 mm. El margen de frecuencias es de 116 a 149,975 MHz y de 225 a 399,975 MHz. Dispone de un total de 7000 canales de UHF y 1360 canales de VHF.

El sintetizador de frecuencia multibanda especial, proporciona todas las señales necesarias para hacer funcionar el emisor-receptor, proporcionando, tanto en VHF como en UHF, incrementos de sintonía de 25 kHz mediante selección de los comu-

* Marca registrada del sistema ITT.



Aspecto del equipo transmisor-receptor de UHF/VHF.



El Dr. A. Schlegel, Director General de Correos de Austria, inspecciona la central interurbana METACONTA 11E-F de Bruck an der Leitha durante la ceremonia de inauguración celebrada el 27 de mayo de 1975. La fotografía muestra de izquierda a derecha a Mr. F. W. Mayer, Director General de ITT Austria; Mr. P. Knezu, Jefe de Ingeniería de Conmutación de ITT Austria; Dr. F. Muschl, Presidente del Consejo de Administración del PTT local; Dr. A. Schlegel, Director General de Correos; Mr. A. Maurer, Presidente del Gobierno de Austria Baja y Mr. K. Fally del PP de Austria.

tadores del panel frontal. Desde el panel frontal se pueden establecer en el sintetizador hasta cuatro canales preseleccionados para señal de llamada única, eliminando la necesidad de marcar la frecuencia exacta. El emisor-receptor portátil diseñado por Aerospace/Optical Division, presenta las siguientes características: altavoz interno con conmutador; cargador de batería interno; efecto local para secreto en el transmisor; compresión de audio para mantener una buena modulación; antena de banda ancha para eliminar la sintonización, e indicador del estado de la batería.

ITT Aerospace/Optical Division, Estados Unidos de América

Primera central interurbana METACONTA* en Austria.

Bruck an der Leitha, Austria Baja (a unos 50 km al Sudeste de Viena). El día 27 de mayo de 1975 la primera central interurbana METACONTA 11E-F austriaca, fue inaugurada oficialmente por el Dr. A. Schlegel, Director General de Correos, en presencia de representantes de la vida pública, autoridades locales, altos oficiales del PTT de Austria y representantes de diversas compañías de ITT, así como de Kapsch A. G. que colaboró en el proyecto.

Sistema de conmutación METACONTA en Austria.

El PTT de Austria, en su programa a largo plazo publicado en 1974, se ha decidido por dos futuros sistemas de conmutación telefónica, uno de los cuales es el sistema de conmutación METACONTA de ITT. El nuevo sistema ha sido desarrollado en estrecha colaboración entre los expertos del PTT de Austria y los ingenieros de ITT Austria utilizando todo el "know-how" técnico internacional disponible de los desarrollos METACONTA de ITT en el extranjero, el nuevo sistema de conmutación electrónico de ITT ya instalado en nueve países.

Ventajas del nuevo sistema de conmutación.

La principal característica que nota el abonado en el sistema de conmutación METACONTA 11E-F es el control automático de encaminamiento de la llamada, que busca rápidamente un camino de conversación libre entre un haz de conexiones, ya sea

a través de caminos directos, líneas de conexión o incluso rutas alternativas.

Se utilizan placas de circuito impreso enchufables que permiten una fabricación automática y un bajo coste de mantenimiento. En todo el equipo se utilizan el seguro MINISWITCH*, un nuevo multiconmutador miniaturizado, de tamaño semejante al de una hoja de papel de escribir a máquina, para conectar los caminos de conversación; relés tipo 65 para el montaje sobre placas impresas y componentes electrónicos. Todos los bastidores y paneles están contruidos de acuerdo con las nuevas normas internacionales ISEP* de ITT.

También se utilizan, para facilidad de mantenimiento, equipos de prueba automáticos.

Interés internacional en el sistema de conmutación METACONTA.

Ya se ha instalado parte del sistema de conmutación METACONTA 11E en las centrales interurbanas internacionales de Viena-Börseplatz e Innsbruck/Tirol. La central de Innsbruck ha despertado gran interés durante el Simposio Internacional de Conmutación celebrado en Munich el pasado año, cuando los expertos visitaron esta central.

ITT Austria, Austria

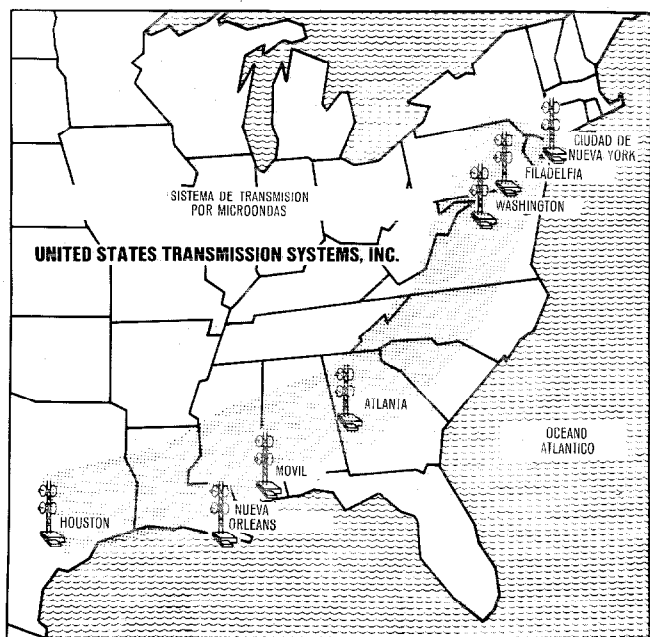
Contrato para un sistema de radioenlaces en los Estados Unidos de América.

SEL (Standard Elektrik Lorenz AG), ha firmado recientemente un contrato con USTS (United States Transmission Systems Inc) para la entrega del equipo a utilizar sobre unos 2500 km de las rutas de radioenlaces en los Estados Unidos de América.

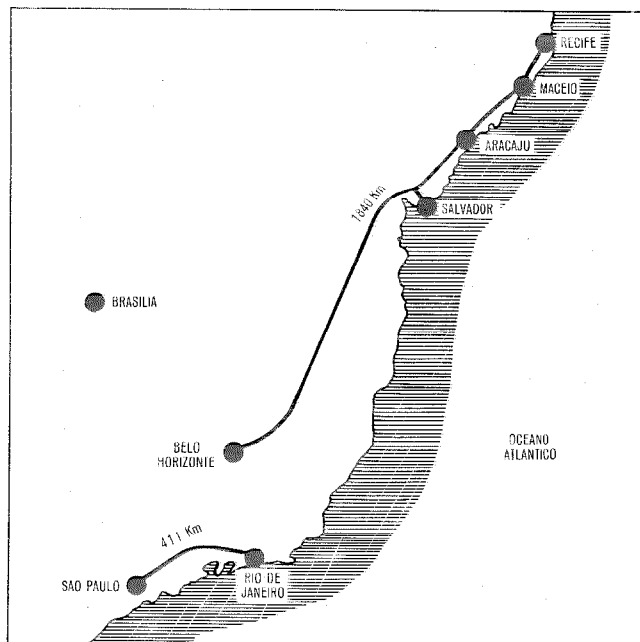
El sistema a instalar consiste en un enlace entre las ciudades de Nueva York y Houston y varias bifurcaciones. La sección inicial de Nueva York a Washington a través de Filadelfia, deberá estar lista para entrar en funcionamiento durante el primer trimestre de 1976, y el resto consecutivamente durante el mismo año.

El equipo para el radioenlace pedido, es del tipo FM 1800/6200, es decir, para transmisión de hasta 1800 canales telefónicos en la banda inferior de 6 GHz. Utiliza tecnología de estado sólido.

* Marca registrada del sistema ITT.



Situación del sistema de radioenlace.



Ampliación de la red de radioenlace.

do y un amplificador de potencia con tubo de ondas progresivas y cumple las exigencias de funcionamiento relativas al ruido para el circuito de referencia hipotético de 6400 km, (4000 millas) de Bell Systems. El equipo pertenece a la nueva generación de radioenlaces de SEL, contruidos según la práctica V-SEP* (7R) (Vertical Standard Equipment Practice). Una característica especial de este proyecto es que se ha abandonado la hasta ahora práctica común de utilizar una línea de reserva. La protección contra los fallos del equipo y contra el fading se conseguirá aplicando una unidad activa de reserva y configuración de diversidad en el espacio. Por esta razón no se desaprovechan radiofrecuencias valiosas para canales de reserva que son gastadas inútilmente durante un elevado porcentaje de tiempo.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

Ampliación de la red de radioenlaces en Brasil.

La empresa explotadora brasileña EMBRATEL, asignó pedidos a SEL que implican ampliaciones importantes de la red de enlaces en Brasil. Las nuevas instalaciones deben estar listas para entrar en servicio a finales de 1976.

El sistema a instalar entre Río de Janeiro y Sao Paulo funciona a 4 GHz y comprende 5 canales de trabajo y 1 canal de reserva, cada uno con una capacidad de 1800 circuitos telefónicos o un programa de televisión con sonido incluido. La ruta consta de 7 repetidores entre los dos terminales, siendo uno de ellos una estación de bifurcación.

El sistema pedido para la ruta Belo Horizonte-Recife utiliza la banda inferior de 6 GHz, también con equipo para 1800 canales telefónicos o un programa de televisión con sonido incluido, con 3 canales de trabajo y un canal de reserva. La ruta comprende, sin contar las dos estaciones terminales, 35 repetidores y 5 terminales con demodulación. Este sistema incluye también una bifurcación desde la estación de Valeria a la ciudad de Recife. Este vano se instalará con equipo para 1800 canales en la banda de 11 GHz, inicialmente para 6 canales de trabajo y 2 canales de reserva.

EMBRATEL ha decidido utilizar para este proyecto equipos de estado sólido con amplificadores de potencia para los transmisores a válvulas de ondas progresivas. Todo el equipo pertenece a la nueva familia de radioenlaces, contruidos según la

* Marca registrada del sistema ITT.

práctica V-SEP* (7R)⁺. El equipo de radio de 11 GHz será suministrado por STR (Standard Telephone and Radio AG) de Zurich.

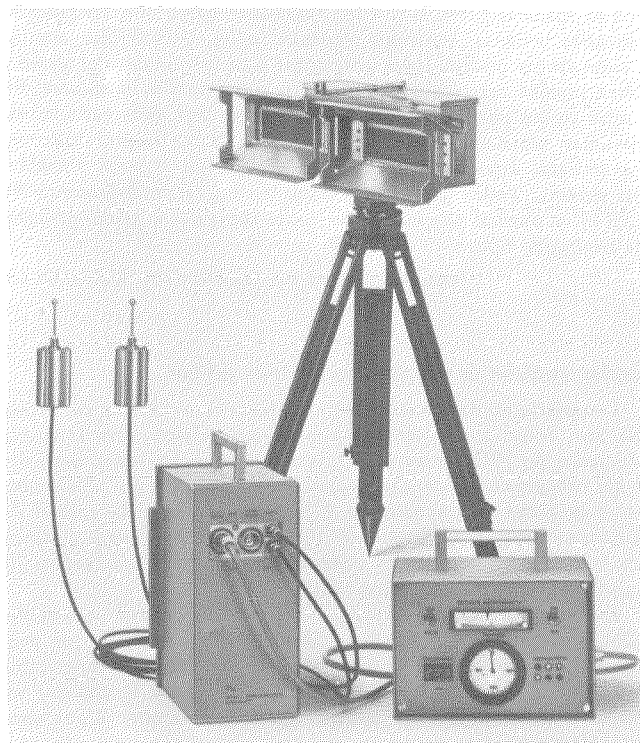
Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

Nuevo sistema de navegación de pequeño alcance SEFAN.

SEL (Standard Elektrik Lorenz AG) ha desarrollado un nuevo sistema de radionavegación SEFAN (Sektor-Fahrzeug-Navigation) para el guiado de precisión de vehículos a distancias pequeñas.

* Marca registrada del sistema ITT.

+ Ver Comunicaciones Eléctricas, Vol. 48 (1973), Números 1 y 2.



Conjunto del equipo SEFAN de navegación de pequeño alcance.

Nuevas realizaciones

El margen de funcionamiento inequívoco del sistema es un sector circular cuyo radio y ángulo de apertura límites pueden elegirse respectivamente entre 10° y 40° y entre 250 y 5000 m de acuerdo con el tipo de utilización.

El equipo completo, compuesto de emisor-receptor, antenas y aparatos de a bordo e indicador, puede ser transportado fácilmente y puesto en funcionamiento por un hombre. El indicador da la distancia desde el emisor-receptor, la desviación lateral (en metros) con respecto a una dirección de control, así como la dirección del vehículo con respecto a la dirección de control. La precisión factible cae dentro del 1% del margen de funcionamiento elegido.

La medida del azimut se obtiene del principio del diagrama de radiación de la antena de forma de margarita giratoria, sin utilizar ninguna parte mecánica móvil. Para la medida de la distancia se utiliza un emisor-receptor activo, mientras que la medida de la dirección se realiza utilizando como base dos antenas a bordo, en la longitud del vehículo. El formato de la señal utilizada permite una realización muy poco costosa.

El procesamiento de la señal recibida por las antenas de a bordo, corresponde a un sistema de ecuaciones con más ecuaciones que incógnitas lo que permite un reconocimiento automático de un error. Por esta razón, el sistema SEFAN ofrece una supervisión al momento y sin resquicios del sistema completo y suprime los resultados de las medidas erróneas, de forma que a pesar de la pequeña cantidad de equipo se garantiza una alta precisión y seguridad de las indicaciones.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

STC comercializa las centrales telex Eltex.

STC (Standard Telephones and Cables) ha firmado un acuerdo que le permite comercializar el equipo de las centrales telex automáticas Eltex en el Reino Unido y en la República de Irlanda. Este acuerdo incluye la opción para STC de fabricar el equipo bajo licencia.

Tras el primer sistema Eltex desarrollado en 1970, un programa continuado de investigación y desarrollo produjo el sistema Eltex I de la segunda generación en 1971, seguido 18 meses más tarde por el equipo Eltex II de la tercera generación. Existen actualmente en todo el mundo 45 sistemas Eltex instalados o encargados.

Los sistemas Eltex II pueden funcionar como concentradores, centrales urbanas, centrales internacionales, o cualquier combinación de las posibilidades anteriores. Los terminales del sistema Eltex pueden ser usados como líneas de abonados o enlaces, sin límite en sus proporciones relativas, y con una gran variedad de opciones conectables mediante puentes para aceptar diferentes códigos, velocidades, tipos de señalización y otras variables del sistema. Todos los equipos cumplen las recomendaciones del CCITT y pueden adaptarse con otras centrales y teleimpresores de cualquier tipo.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Cables coaxiales de 40 tubos para África del Sur.

Los primeros cables coaxiales de 40 tubos a instalar en África del Sur, serán suministrados a la South Africa Post Office a mediados de 1975. Estos cables, que comprenden pares coaxiales y de frecuencia vocal, proporcionarán conexiones adicionales entre la torre de microondas y los terminales de la ciudad de Johannesburgo. STC (Standard Telephones and Cables) suministra también los terminales coaxiales especiales y los medios de empalme a utilizar con estos cables.

Este tipo de cable se utiliza extensamente para conexiones telefónicas nacionales e internacionales con dos tubos que proporcionan 2700 circuitos. Con tecnología moderna, este cable puede transmitir frecuencias de hasta 60 MHz, de forma que un cable de 40 tubos podría ser utilizado simultáneamente por unos 400.000 abonados.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

El mayor sistema de comunicaciones privadas de barras cruzadas para un banco de la City.

El que se cree es el mayor sistema de comunicaciones privadas de barras cruzadas instalado en un banco de la City, está ya en funcionamiento en Standard and Chartered Banking Group, Londres. Esta PABX (Private Automatic Branch Exchange — centralita automática privada) del tipo PENTOMAT* 1000 da servicio a lo que fueron dos bancos situados en distintas localidades y proporciona un sistema de comunicaciones único que permite al personal de las distintas localidades ponerse en contacto entre sí por medio de marcaje directo. El sistema proporciona un abanico completo de facilidades que incluyen teléfonos de teclas y marcaje abreviado (2 dígitos en lugar de hasta 17, para un centenar de los números más frecuentemente usados). Una pantalla de identificación de la línea de extensión y auto-llamada cuando una extensión ocupada queda libre facilitan el trabajo de las 6 operadoras del cuadro de conexión manual.

El sistema tiene 750 líneas de extensión internas y 115 líneas exteriores que lo conectan a la red pública. Tiene también 7 líneas privadas, una de las cuales proporciona conexión directa a la Oficina de Nueva York del banco. Estas líneas están arrendadas al British Post Office y están conectadas a las principales oficinas del banco en Londres. Esto permite a todas las extensiones el poder marcar cualquier otra extensión sin pasar por la red pública. El acceso a estas líneas privadas se consigue sin más que marcar un solo dígito de acceso seguido del número de la extensión.

ITT Business Systems, Reino Unido

Sistema Ptarmigan para el British Army.

STC (Standard Telephones and Cables) ha conseguido un importante subcontrato para el desarrollo de equipo para el sistema de comunicaciones de enlaces tácticas Ptarmigan para el British Army (Ejército inglés). Este contrato cubre el desarrollo de ingeniería y el suministro de modelos de los aparatos telefónicos de los usuarios fijos y de los equipos asociados. Estas unidades proporcionarán el acceso al sistema de los usuarios situados en los cuarteles generales de los cuerpos del ejército, en las divisiones, en las brigadas, o en unidades individuales, y formarán los equipos terminales de los canales de transmisión principales.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Sistema de línea coaxial de 4 MHz para el mercado de exportación.

Un nuevo sistema de línea de 4 MHz, denominado LF4D, ha sido desarrollado por la División de Transmisión de STC (Standard Telephones and Cables). Desarrollado en principio para el mercado de exportación, tiene una capacidad de 960 circuitos telefónicos.

El sistema proporciona circuitos telefónicos de enlace de alta calidad entre la línea principal y las rutas de tráfico secundarias, y cumple con las recomendaciones actuales del CCITT. El sistema LF4D ofrece transmisión bidireccional sobre un par de tubos coaxiales de 4,4 ó 9,5 mm dentro de la banda de frecuencia comprendida entre 60 y 4188 kHz.

Los repetidores secundarios para el sistema LF4D pueden instalarse enterrados en cajas presurizadas a prueba de agua o en bastidores en las estaciones repetidoras ya existentes. La separación nominal entre repetidores es de 4 km para el cable de 4,4 mm y de 9,1 km para el de 9,5 mm, pero es posible una considerable flexibilidad para asegurar la compatibilidad con los servicios existentes o con el terreno de la región. El diseño del repetidor es totalmente compatible con el sistema de línea coaxial de 12 MHz de STC con el fin de facilitar una posterior mejora de las rutas. Los repetidores secundarios son alimentados a través de los conductores internos del cable coaxial, proporcionando el diseño distancias de alimentación largas. Con el cable de 4,4 mm pueden alimentarse hasta 18 repetidores desde

* Marca registrada del sistema ITT.

un terminal, lo que da una separación de 148 km entre puntos de alimentación; con el cable de 9,5 mm pueden alimentarse hasta 20 repetidores desde un terminal permitiendo una separación de 373 km entre puntos de alimentación.

Un cierto número de las características del sistema LF4D no eran posibles con los anteriores sistemas de líneas coaxiales de STC. Entre ellos se encuentra un sistema supervisor de larga distancia que no necesita la utilización de pares de cables intersticiales, y reinyección automática de la señal piloto de control en los repetidores intermedios principales para mantener el servicio máximo posible si se produce un fallo.

Todos los equipos terminales están realizados según la práctica de equipos Mark 6 que tiene como característica el utilizar placas impresas enchufables colocadas en paneles precableados. Todo el cableado de los bastidores es fácilmente accesible por la parte posterior para simplificar la instalación y para mantener el servicio cuando se realiza el mantenimiento sobre sistemas individuales.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Introducción del marcaje de larga distancia internacional en el área de P & T South Jutland.

14 de mayo. El marcaje de larga distancia internacional fue introducido en una parte del área telefónica de P & T South Jutland que comprende las áreas interurbanas de Sønderborg, Åbenrå y Tønder. El área interurbana de Sønderborg comprende una central principal e interurbana PENTACONTA* de 7000 líneas y las centrales rurales de barras cruzadas UUX que la rodean.

El área interurbana de Åbenrå comprende una central urbana 7D de 6000 líneas y una central interurbana PENTACONTA y las centrales rurales 7D sin registrador que las rodean.

El área interurbana de Tønder es un área que sólo tiene centrales 7D. Las centrales 7D se instalaron entre 1938 y 1950.

En conexión con el marcaje internacional, los antiguos equipos 7D fueron puestos al día con los modernos principios de señalización, con la utilización de señalización de registrador multifrecuencia y transferencia de tarificación multifrecuencia desde la central principal a la central de origen. Las centrales rurales sin registrador fueron equipadas cada una con unos pocos circuitos de tarificación conmutados al enlace que lleva la llamada internacional. La conexión de registradores auxiliares, circuitos de tarificación multifrecuencia y registradores internacionales se realizó con la ayuda de conmutadores de barras cruzadas.

El equipo 7D fue desarrollado y fabricado por SEA (Standard Electric A/S) de Copenhague. El equipo PENTACONTA fue entregado por BTM (Bell Telephone Manufacturing) de Bélgica.

Standard Electric A/S, Dinamarca

Sistema automático de distribución de llamadas para el "Sistema de Líneas Aéreas Escandinavas".

A través de la Compañía Telefónica de Copenhague, SEA (Standard Electric A/S) ha entregado un gran sistema de distribución de llamadas para la oficina de reserva de plazas del "Sistema de Líneas Aéreas Escandinavas" en Copenhague.

La reserva de plazas se realiza sobre cuatro grupos de líneas de entrada procedentes de la red pública y de líneas directas procedentes de las agencias de viajes. Los cuatro grupos manejan vuelos nacionales, europeos, transoceánicos y especiales.

Hasta el momento están conectadas 71 líneas de entrada y la capacidad máxima es de 168 líneas de entrada.

Existen 21 líneas de salida a la red pública y líneas de enlace a la centralita privada automática (PABX) del aeropuerto.

* Marca registrada del sistema ITT

El número de puestos de operadora es de 61 con una capacidad máxima de 98 puestos. La operadora puede, con la ayuda de llaves de grupo, conectar su posición a un grupo individual de líneas de entrada o a más de uno, dependiendo de las condiciones de tráfico.

Se utiliza exploración de los puestos y distribución de llamada electrónica, así como memorias de espera electrónicas.

El sistema está preparado para llamadas entre posiciones y para transferir una llamada de un puesto otro, y se utiliza marcaje por teclas tanto para llamadas internas como salientes hacia la red pública. Cuando la red pública no está preparada para marcaje por teclas, se utiliza una conversión electrónica de marcaje por teclas a impulsos de disco.

Standard Electric A/S, Dinamarca

Sistema de alarma de distancia por radar.

Los sistemas de alarma de distancia se proponen suministrar al conductor de un vehículo una ayuda activa a la conducción en situaciones críticas, como las que se dan en las condiciones de baja visibilidad, por ejemplo de noche o nevando, lloviendo o con niebla.

El principio de tal sistema de alarma de distancia consiste en medir la distancia y la velocidad relativa de los vehículos que circulan en la misma dirección. Ambos valores son introducidos, junto con la velocidad absoluta del vehículo en el que está instalado el sistema, en una unidad de procesamiento especial (extractor). Si la distancia real al vehículo que va delante no es mayor que la distancia de separación de seguridad necesaria, se acciona una alarma inmediatamente, que puede ser visual y/o acústica. En una etapa de diseño posterior, esta señal podría también utilizarse para el control automático de la aceleración y del sistema de frenos (conducción automática en fila).

Dentro del alcance de un estudio llevado a cabo por Standard Elektrik Lorenz AG se está desarrollando y probando un sistema de alarma de este tipo en la forma de modelo experimental, en cooperación con la compañía Daimler Benz y el Ministerio Federal para la Investigación Científica y Tecnológica. El objetivo de este estudio es determinar la utilidad práctica, el gasto en equipo y la eficacia del coste resultante de tal sistema en las pruebas de conducción prácticas.

Los valores de la distancia y de la velocidad relativa se obtienen de una unidad de radar de banda Q de alta resolución (margen 130 m) funcionando según el principio de modulación de frecuencia utilizando una señal de onda continua. Por medio de los parámetros seleccionados para este modelo experimental, fue posible obtener una resolución de distancia con una exactitud de aproximadamente ± 5 m. Por medio de un dispositivo específico de precisión de medida de distancias, la exactitud de la medida obtenida puede mejorarse hasta aproximadamente $\pm 2,5$ m. Se utiliza una señal de forma de diente de sierra para la modulación, lo que permite la determinación de la velocidad relativa, directamente a partir de la frecuencia doppler, con signo correcto y con un alto grado de exactitud. Esto es particularmente importante a velocidades relativas bajas entre el vehículo que mide y el vehículo que va delante con vistas a obtener un tiempo de reacción del sistema pequeño.

Las pruebas de conducción que se están realizando actualmente prueban la eficacia del método seleccionado y demuestran que los resultados del sensor de radar no se degradan mucho por las condiciones de mal tiempo en comparación con los métodos ópticos y acústicos. En la actualidad se está construyendo la unidad de procesamiento (extractor) que sirve para determinar si se consigue la distancia de separación de seguridad y, adicionalmente, para controlar la indicación acústica o visual. Otra función de esta unidad es reducir la posibilidad de falsas alarmas partiendo de criterios específicos que han de ser aun definidos en detalle.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal de Alemania

Para solicitar separatas de artículos publicados en este número e información sobre precios, se ruega escriban a:

P. Mornet

Managing Editor, Electrical Communication

18—20, rue Grange-Dame-Rose

78-Vélizy-Villacoublay, France

Solamente pueden aceptarse pedidos por cantidades de al menos 100 separatas de cada artículo.