

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

RESUMEN

VOLUMEN 43 (1968) NÚMERO 2

En este número	108
Sistema de conmutación Pentaconta A1, por <i>R. Y. Sims</i>	110
HERKOMAT — Un sistema de conmutación para centrales automáticas privadas con control electrónico y punto de cruce "reed", por <i>A. Hezel</i>	123
Sistema de portadoras para enlace entre centrales de 24 canales con modulación codificada de impulsos, por <i>E. J. E. Smith y M. Gabriel</i>	130
Equipo multiplex de portadoras; grupo y supergrupo de orden superior, por <i>L. C. Deschuytere y A. Maat</i>	138
El VOR Doppler de SEL, por <i>W. J. Crone y H. Popp</i>	152
Pantalla de presentación de la situación horizontal en navegación aérea, por <i>E. S. Guttmann</i>	159
Cálculo numérico de la función de Erlang mediante un algoritmo de fracción continua, por <i>G. Levy-Soussan</i>	167
Cálculo de redes de enlace urbanas con ruta alternativa por ordenador, por <i>K. W. Ott y F. J. de los Ríos</i>	173
Normas de un sistema europeo de televisión en color. El sistema SECAM, por <i>J. L. Delaitre y R. A. Redard</i>	179
Aspectos económicos, operacionales y técnicos de los sistemas modernos de comunicación global, por <i>A. D. Mackay, B. M. Dawidziuk y H. F. Preston</i>	183
Otros artículos y comunicaciones	197
Nuevas realizaciones	200
Nuevos libros	206
Distinciones	109



En este número

Sistema de conmutación Pentaconta A1

Aprovechando las técnicas y el equipo de conmutación del prestigioso sistema Pentaconta, se ha desarrollado el sistema A1 con vistas a su utilización en la red telefónica pública de Norteamérica.

En las unidades de línea se emplea el multiselector normal Pentaconta con el múltiple vertical de los selectores dividido en 3 partes, la superior destinada a la conexión de enlaces, la intermedia a la de líneas y la parte inferior a la de enlaces internos. Algunas líneas pueden conectarse a algunos enlaces mediante un solo vertical y en todos los demás casos se precisa la actuación de dos verticales, efectuándose la conexión a través de las secciones de enlaces internos de dos cuadros.

Los multiselectores de las unidades de conexión de enlaces internos tienen el múltiple vertical dividido en dos secciones y el múltiple horizontal en 4. A cada multiconmutador pueden conectarse 192 enlaces internos de 6 unidades de línea.

Después de una pequeña instalación experimental para probar el sistema, se elaboró un programa de computador para efectuar simulaciones de tiempo real sobre la base de la lógica completa del sistema con objeto de determinar la capacidad de tráfico. Las impresiones de salida facilitaron información sobre el número de llamadas completadas, los tipos de conexión efectuada, la utilización de los órganos y otros muchos datos similares. Los cálculos del computador se basaron en la hipótesis de tráfico de azar, individual y colectivamente, y con distribución exponencial del tiempo de ocupación, con una media de 120 segundos. La primera parte de cada caso de simulación fué descartada por ser una etapa transitoria previa al régimen permanente.

La segunda instalación, de mayor importancia, se hizo en Las Vegas, Nevada, basada en este amplio análisis, y está funcionando satisfactoriamente en todos sentidos.

HERKOMAT — Un sistema de conmutación para centrales automáticas privadas con control electrónico y puntos de cruce "reed"

La combinación de elementos electrónicos y contactos herméticamente sellados HERKON desarrollados por SEL en las centrales públicas de conmutación telefónica, ha satisfecho las previsiones en lo que respecta a seguridad de funcionamiento.

SEL ha incorporado ahora las características de una central electrónica HERKON a un sistema de centralitas automáticas privadas, dado a conocer bajo el nombre HERKOMAT.

Este artículo describe los principios generales más importantes del sistema, el tratamiento de las llamadas y los servicios ofrecidos al usuario.

Sistema de portadoras para enlace entre centrales, de 24 canales, con modulación codificada de impulsos

Actualmente el British Post Office (B.P.O.) ha pasado pedido y está instalando en la red de enlaces, sistemas de 24 circuitos con modulación codificada de impulsos (P.C.M.) en gran cantidad, para atender principalmente el tráfico entre central local y central de conmutación de grupo, central local y de tránsito, y entre centrales locales; con frecuencia estas necesidades se combinan en una sola ruta.

Los principios básicos de la técnica de los sistemas P.C.M. son muy conocidos, ya que existen muchos artículos que tratan este tema. Fundamentalmente esta literatura se refiere a sistemas en desarrollo o en experimentación, excepto una serie de artículos describiendo el sistema T1 de Bell Telephone, que ha estado varios años en trabajo regular comercial. Este artículo describe un nuevo sistema P.C.M. que está en producción en gran cantidad y que ha sido el primero de su clase instalado en gran escala en la red de telecomunicaciones del Reino Unido.

Equipo multiplex de portadoras de grupo y supergrupo de orden superior

Los sistemas de portadoras para 2.700 canales están encontrando ahora más aplicaciones y más extensas. De acuerdo con el esquema nº1 recomendado por el Comité consultivo internacional telefónico y telegráfico (CCITT), los pasos de modulación de orden superior, pueden comprender, grupos terciarios

(mastergroups) de 300 canales y grupos cuaternarios (super-mastergroups) de 900 canales.

Este artículo describe los grupos terciarios y cuaternarios para un sistema de 2.700 canales, que está basado en la práctica de equipos ISEP (International Standard Equipment Practice) de ITT para equipos de telecomunicación. Para cumplir las necesidades de la mayor parte de usuarios, la especificación de equipo, no solo cumple las recomendaciones del CCITT, sino también las de distintas administraciones y compañías de operación.

El VOR Doppler de SEL

En este artículo se describen el conjunto técnico, diseño y principios básicos de funcionamiento del equipo de tierra VOR Doppler desarrollado por SEL. Se hace una discusión del mismo y por registros de vuelo se manifiesta la gran mejora de estabilidad y precisión en la marcación, incluso en el supuesto de propagación por múltiples caminos, reteniendo al mismo tiempo una completa compatibilidad con los receptores VOR de a bordo. Se dan descripciones detalladas de la unidad transmisora, del complejo de antenas de ancha base y del monitor. Finalmente se considera la posibilidad de emplear el VOR Doppler, con su mejorada precisión de la marcación, en conjunción con estaciones terrestres DME para una navegación altamente precisa de área.

Pantalla de presentación de la situación horizontal en navegación aérea

La complejidad y velocidad crecientes de los modernos aviones comerciales y militares requieren una ayuda al piloto para informarle sobre condiciones que cambian muy rápidamente. Un sistema aeronáutico integrado realiza esto combinando las salidas de varios sensores independientes en un informe coordinado que pueda ser entendido inmediatamente por el piloto. Estos informes se presentan como presentaciones visuales que pueden cubrir modos de vuelo específicos tales como el despegue, vuelo de crucero, aterrizaje y ataque.

El campo de visión alrededor de un avión constituye el objeto del presentador de situación horizontal. Este equipo presentador está bajo control de un computador de navegación. Utiliza un tambor transparente alrededor del cual se ponen microcartas fotográficas. Un sistema óptico complejo proyecta parte de una carta, a través del eje central de tambor, sobre la pantalla de observación. La carta se mueve a lo largo de su eje y gira en cualquier dirección por medio de entradas digitales de longitud y latitud, a fin de presentar la posición actual del avión y el terreno circundante. Una retícula de ruta en tierra con una imagen del avión y una retícula de puntos cardinales están igualmente controladas por entradas independientes del computador. Un prisma Dove gira para cambiar la orientación de la carta en dirección de la ruta o norte.

Un tubo de rayos catódicos de almacenamiento y de visión directa proyecta radar, televisión, infrarrojos, símbolos generados localmente y otros datos, sobre la pantalla de visión por medio de un sistema óptico que combina o alterna esta información con la imagen de la carta.

La carta y las imágenes de rayos catódicos se proyectan desde atrás sobre una pantalla que tiene baja reflectancia. La adición de lentes Fresnel de plástico concentra la luz hacia el piloto.

Cálculo numérico de la función de Erlang mediante un algoritmo de fracción continua

Hay en la literatura técnica varias aproximaciones para el cálculo de la función de Erlang, con valores enteros y no enteros de los parámetros. Estas aproximaciones han permitido el cálculo de tablas. Sin embargo, hay distintos métodos más apropiados para el tratamiento en problemas especiales, como por ejemplo la optimización de redes telefónicas.

Los métodos conocidos anteriormente no hacen uso de un algoritmo continuo. Esto último permitiría alcanzar la precisión requerida seleccionando el número de términos adecuados de una serie convergente, una fracción continua, o incluso un desarrollo asintótico. El algoritmo también hace más fácil el tratamiento del problema por medio de un ordenador.

Cálculo de redes de enlaces urbanas con ruta alternativa por ordenador

Se describe un programa de ordenador para el cálculo de redes de enlace urbanas en ruta alternativa. Este programa está diseñado para ser una herramienta en las manos de los planificadores de redes. El resultado representa un óptimo económico.

El programa calcula el número de enlaces entre todas las centrales tandem basándose en una matriz de tráfico, una lista de costes (cables, tandem, etc.) y un grado de servicio medio.

El programa utiliza un proceso iterativo. Se emplea un nuevo método de calcular las fórmulas de pérdidas de Erlang y mediante una fracción continua.

El programa ha sido aplicado con éxito a una serie de casos prácticos.

Normas de un sistema europeo de televisión en color. El sistema SECAM

En un artículo publicado en el número anterior, se ha explicado la obtención de las normas europeas de T.V. en color a partir del sistema americano NTSC. Allí se daban unas breves descripciones de los sistemas NTSC y PAL. Ambos sistemas

utilizan modulación de amplitud en una subportadora en cuadratura. El presente artículo se refiere al sistema SECAM que utiliza modulación de frecuencia. Se llega a la conclusión de que la multiplicidad de normas internacionales es inconveniente desde un punto de vista económico, aunque la traducción de una norma a otra no supone problemas importantes.

Aspectos económicos operacionales y técnicos de los sistemas modernos de comunicación global

Se hace una exposición histórica resumida del desarrollo de los sistemas por cable y por satélites, seguida de una valoración de sus respectivas ventajas y limitaciones.

Este análisis unido a los últimos adelantos, indica que ambos medios de comunicación internacional podrán coexistir complementariamente más bien que competir. Se hace un estudio comparativo de los parámetros que gobiernan la utilización de cables y satélites en el desarrollo de la red global, discutiendo el estudio financiero, posibilidades técnicas, confiabilidad, calidad y finalmente beneficios.

Debido a los continuos avances tecnológicos, puede sacarse la conclusión, de que existen las mismas posibilidades para cables y satélites en una red global progresivamente integrada que sea capaz de cumplir todas las demandas.

Distinciones

Messrs. C. P. Sandbank, R. Harcourt y J. Froom recibieron el 5 de Diciembre de 1967, el "Lord Rutherford Award" concedido por el Institute of Electrical and Electronics Engineers y la Institution of Electrical Engineers por su artículo titulado "Acoustic Amplification in Semiconductors" publicado en **The Radio and Electronic Engineer**, volumen 31, número 3, de Marzo de 1966.

En una sesión celebrada el 14 de Febrero de 1968 por la International Solid-State Conference, concedió una recompensa a **Mr. C. P. Sandbank** por su eminente contribución a este organismo durante el año 1967.

Dos ingenieros de ITT han sido nombrados "Fellow" del Institute of Electrical and Electronics Engineers:

Mr. Anthony M. Casabona de ITT Federal Laboratories "por su contribución de vanguardia sobre los planes técnicos y de dirección, que aportó para los sistemas de navegación y aterrizaje sin visibilidad".

Mr. Philip H. Spagnoletti, de Standard Telephones and Cables "por su contribución al estudio de los equipos emisores de onda corta y los de banda lateral única".

Estos ingenieros ocupan, de este modo un lugar entre el 2 % de los 160.000 miembros de IEEE, que poseen el envidiado título.

Sistema de conmutación Pentaconta A 1

R. Y. SIMS

ITT Caribbean Manufacturing, Inc., Río Piedras, Puerto Rico

1. Introducción

El sistema de conmutación Pentaconta* A1 fué diseñado principalmente para su utilización en Norteamérica y posee la variedad de facilidades y la flexibilidad de ampliación tan necesarias en un mercado que, como aquél, cambia constantemente. Su coste total es bajo, debido al empleo de los eficaces relés y multiconmutadores Pentaconta, así como a la utilización de una matriz de moderna concepción. Las facilidades de interconexión se aproximan a las máximas teóricas, permitiendo la accesibilidad total a los enlaces y registradores, con independencia del tamaño de los grupos. El mantenimiento se reduce al mínimo mediante el empleo de un marcador centralizado autocontrolado que supervisa el establecimiento de cada comunicación.

La matriz de multiconmutadores Pentaconta proporciona las vías de conversación y de señalización interna, así como permite la conexión a registradores y emisores. Los marcadores controlan la traducción de códigos, la elección de rutas alternativas y la selección de rutas. Si un marcador o un órgano común no puede completar una llamada, el equipo detector de faltas producirá una tarjeta perforada.

El servicio Centrex para varios grupos y el marcaje con teclado en los aparatos de abonado son facilidades standard. Una de las características más importantes del sistema es la utilización de la técnica que permite seleccionar el camino físicamente más corto a través de los multiselectores, con el consiguiente ahorro de equipo en la red de conversación.

2. Antecedentes

En 1965 se instaló en el pueblo de Río Grande en Puerto Rico, una pequeña central experimental, que demostró que era posible utilizar la técnica de selección del camino más corto. Se decidió entonces emprender el diseño de una amplia variedad de centrales. En vista de la complejidad de la matriz y de que no era posible determinar con seguridad la capacidad de tráfico empleando métodos matemáticos convencionales, se llevó a cabo una simulación completa de tráfico con computador. Esta simulación, del tipo de tiempo real, se efectuó en 1965 en Paramus, New Jersey, en la División de sistemas de información y datos. En este artículo se exponen los resultados de la simulación, que permitieron establecer la capacidad del sistema.

A continuación se hizo una segunda instalación, la central North 3 de la Central Telephone Company de las Vegas, Nevada, que está funcionando satisfactoriamente en todos los aspectos. En la figura 1 se muestra una vista parcial del equipo.

3. Constitución general del sistema

En la figura 2 se muestra un diagrama de bloques del sistema. El bloque básico constitutivo del mismo es la

unidad de línea, que puede verse en la figura 3. Una unidad de línea se compone de 8 cuadros equipados con multiconmutadores Pentaconta cada uno con 16 selectores verticales. En centrales cuya capacidad requiere más de 7 unidades de línea se añaden unidades de conexión de enlaces internos. Cada una de estas unidades está constituida por 3 cuadros, equipados también con multiconmutadores Pentaconta de 16 selectores verticales. Todos los enlaces se conectan siempre a las unidades de línea, independientemente del tamaño de la central. Cualquier marcador puede gobernar el establecimiento completo de la comunicación en centrales de cualquier capacidad. En centrales muy grandes puede dividirse el marcador común en dos partes: una controla la conexión de líneas y enlaces a los registradores y la otra, las conexiones línea-enlace, enlace-línea y línea-línea. En estos casos, los marcadores se denominan marcador de tono de marcar y marcador terminal.

Las características de llamada son flexibles y están determinadas por el marcador. La aplicación de corriente de llamada a los enlaces puede hacerse mediante multiconmutadores de 10 á 20 selectores verticales y 7 barras horizontales a 6, 8 ó 10 hilos o bien mediante unidades de selección de relés cuando las exigencias del sistema de llamada son simples.

El sistema dispone de grupos de traducción de numeración que permiten asignar cualquier número a cualquier línea de la central. Cada uno de estos grupos es capaz



Fig. 1 Bastidores típicos en la central de Las Vegas.

* Marca registrada de International Telephone and Telegraph Corporation y sus compañías asociadas.

Fig. 2 Diagrama de bloques del sistema A1.

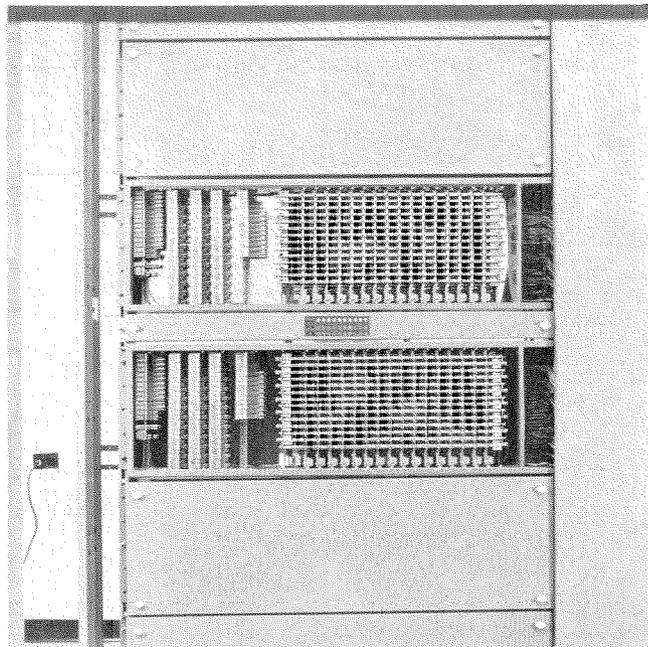
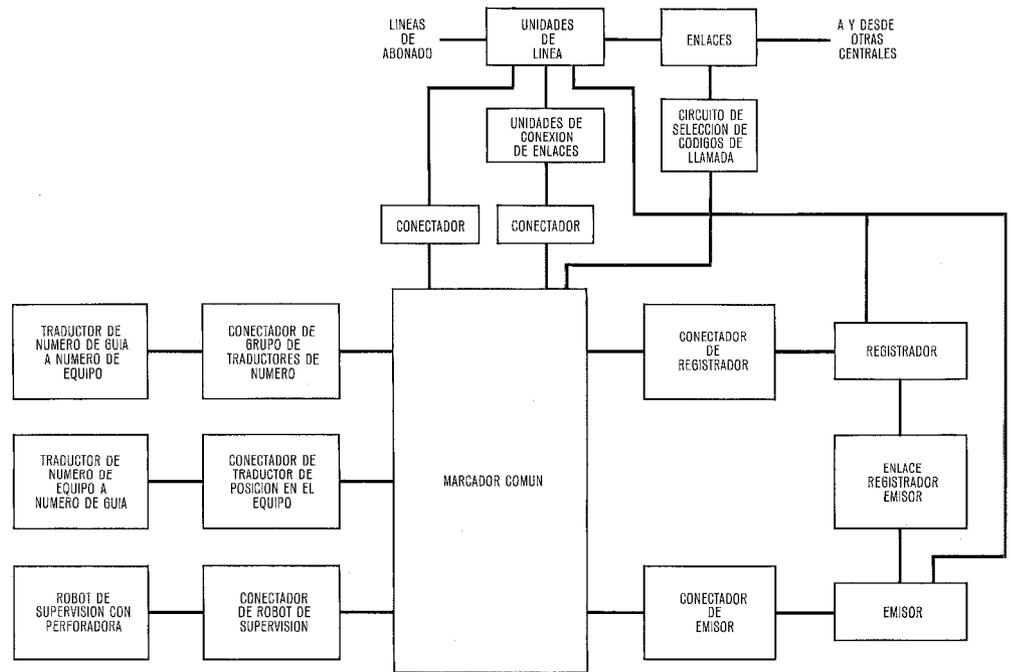


Fig. 3 Unidad de línea.

para mil números de guía. Cada registrador puede discriminar 4 códigos de centrales locales, permitiendo que la capacidad teórica de los grupos sea de 40.000 números.

Los registradores y los emisores son convencionales pero pueden prepararse para permitir simultáneamente el envío y la recepción de cifras. Si se emplea señalización multifrecuencia o si no se desea comenzar el envío hasta que no haya terminado la recepción, pueden pasarse todas las cifras del registrador al marcador y de aquí al emisor. Si los registradores están preparados para trabajar con aparatos de teclado, pueden recibir cifras en códigos de disco o de teclado desde una misma línea de abonado.

4. Descripción de los componentes

Para el diseño del sistema se han utilizado básicamente los aparatos Pentaconta normales, pero se han hecho algunas pequeñas modificaciones y adiciones en casi todos los aparatos, excepto el relé. La figura 4 muestra algunos componentes típicos.

Se emplea un cuadro de nuevo diseño para equipar los selectores, que son siempre 16 por cuadro. Los selectores son del tipo Pentaconta normal, con la diferencia de que el múltiple vertical está dividido en 3 partes en las unidades de línea y en 2 en las de conexión de enlaces internos.

Cada soporte de platina tiene capacidad para 12 relés, en lugar de 11, y el número de terminales por cuadro ha aumentado a 756 en cada lado. También se utilizan en algunos casos, cuadros con regletas de terminales en un solo lado.

El número de cuadros por bastidor es 8 y se equipa un panel de supervisión y fusibles encima del tercer cuadro, a partir del suelo. La estructura metálica es la normal Pentaconta con algunas variantes, como una nueva barra de protección y nuevos conductos de cables.

Se emplean relés de mercurio exclusivamente para la recepción y el envío de cifras, pero para el almacenamiento se utiliza un aparato nuevo, patentado con el nombre de relé "Penta Reed". La bobina es del tipo oval Pentaconta normal y puede llevar uno o dos contactos de lámina sellados. Los apagachispas son del tipo de resistencia y condensador y se montan generalmente por detrás.

5. Matriz de conmutación

A cada unidad de línea pueden conectarse 288 líneas, 8 registradores, 8 emisores y 80 enlaces y puede cursar un tráfico de 36 erlangs. Si el tráfico por línea lo permite, pueden ampliarse las unidades de línea mediante la adi-

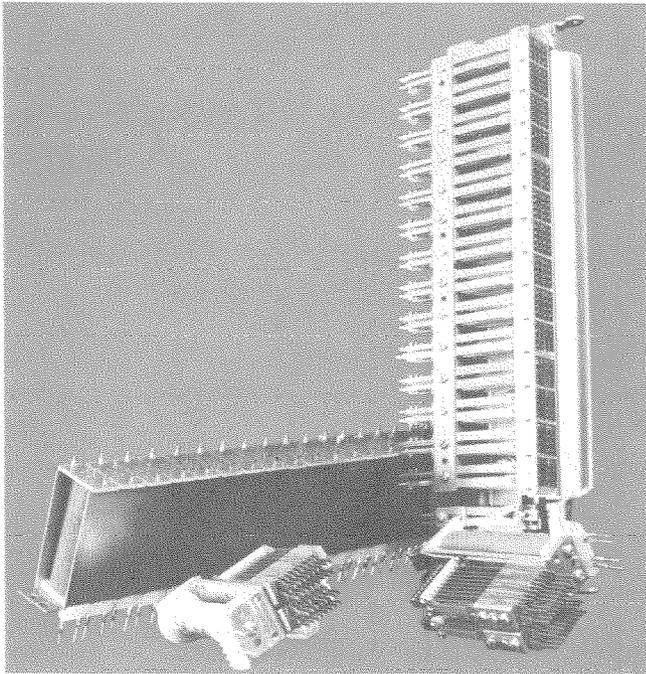


Fig. 4 Algunos componentes típicos.

ción de 8 cuadros multiconmutadores complementarios para llegar a 576 líneas o con 3 unidades adicionales (24 cuadros multiconmutadores complementarios), para alcanzar una capacidad de 1152 líneas. En este último caso la capacidad de tráfico por línea será de 0,03 erlangs (originado más terminal). Como la unidad de línea básica puede agruparse con otras 6 sin necesidad de etapa de conexión de enlaces internos, la capacidad puede variar de 2016 líneas sin cuadros complementarios a 8064, con el máximo número de cuadros complementarios, y el tráfico total por línea, de 0,12 á 0,03 erlangs, respectivamente.

En centrales mayores o de más alto tráfico se combinan las unidades de líneas en grupos de 6, que se denominan "grupos de cuadros". El grupo de cuadros constituye entonces el bloque básico. Se interconectan entre sí mediante unidades de conexión de enlaces internos, hasta un máximo de 15 grupos de cuadros que requieren 120 unidades de conexión.

6. Asignación de conexiones en los multiconmutadores de línea

El cuadro conmutador de la unidad de línea está constituido por un multiconmutador equipado siempre con 16 selectores verticales, 32 ó 36 circuitos de línea y diversos relés de control y conexión. Una unidad de línea puede tener de 256 á 288 líneas, aumentando la capacidad de 4 en 4 líneas, según la proporción de cuadros equipados con 32 ó con 36 circuitos de línea.

La figura 5 muestra un selector vertical. En la parte superior se encuentra la sección de enlaces, en medio la de líneas y abajo la sección de enlaces internos. Cada sección tiene una barra de desdoblamiento. Cuando se actúa una barra horizontal en cualquiera de las seccio-

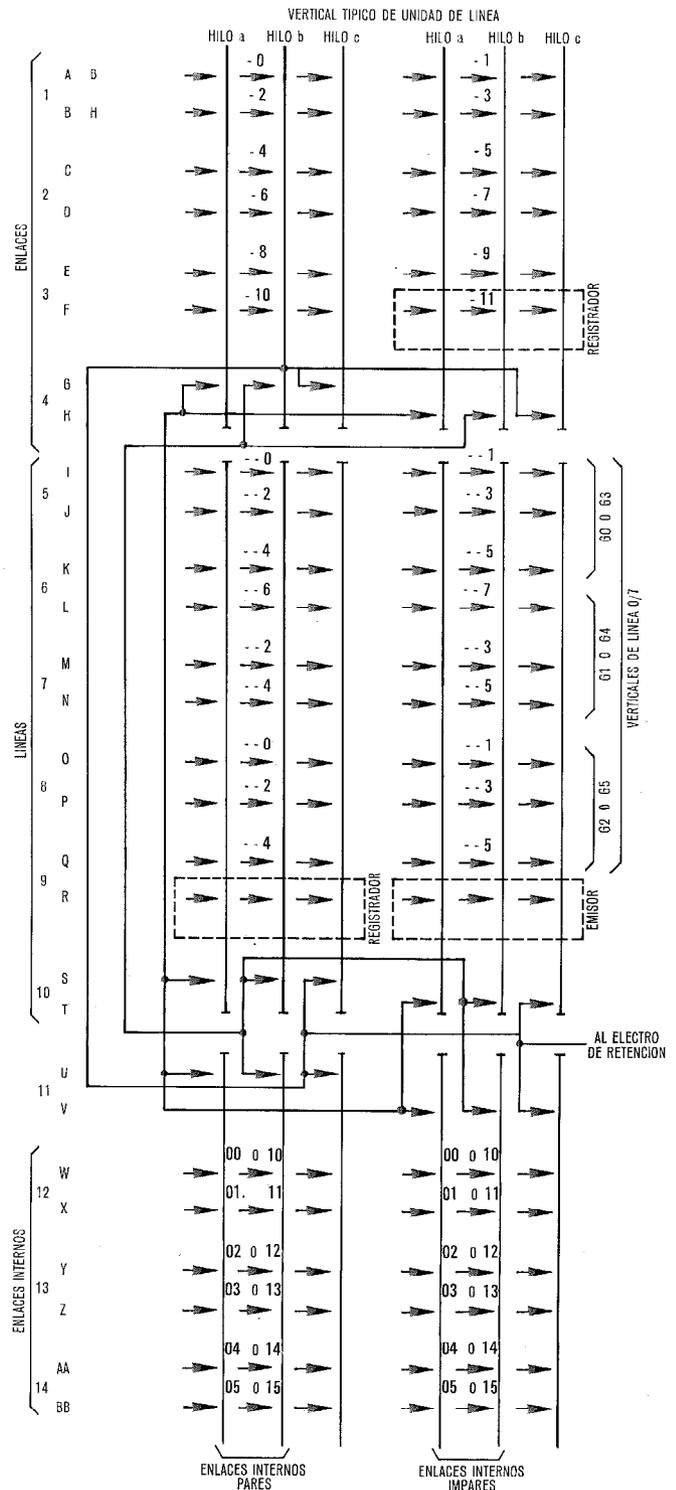


Fig. 5 Selector vertical típico de unidad de línea.

nes, siempre que no sea la de desdoblamiento, se conectan 6 hilos al múltiple vertical. Se elige el grupo de 3 hilos de la izquierda o el de la derecha actuando la barra de desdoblamiento de la sección correspondiente hacia arriba o hacia abajo, respectivamente. Como para tener acceso a cualquier sección de un selector es preciso que actué una barra de desdoblamiento, el funcionamiento de ésta se da por supuesto en todo lo que sigue.

Tabla 1. - Asignación de órganos en los cuadros

		Multiconmutador 0																	Multiconmutador 2																
		00	01	02	03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16	17	00	01	02	03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16	17		
Enlaces o Registradores	000/011	100/111	200/211	300/311	200/211	300/311	000/011	100/111	300/311	200/211	100/111	000/011	100/111	000/011	100/111	300/311	200/211	300/311	200/211	100/111	000/011	100/111	000/011	100/111	000/011	100/111	300/311	200/211	4 Barras						
	000/005	010/015																320/325	330/335																
	100/105	110/115																420/425	430/435																
Lineas	200/205	210/215																520/525	530/535																6 Barras
Registradores	0	1																2	3																
Emisores	1	2																3	0																
Enlaces internos de los grupos 0/5		0-1	2-3	4-5	6-7	0-7	2-5	4-3	6-1	0-3	2-1	4-7	6-5	0-5	2-7	4-1	6-3	0-3	2-1	4-7	6-5	0-5	2-7	4-1	6-3	4 Barras									
		Multiconmutador 4																	Multiconmutador 6																
		00	01	02	03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16	17	00	01	02	03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16	17		
Enlaces o Registradores	400/411	500/511	600/611	700/711	600/611	700/711	400/411	500/511	600/611	700/711	400/411	500/511	600/611	700/711	400/411	500/511	700/711	600/611	500/511	400/411	600/611	700/711	600/611	700/711	600/611	500/511	400/411	600/611	4 Barras						
	040/045	060/065																360/365	370/375																
	140/145	160/165																460/465	470/475																
Lineas	240/245	260/265																560/565	570/575																6 Barras
Registradores	4	5																6	7																
Emisores	5	6																7	4																
Enlaces internos de los grupos 0/5		0-1	2-3	4-5	6-7	0-7	2-5	4-3	6-1	0-3	2-1	4-7	6-5	0-5	2-7	4-1	6-3	0-3	2-1	4-7	6-5	0-5	2-7	4-1	6-3	4 Barras									

Tabla 2. - Asignación de órganos en los cuadros

		Multiconmutador 1										Multiconmutador 3																						
		00	01	02	03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16	17	00	01	02	03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16	17	
Enlaces o Registradores	000/011	100/111	200/211	300/311	200/211	300/311	000/011	100/111	300/311	200/211	300/311	000/011	100/111	300/311	200/211	300/311	000/011	100/111	300/311	200/211	300/311	000/011	100/111	300/311	200/211	4 Barras								
	340/345	440/445	540/545	4	5	350/355	450/455	550/555	350/355	450/455	550/555	4	5	6	060/065	160/165	260/265	6	7	070/075	170/175	270/275	6	7	4	6 Barras								
Registadores	4	5	5	6																														
Emisores	5	6	6																															
Enlaces internos de los grupos 10/15	0-1	2-3	4-5	6-7	0-7	2-5	4-3	6-1	0-1	2-3	4-5	6-7	0-7	2-5	4-3	6-1	0-3	2-1	4-7	6-5	0-5	2-7	4-1	6-3	0-3	2-1	4-7	6-5	0-5	2-7	4-1	6-3	4 Barras	
		Multiconmutador 5										Multiconmutador 7																						
		00	01	02	03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16	17	00	01	02	03	04	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16	17	
Enlaces o Registradores	400/411	500/511	600/611	700/711	600/611	700/711	400/411	500/511	600/611	700/711	600/611	700/711	400/411	500/511	700/711	600/611	500/511	400/411	700/711	600/611	500/511	400/411	700/711	600/611	4 Barras									
	300/305	400/405	500/505	0	1	310/315	410/415	510/515	310/315	410/415	510/515	0	1	2	020/025	120/125	220/225	2	3	030/035	130/135	230/235	3	0	020/025	120/125	220/225	2	3	030/035	130/135	230/235	3	0
Registadores	0	1	1	2																														
Emisores	1	2	2																															
Enlaces internos de los grupos 10/15	0-1	2-3	4-5	6-7	0-7	2-5	4-3	6-1	0-1	2-3	4-5	6-7	0-7	2-5	4-3	6-1	0-3	2-1	4-7	6-5	0-5	2-7	4-1	6-3	0-3	2-1	4-7	6-5	0-5	2-7	4-1	6-3	4 Barras	

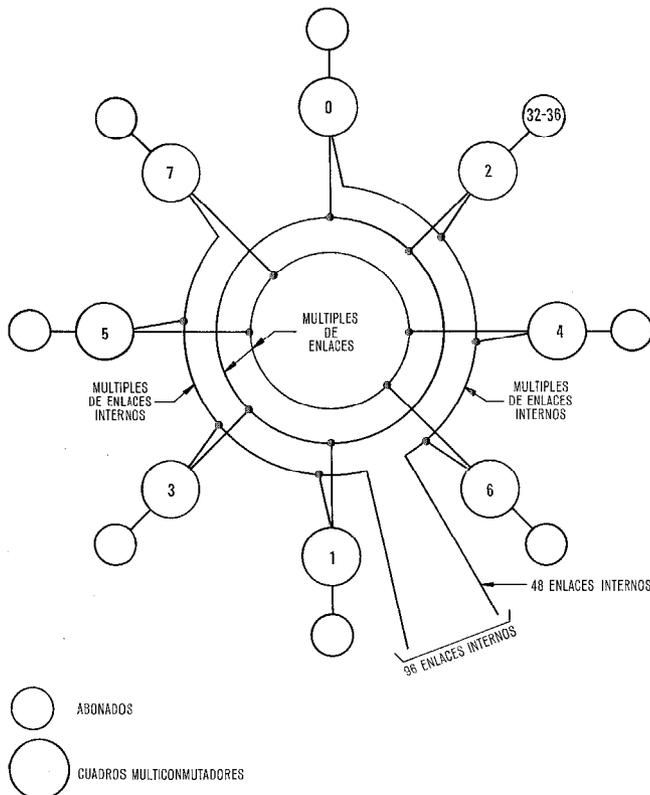


Fig. 6 Múltiples de la unidad de línea.

En las tablas 1 y 2 pueden verse las asignaciones de niveles y selectores, así como la accesibilidad de los diversos órganos. Se utiliza una representación simbólica en la que los cuadrados de cada multiconmutador que tienen los mismos números representan niveles de selectores unidos por un múltiple horizontal. Considérese, por ejemplo, las posibilidades de conexión entre una línea determinada del grupo 210/215 y un cierto enlace del grupo 300/311. Se advertirá que hay dos conexiones posibles en el multiconmutador 0 con utilización de un solo vertical, que puede ser el 12 o el 13.

También puede establecerse dicha conexión con ayuda de dos verticales, empleando uno de los selectores 10, 11, 14, 15, 16 ó 17 del multiconmutador 0 para conectarse a través de un enlace interno, a uno de los verticales 06 ó 07 del multiconmutador 0 ó 00, 01, 14 ó 15 del multi-selector 2.

Una observación detenida de las tablas revela que se tiene la misma accesibilidad con independencia de la línea y del enlace escogidos. No es posible conectar cada línea a cada enlace mediante un solo vertical, pero cualquier línea tiene acceso a cualquier enlace con ayuda de enlaces internos, y de la misma forma hay accesibilidad completa de los enlaces a las líneas. Esto es cierto, independientemente del número de enlaces, mientras no haya más de 7.200. La simulación mostró que, para un tráfico local del 75 %, el 47 % de las conexiones se hacían con un solo vertical. Se simularon 1.792 líneas con un tráfico total por línea de 0,14 erlangs.

En las tablas 1 y 2 puede verse que el multiplaje está dispuesto como muestra la figura 6. Los multiconmuta-

dores 0, 2, 4 y 6 tienen acceso a los grupos de enlaces internos 0/5, mientras que los multiselectores 1, 3, 5 y 7 tienen acceso a los grupos 10/15. A su vez, a los cuadros 0, 2, 1 y 3 están conectados los enlaces 000 á 311 y a los cuadros 4, 6, 5 y 7, los enlaces 400 á 711.

De ésto puede deducirse la siguiente conclusión: un determinado conjunto de multiconmutadores, por ejemplo los 0, 2, 1 y 3, puede tener acceso directo a 40 enlaces y mediante enlaces internos a otros 40. Esta situación es general.

Al hacer la asignación de enlaces es deseable distribuirlos equilibradamente entre todos los cuadros de línea, lo que aumenta la probabilidad de que se efectúen las conexiones por el camino más corto y también reparte el tráfico. Cuando se tienen grupos pequeños de enlaces, su distribución equilibrada puede resultar imposible o carecer de importancia. En las ampliaciones, cada unidad de línea aumenta el número de sus niveles y puede hacerse una redistribución de los enlaces, que son enchufables, según se precise.

Conviene hacer alguna consideración con respecto a la selección del camino más económico. En primera elección se prueba la conexión mediante un solo selector, después mediante enlaces internos y finalmente a través de unidades de conexión de enlaces internos. En cualquier caso, lo más importante es la proximidad física, ya que ésto equivale a la utilización del mínimo de equipo.

7. Unidades de conexión de enlaces internos

El sistema Pentaconta A1 utiliza la conmutación por mallas, pues los enlaces internos constituyen un sistema de mallas que permite conectar los (dispositivos de conexión metálica a 3 hilos a, b y c) del mismo o de diferentes grupos de cuadros mediante un solo vertical. La unidad de conexión de enlaces internos está compuesta siempre por 3 cuadros, cada uno con un multiconmutador de 14 barras horizontales y 16 selectores a 6 hilos, cuyo múltiple vertical está dividido en 2 partes y el horizontal en 4 partes, según puede verse en las figuras 7 y 8. Como cada unidad de línea tiene 96 enlaces internos y 6 unidades constituyen un grupo de cuadros, todos los enlaces internos de un grupo de cuadros pueden conectarse a una unidad de conexión de enlaces internos. En la práctica se precisan 8 unidades de conexión para 2 grupos de cuadros, por razones de tráfico. Para 7 grupos de cuadros hacen falta 38 unidades de conexión de enlaces internos y para 15 grupos, 120 unidades.

El empleo del principio de selección del camino más corto permite reducir el tráfico de la etapa de mallas a las llamadas entrantes de otras centrales, al tráfico terminal local y al tráfico de sobrecarga de todo tipo. En la etapa de mallas sólo pueden efectuarse conexiones a través de un vertical, que conecta dos enlaces internos.

Las centrales que se equipan inicialmente con unidades de conexión de enlaces internos no necesitan tener cuadros de repartidor intermedio de enlaces internos en las unidades de línea, estando equipado cada bastidor de las unidades de conexión con un repartidor en su parte superior.

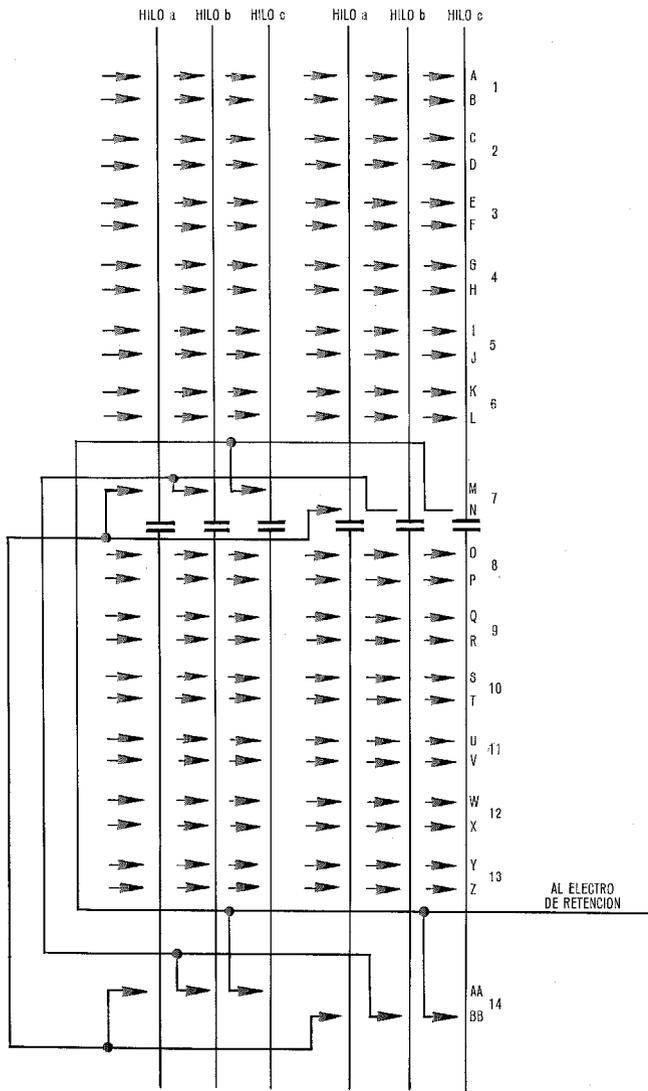


Fig. 7 Vertical típico de conexión de enlaces internos.

En cambio, si se trata de ampliar una central sin unidades de conexión de enlaces internos, pasando a tener estas unidades, es preciso equipar los grupos de cuadros iniciales con cuadros de repartidores intermedios de enlaces internos. Los grupos que se añadan posteriormente no necesitan estos repartidores.

8. Ampliación

En las centrales que no cuentan con unidades de conexión de enlaces internos se equipa un cuadro de repartidor intermedio de enlaces internos que tiene 6 bloques de 48 terminales cada uno. Cuando se amplía la central basta actuar sobre estos bloques para redistribuir los enlaces internos. Pueden hacerse ampliaciones de esta forma hasta llegar a la máxima capacidad, sin unidades de conexión, de 7 unidades de línea, que equivalen a de 2.016 á 8.064 líneas, según el tráfico, como se explicó en la sección 5.

9. Capacidad de tráfico

La capacidad del sistema depende del grado de saturación que puede alcanzarse en la utilización de todas

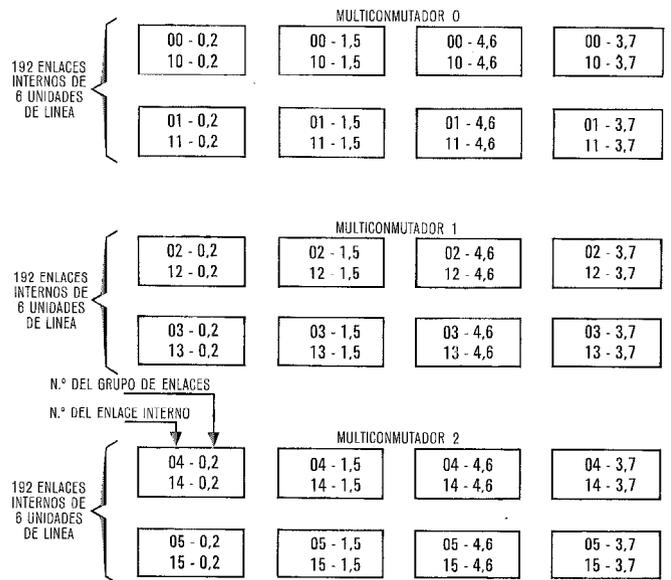


Fig. 8 Unidad típica de conexión de enlaces internos compuesta por 3 multiconmutadores.

las vías de conexión entre las entradas y las salidas de la red de conversación y de las demoras que pueden aceptarse en el equipo común que se encarga de la conexión, el registro, el tratamiento y el almacenamiento de la información de control.

Se supuso, en principio, y más tarde se comprobó que la configuración del sistema no se ve afectada apreciablemente por los cálculos de las demoras. Por este motivo, las primeras investigaciones se concentraron sobre el estudio de la configuración de la matriz de conversación.

La comprobación de la capacidad de la matriz se hizo en dos partes: por un lado, se simuló en tiempo real el sistema sin unidades de conexión de enlaces internos y, por otro, se hizo el cálculo del sistema con aquellas unidades utilizando las técnicas de Kittredge-Molina, sobre la base del grado de ocupación de enlaces internos observado en la simulación.

10. Simulación

Se elaboró un programa para el computador que incluía toda la lógica del sistema, disponiéndose las impresiones de salida de forma que registrarán el número de llamadas completadas, el tipo de conexión efectuada, el grado medio de ocupación de los órganos y otros muchos datos necesarios para determinar la capacidad del sistema, así como la confiabilidad de cada simulación.

Como la carga del sistema debía proceder de fuentes que reprodujeran las reales lo más exactamente posible, se dedicaron esfuerzos considerables a obtener una cinta fuente que reprodujese con verdadera fidelidad las condiciones reales.

En el caso de 7 unidades de línea se supuso que cada una tenía 256 abonados, es decir que hubo que reproducir 1.792 fuentes de tráfico. Se simuló tráfico de azar, tanto colectiva como individualmente, con duración del tiempo de ocupación de tipo exponencial con una media

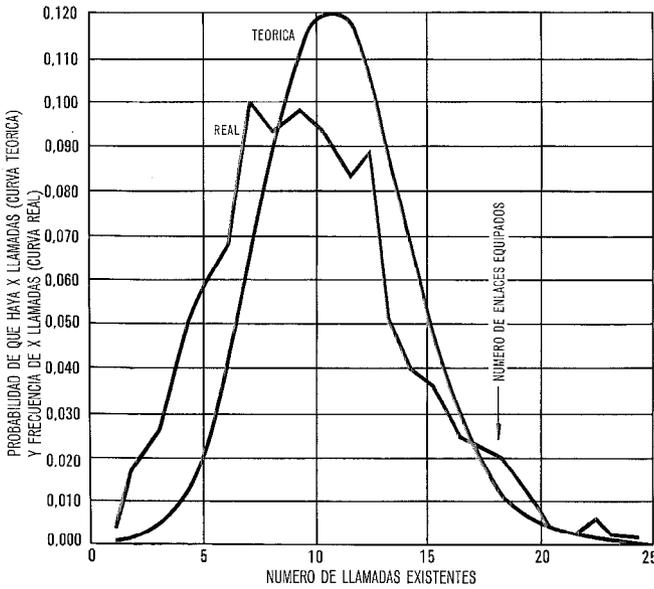


Fig. 9 Simulación de tráfico incorrecta para 7 unidades de línea que generan 0,125 erlangs por línea. Las 610 llamadas salientes en la dirección A equivalen a 10,9 erlangs.

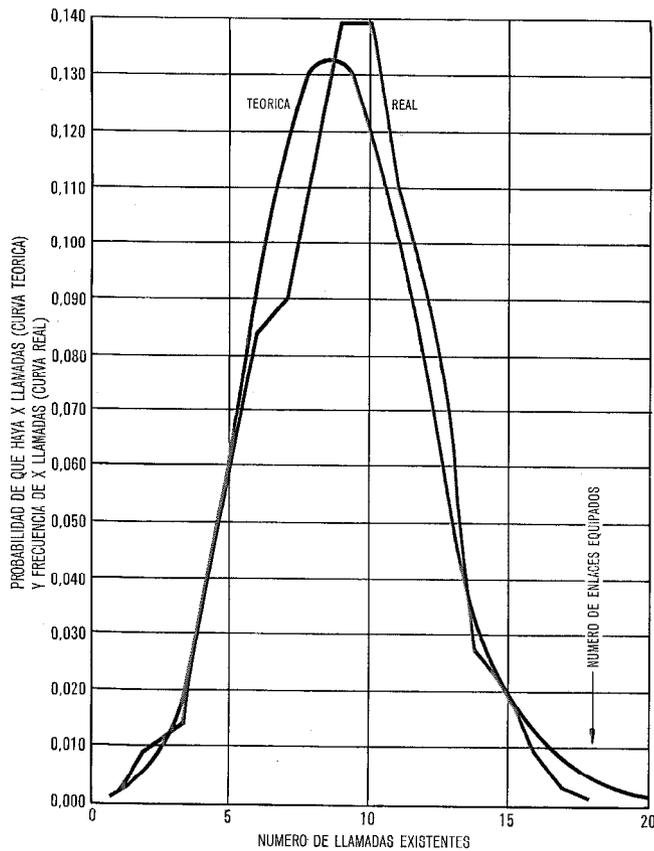


Fig. 10 Simulación de tráfico correcta para 7 unidades de línea que generan 0,125 erlangs por línea. Las 557 llamadas salientes en la dirección A equivalen a 9 erlangs.

de 120 segundos. Utilizando números aleatorios y suponiendo distribuciones exponenciales para el programa se prepararon las cintas de salida. Las figuras 9 y 10 muestran una simulación de distribución de tráfico incorrecta y otra correcta, respectivamente. Además, se decidió simular una carga desequilibrada que podría ser debida

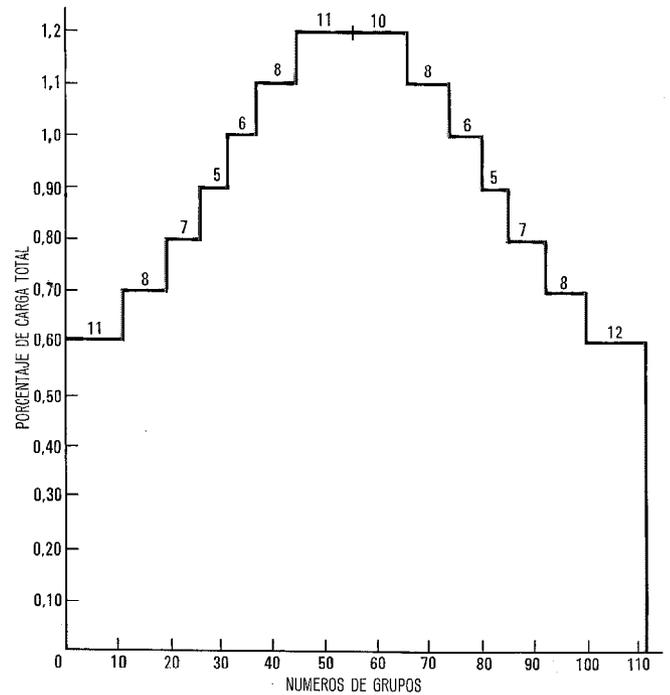


Fig. 11 Grupos de líneas con tráfico desequilibrado.

a un reparto desigual de las líneas de centralitas. Se preparó el generador de tráfico de tal forma que los 112 grupos de 16 líneas no originaran cada uno el 0,89 % del tráfico total, sino tráficos desiguales según muestran la tabla 3 y la figura 11.

Se prepararon 4 programas fuentes con un tráfico de 0,11, 0,125, 0,14 y 0,15 erlangs por línea y cada cinta fué comprobada y corregida para garantizar una distribución adecuada.

Utilizando las cintas generadoras como fuentes de tráfico y analizando la carga pudo determinarse que se necesitaban 12 minutos para alcanzar el regimen permanente, es decir que en una simulación de 2 horas y 12 minutos (tiempo real simulado) había que descartar los 12 primeros minutos.

Después de establecer los generadores de tráfico apropiados, se incorporaron al sistema los parámetros de la central y la lógica relativa al tratamiento de las llamadas. Los parámetros de la central aparecen en la tabla 4 y la lógica de tratamiento de las llamadas se dedujo de los organigramas apropiados.

Tabla 3

Número de grupos de 16 líneas	Porcentaje de tráfico por grupo de los grupos desequilibrados	Porcentaje acumulado
23	0,6	13,8
16	0,7	11,2
14	0,8	11,2
10	0,9	9,0
12	1,0	12,0
16	1,1	17,6
21	1,2	25,2
112		100,0

Tabla 4 Parámetros de la central.

Unidades de línea por central	Tráfico por línea		Enlaces locales	Enlaces por dirección			Registadores
	Llamadas de 100 segundos	Erlangs		Salida	Llegada	Bidireccionales	
1	4,0	0,116	20			8	7
1	4,5	0,125	22			8	7
1	5,0	0,139	23			9	7
1	5,5	0,153	25			9	8
1	6,0	0,167	25			9	8
7	4,0	0,116	96	17	17		26
7	4,5	0,125	108	18	18		28
7	5,0	0,139	120	19	19		30
7	5,5	0,153	132	21	21		32
7	6,0	0,167	132	21	21		32

Los resultados dados por la máquina sirvieron para:

- a) generar comprobaciones que permitirían eliminar errores de programación,
- b) suministrar detalles suficientes para conocer el comportamiento interno del sistema, es decir, el porcentaje de llamadas completadas con un solo vertical o el número de llamadas completadas con renovación,
- c) Establecer el grado de calidad del sistema.

Se preparó una lista codificada de 58 datos que constituía la información de salida necesaria; en la tabla 5 se muestra una parte de una lista típica.

Las tablas 6 y 7 muestran información de salida típica. Se hicieron numerosas simulaciones de este tipo, con los resultados que recogen las figuras 12 y 13.

11. Conexión de enlaces internos

Se analizó el sistema de mallas utilizando la fórmula general de Kittredge-Molina.

$$p = [1 - (1-a)(1-b)(1-c)]^N$$

donde *p* representa la probabilidad de congestión y *a*, *b* y *c* son las probabilidades de ocupación de los diversos elementos.

La figura 14 muestra en forma simplificada la red de conexión de línea o enlace, tal como está constituida en el sistema Pentaconta A1. La simulación explicada en la sección 10 se refería a las figuras 14a y 14b. En la figura 14c se muestra el esquema de conexión con intervención de unidades de conexión de enlaces internos, en una de sus formas más sencillas. En lo que sigue no se tiene en cuenta renovaciones, segundas pruebas ni ac-

Tabla 5 Datos de salida.

Número de llamadas ofrecidas	
(1) De línea a línea	5.087
(2) De línea a enlace	1.652
(3) De enlace a línea	1.752
Número de conexiones efectuadas	
(4) Con 1 vertical	9.873
(5) Con 2 verticales y 1 enlace interno	11.030
(44) Llamadas de línea a línea de duración inferior al tiempo de ocupación de los registradores	508
(45) Llamadas de línea a enlace de duración inferior al tiempo de ocupación de los registradores	87
(46) Llamadas de enlace a línea de duración inferior al tiempo de ocupación de los registradores	91
(47) Llamadas de línea a enlace en 1ª selección de duración inferior al tiempo de ocupación de los registradores	102
(48) Llamadas de línea a enlace en 2ª selección, de duración inferior al tiempo de ocupación de los registradores	1
(50) Llamadas originadas por líneas ocupadas	11
Grado de ocupación	
Número medio de líneas ocupadas	192,19
Número medio de registradores ocupados	13,56
Número medio de enlaces locales ocupados	66,51
Número medio de enlaces ocupados en la dirección A	
— salida	8,45
— llegada	8,23
Número medio de enlaces ocupados en la dirección B	
— salida	9,02
— llegada	8,40
Número medio de enlaces ocupados en la dirección C	
— salida	7,41
— llegada	8,65
Número medio de verticales ocupados	321,55
Número medio de enlaces internos ocupados	118,56

ceso a otros órganos, como por ejemplo la conexión a los registradores.

La fórmula aplicable al cálculo del sistema de la figura 14c es:

$$p = \{1 - (1-c^4) \{1 - [1 - (1-a^2)(1-b^2)]^2\}^4\}$$

Para aplicar esta fórmula es preciso hacer extrapolaciones con los valores de ocupación dados por la simulación.

Tabla 6 Información típica en cinta sobre número de ocupados.

Escala de tiempos	Líneas	Registadores	Local	Dirección A		Dirección B		Dirección C		Verticales	Enlaces internos	Mallas
				Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada			
15.720	187	16	128	7	4	9	9	10	10	309	198	0
15.780	207	13	148	5	7	11	9	9	10	348	232	0
15.840	191	11	134	3	5	11	11	9	12	324	216	0
Media*	192,43	13,55	133,59	8,40	8,16	8,92	8,32	7,50	8,61	326,01	237,55	0

* Suma de las cantidades anteriores dividida por el número de momentos de la escala de tiempos tomados para el muestreo.

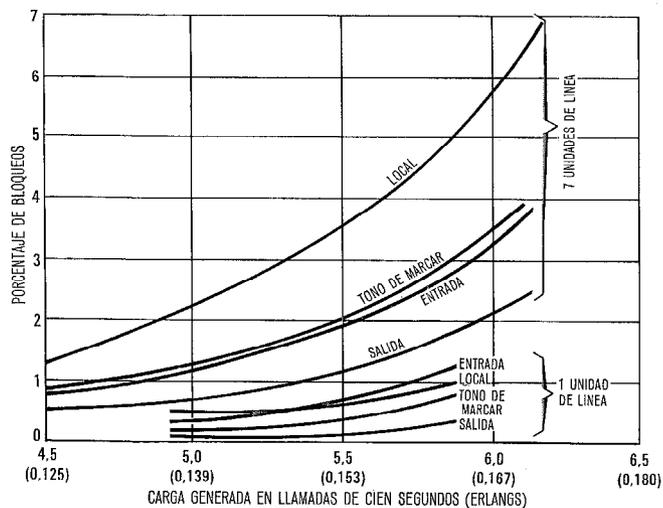


Fig. 12 Porcentaje de bloqueos en función de la carga generada.

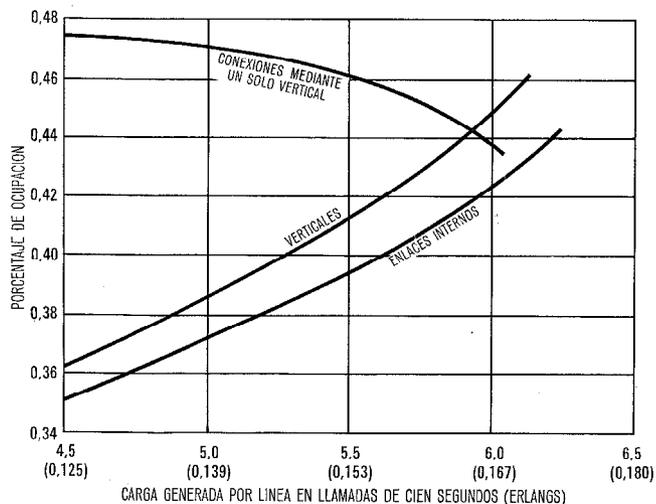


Fig. 13 Ocupación de órganos en función de la carga generada por línea en el caso de 7 unidades de línea.

Tabla 7 Información en cinta de congestiones según número de bloques (N).

Congestiones (N bloques)			
(1)	5087	(18)	0
(2)	1652	(19)	0
(3)	1754	(20)	0
(4)	8677	(21)	0
(5)	12190	(22)	0
(6)	0	(23)	0
(7)	0	(24)	0
(8)	22	(25)	0
(9)	0	(26)	204
(10)	0	(27)	8
(11)	0	(28)	13
(12)	3	(29)	63
(13)	0	(30)	37
(14)	0	(31)	188
(15)	0	(32)	37
(16)	497	(33)	0
(17)	17	(34)	0
		(35)	68
		(36)	201
		(37)	0
		(38)	40
		(39)	0
		(40)	0
		(41)	0
		(42)	0
		(43)	41
		(44)	502
		(45)	87
		(46)	91
		(47)	102
		(48)	1
		(49)	0
		(50)	10

Suma de los tiempos de ocupación (líneas que llaman, ocupadas) = 2338.

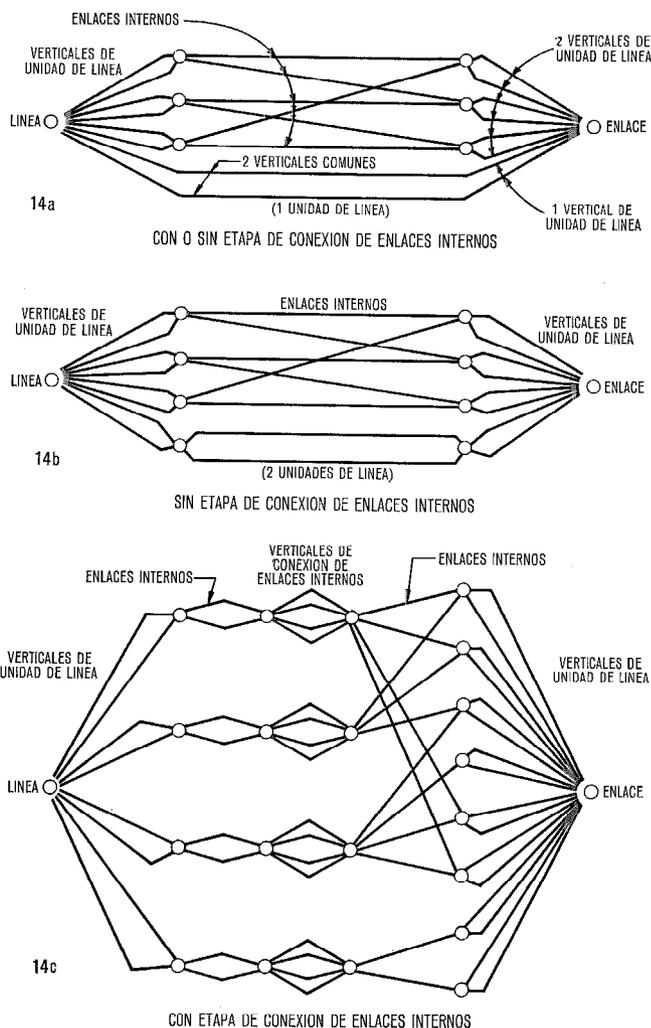


Fig. 14 Esquema general de conexión de línea a enlace.

La simulación mostró que en una central de 7 unidades el 45% de las conexiones originadas y el 2% de las terminales se hicieron a través de un solo vertical. Como las llamadas que requieren más de un selector deben cursarse mediante enlaces internos, pueden establecerse los tráficos de enlaces internos originado y terminal; la suma de éstos, más una cierta cantidad para tener en cuenta el desequilibrio, permite determinar la carga total por enlace interno. Empleando este método puede establecerse la carga de los enlaces internos en centrales de cualquier tamaño.

Como todo el tráfico entre unidades de línea debe pasar por las mallas de enlaces internos, puede calcularse así el grado de ocupación real de los elementos.

Finalmente, se elaboró un programa general reducido para el computador (con un algoritmo para el cálculo de probabilidades). Esto permitió la rápida resolución de diversas configuraciones, una vez establecido el grado de ocupación.

Un estudio del diseño final indicó que la pérdida para tráficos típicos de la unidad de línea (36 erlangs) no sobrepasaba 0,02 en llamadas locales para centrales de hasta 15 grupos de cuadros.

12. Demoras en el sistema

En todo sistema de este tipo hay dos tipos de demoras, las que vienen determinadas por el diseño y las debidas a la cantidad de equipo (marcadores y registradores). Se han hecho cálculos de ambos tipos de demoras y las del segundo grupo se han tabulado para su manejo por los clientes. Un caso tipo de demora propia del diseño es el acceso de las unidades de línea a los marcadores. Se hace el cálculo por el método de Crommelin, suponiendo espera constante, resultando una media de 40 a 50 milisegundos, según el número de grupos de cuadros. Además, este cálculo demuestra que no se forma cola considerable debido a que cada unidad de línea no tiene un tráfico superior a 36 erlangs. Análogamente, los cálculos dan una espera de 60 milisegundos para el acceso de un marcador a una unidad de línea. Tampoco es apreciable la demora en el acceso de los órganos comunes o de enlaces internos. Estudiando los marcadores por el mismo método de Crommelin, se ha comprobado que casi se alcanzaba el máximo rendimiento teórico con 4 marcadores.

La capacidad de los marcadores, deducida de los cálculos, es la siguiente:

Número de marcadores	Tráfico en erlangs
1	0,4
2	0,6
3	0,7
4	0,75

Como el número de marcadores está basado en el tiempo de ocupación y casi todos los conectadores vienen afectados por el número de marcadores, es sumamente esencial que éstos trabajen a alta velocidad, incluso en las conexiones de líneas a registradores o de enlaces a registradores.

Los registradores pueden calcularse con pérdida o con espera, según desee el cliente. En la figura 15 puede verse que, para un tráfico ofrecido de 300 llamadas de cien segundos (8,33 erlangs), se precisan 14 ó 19 registradores, según el criterio aplicado. El empleo del cálculo a la espera requiere un control del tráfico basado en la utilización de dispositivos de medida de la espera del tono de marcar.

13. Mantenimiento

Los métodos de mantenimiento son convencionales y están basados en el principio de que no se registrarán como faltas las sobrecargas de tráfico ni las irregularidades cometidas por los usuarios o los operadores. Después de establecerse una conexión se la supervisa y prueba completamente antes de liberarse el marcador. Este tiene acceso a cada vía de conversación para efectuar las pruebas mediante un relé en cada enlace o cada puente de alimentación. Como una unidad de línea sólo está controlada por un marcador, es posible multiplicar estas vías y conectarlas al marcador en forma económica. El relé mencionado, que se denomina *f*, sirve, además, para otros fines de control, como la selección del código de llamada.

En este sistema los marcadores hacen varios intentos para completar una comunicación antes de admitir que no puede establecerse. Si no se completa una llamada a causa de una congestión de tráfico, se recurre a la renovación o a una nueva prueba o a ambas para tratar de encontrar un enlace o un enlace interno libre. Si no se completa debido a algún problema en el equipo, como por ejemplo un hilo cortado o un contacto sucio, se hace un nuevo intento empleando diferentes órganos comunes. En caso de que todos los intentos fallen, se aplica tono de sobrecarga, pero únicamente después de haber registrado el defecto en una tarjeta perforada.

Los registradores están diseñados de forma que se les pueda dejar fuera de servicio si vence una temporización. Como podría ocurrir que todos los registradores estuvieran afectados por un mismo problema, sólo se permite a unos pocos quedar fuera de servicio, mientras que el resto se libera automáticamente. Un marcador incapaz de completar su misión temporiza muy rápidamente para volver a quedar libre, después de haber provocado una alarma o el registro del incidente en tarjeta perforada.

Cuando un emisor se conecta a un enlace que no está en condiciones, provoca el registro de la falta, con la

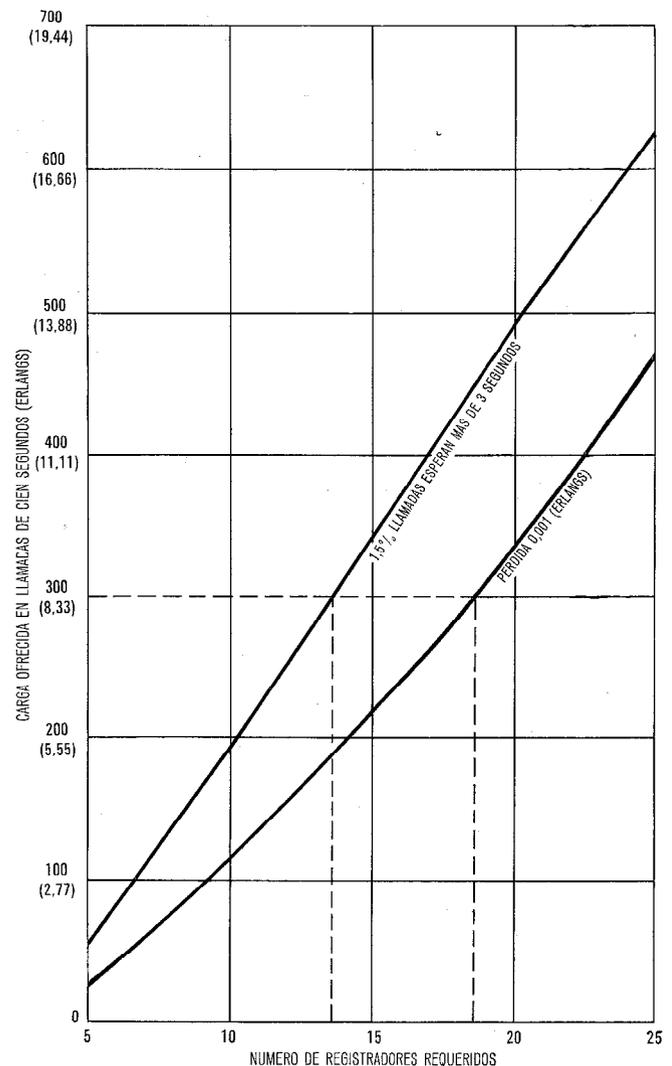


Fig. 15 Número de registradores calculados a la espera o con pérdida.

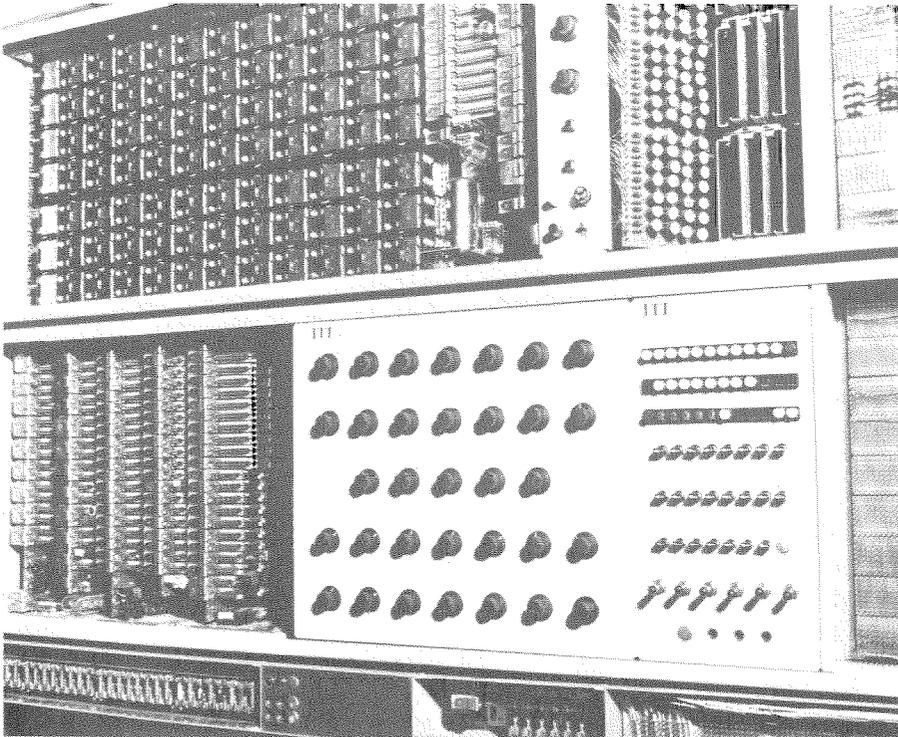


Fig. 16 Circuito de pruebas de marcador.

cooperación del registrador, el marcador y el robot de supervisión. La tarjeta perforada permite la identificación del enlace por su número y recoge también la fase de funcionamiento del emisor en que apareció el defecto. Esta clase de falta se debe con frecuencia a la central distante.

En caso de falta en las líneas de abonado, como una falsa llamada, puede dejarse la línea aislada automáticamente o aplicar a la misma automática y sucesivamente en forma preestablecida el aullador y algunos tonos. Si la línea no se libera automáticamente en un cierto tiempo (normalmente 10 minutos), se produce una tarjeta que identifica la línea en falta y posteriormente puede conectarse ésta a la mesa de pruebas, si lo desea el cliente.

Se han previsto alarmas audibles y visuales para indicar que ha saltado un fusible o que ha vencido la temporización de un órgano común. Hay contadores para cómputo de tráfico y para mantenimiento. En general, los primeros registran el tráfico cursado y el de sobrecarga de las diversas rutas, mientras que los contadores de mantenimiento recogen el número de tomas de los órganos comunes y el número de temporizaciones y de renovaciones.

La figura 16 muestra el panel de pruebas del marcador. Mediante este panel puede reproducirse exactamente cualquier condición registrada como falta, utilizando los mismos elementos de la matriz de conversación indicados en la tarjeta. Esto quiere decir que se ocupa la misma vía de conversación hasta el enlace o el puente de alimentación, como en la llamada en que apareció el defecto.

14. Observación de tráfico

Casi todos los datos registrados provienen del marcador común. El principal índice de comportamiento de la matriz es el porcentaje de llamadas no completadas, pero,

además, se tienen indicaciones del orden de magnitud de órganos que se encuentren ocupados contando el número de pruebas, segundas pruebas, intentos y renovaciones. A fines de equilibrio de tráfico, puede prepararse el marcador para poder contar el número de veces que, en cualquier grupo determinado de 8 verticales de una unidad de línea, se dan simultáneamente más de 5 condiciones de ocupado.

Si se desea calcular los registradores sobre la base de los 10 días de tráfico más alto (ver Fig. 15), hay que equipar un circuito que mide y registra la rapidez con que los registradores quedan disponibles para enviar tono de marcar.

15. Cómputo

Los contadores se actúan normalmente mediante impulsos por el hilo *c*. En las llamadas interurbanas se utiliza un traductor de número de equipo a número de guía. Estos traductores son del tipo convencional de diodos. Cuando el tráfico es bajo, el marcador interroga a los traductores de números de guía y al traductor de número de equipo para comprobar que están de acuerdo.

16. Características del servicio Centrex

Es posible disponer de todas las facilidades de las centralitas automáticas normales empleando este equipo en su configuración Centrex. Si en un gran edificio hay suficientes extensiones como para justificar un sistema completo, podría darse servicio hasta 100 grupos de abonados con su propia operadora. Cuando el sistema está localizado en el edificio en cuestión y presta este tipo de servicio, éste se denomina "CU" o servicio Centrex de abonados.

Siempre que haya una centralita automática grande cerca de una central pública, es razonable llevar todas las líneas a la central. En este caso se conoce al servicio como "CO" o servicio Centrex de central pública.

El servicio Centrex ofrece todas las características normales de las centralitas automáticas, entre las que figuran las siguientes:

- a) discado de salida con identificación,
- b) discado de entrada directo,
- c) transferencia,
- d) discado entre centralitas,
- e) circuitos de conferencia,
- f) llamada directa entre centralitas.

El primer sistema instalado dotó de todos estos servicios a la base Nellis de las Fuerzas Aéreas de los EE.UU. En la guía local figuran números de 7 cifras para salir a la operadora o alcanzar directamente determinadas personas de la base. Se emplean 4 cifras para las llamadas entre aparatos de la base. Las llamadas salientes son a 9 cifras, más el 0 para la operadora u otras 7 ó 10 cifras para alcanzar a un abonado determinado, según que sea regular o restringido.

La mayor parte del tráfico que cursa la operadora consiste en llamadas entrantes dirigidas a un número de la guía. A fin de relevar a la operadora de una supervisión innecesaria, una vez que la llamada entrante ha sido completada, ésta desaparece de la posición y solamente reaparece si la extensión llamada solicita una transferencia.

El acceso a la posición de operadora (Fig. 17) se consigue mediante enlaces y una etapa de conexión adicional. Estos enlaces actúan como dispositivos de espera y permanecen conectados mientras la llamada está establecida. La operadora puede completar una llamada y luego liberarla o retenerla en su posición, si necesita ser

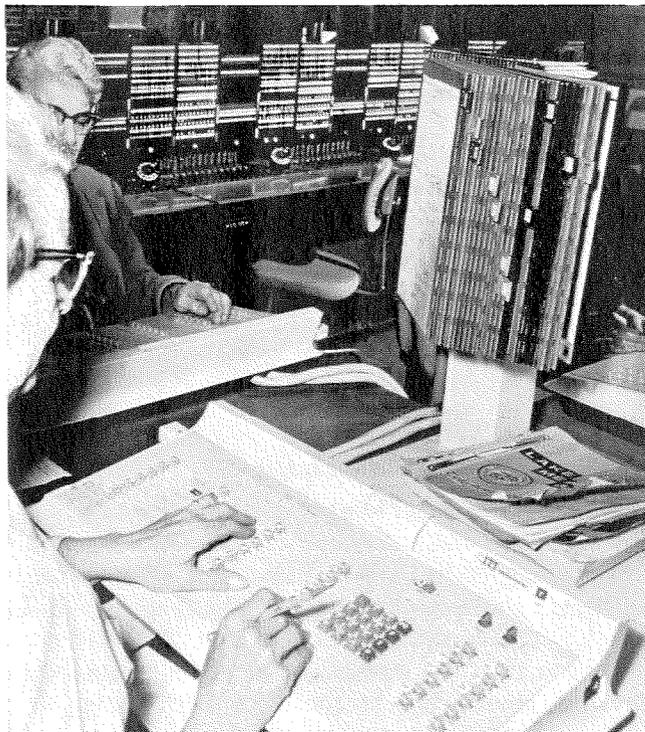


Fig. 17 Posición de operadora.

supervisada. Cada enlace de operadora está equipado con un relé que detecta la petición de transferencia. Los enlaces de llegada y los locales también están dispuestos para la transferencia.

Para transferir una llamada se pulsa un botón en el aparato de abonado o se actúa momentáneamente el gancho conmutador. El enlace asociado solicita un circuito de transferencia, al cual se conecta a través de la etapa de conexión de igual forma que un abonado normal se conecta a un registrador, con la diferencia de que el marcador advierte que debe hacerse una conexión a 6 hilos.

El circuito de transferencia tiene aparición en dos niveles de líneas que pueden llamar a un registrador y conectarse a la nueva línea marcada. Puede continuarse indefinidamente la transferencia de línea a línea.

Si hay más de un grupo Centrex, es necesario almacenar la identidad del grupo en el enlace, lo que se consigue con el relé *f* mencionado en la sección 13. Cuando el marcador excita este relé en el curso del establecimiento de la llamada, se almacena en el enlace con un código 2 entre 5 la identidad del grupo atendido. Si hay más de 10 grupos, se precisan dos cifras.

El interés del servicio Centrex depende mucho de las tarifas locales, las condiciones de propiedad y las características geográficas de la zona que se desea servir.

17. Conclusión

El desarrollo futuro del sistema A1 prevé la utilización de multiconmutadores miniatura de barras cruzadas y circuitos de control electrónicos. También se espera miniaturizar finalmente los enlaces mediante el empleo de relés y bobinas de repetición miniatura.

Con todos estos adelantos puede esperarse que será aún más interesante la técnica de la selección del camino más corto.

Referencias

- [1] C. D. Crommelin: Delay Probability Formulas when the Holding Times are Constant, *Post Office Electrical Engineers Journal*, volumen 25, 1932—1933.
- [2] E. C. Molina: Application of the Theory of Probability to the Telephone Trunking Problems, *Bell System Technical Journal*, volumen 26, Julio 1927.
- [3] F. Gohorel: Pentaconta Dial Telephone Switching System, *Electrical Communication*, volumen 31, número 2, páginas 75—106, Junio 1954.

Robert Y. Sims se graduó como bachiller de ciencias en ingeniería eléctrica en 1942 por el Clemson Agricultural and Mechanical Arts College.

Sirvió en la Marina de los EE.UU. como oficial de submarinos trabajando conjuntamente con los Bell Telephone Laboratories cuando comenzaron a desarrollarse los torpedos dirigidos. Al licenciarse, ingresó en los Bell Telephone Laboratories, donde intervino en el desarrollo del servicio automático interurbano, cómputo automático centralizado, identificación automática de números y automatización de las llamadas persona a persona y del servicio interurbano para aparatos públicos de monedas.

Al incorporarse en 1963 a la International Telephone and Telegraph System fundó el Laboratorio de investigación y desarrollo de ITTCM, que se trasladó a Chicago en 1967. Actualmente es ejecutivo de la Puerto Rico Telephone Company.

HERKOMAT - Un sistema de conmutación para centrales automáticas privadas con control electrónico y puntos de cruce "reed"

A. HEZEL

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

1. Introducción

Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) fué una de las primeras compañías en admitir las posibilidades y las ventajas del empleo simultáneo de componentes electrónicos y relés de tipo "reed" en los sistemas de conmutación electrónica. Esta combinación recibió el nombre de "quasielectrónica" [1], término que más tarde se generalizó [2] para caracterizar los sistemas en donde intervienen exclusivamente componentes electrónicos y relés "reed". Los relés "reed" no lo hacen únicamente como puntos de cruce, sino también como elementos de conmutación en los lugares adecuados del control electrónico.

El contacto "reed" de SEL [3] está registrado con el nombre HERKON, abreviatura en alemán de "contacto herméticamente sellado". Por extensión, los sistemas de conmutación quasielectrónicos producidos por SEL reciben también el nombre de sistemas Herkon-electrónicos. Las centrales experimentales HE-60L suministradas por SEL a las Administraciones de Stuttgart [4] y Viena [5], junto con varios centenares de traductores empleados por la administración alemana en los sistemas de conmutación interurbanos [6], han venido probando las ventajas de esta técnica.

Los excelentes resultados obtenidos en estas experiencias han sugerido la extensión de la técnica herkon-electrónica a las centrales automáticas privadas [7]. En consecuencia, SEL desarrolló y realizó un prototipo que se exhibió en la exposición internacional de tráfico de Munich de 1965 y presentó después un primer sistema producido en serie, bajo la denominación HERKOMAT, en la feria industrial internacional de Hannover de 1967 [8], [14].

2. Estructura del sistema

Las centralitas automáticas privadas Herkomat II cubren la gama comprendida entre 3-30-4 y 10-100-12 (cifras que indican el número de enlaces, extensiones y grupos de conexión, respectivamente). Las líneas interiores pueden equiparse con aparatos de disco o de selección por teclado.

El empleo exclusivo de elementos electrónicos y relés de tipo "reed" se refleja en las siguientes características esenciales:

2.1 Funcionamiento de la red de conversación según el principio de división en el espacio

Para garantizar unas características de transmisión óptimas, la red de conmutación está formada por puntos de cruce "reed" [9]. Cada punto de cruce comprende una bobina y cuatro contactos "reed" tipo H50 [15]. Los puntos de cruce elementales se combinan mecánicamente en grupos de cinco elementos, constituyendo una banda de puntos de cruce [10].

2.1.1. Diagrama de bloques

La figura 1 representa el diagrama de bloques de una centralita automática de 50 extensiones, con selección por teclado. En las centralitas de una capacidad máxima de 8-50-6, la rejilla de conmutación de abonados tiene una sola etapa con accesibilidad completa, de manera que las 50 extensiones tienen acceso directo a todos los circuitos de enlace internos, al circuito de enlace auxiliar y a todos los circuitos de enlace externos. En los sistemas de capacidad mayor, hasta 10-100-12, la rejilla de conmutación de abonados está formada por 3 etapas dispuestas en malla. Las extensiones se conectan a la primera y los circuitos de enlace a la tercera etapa.

2.1.2 Método de selección aplicado en la rejilla de abonados

En los sistemas con una sola etapa, los puntos de cruce se actúan marcando directamente, según un procedimiento convencional. En los sistemas de 3 etapas, sin embargo, se utiliza una red piloto a la que se aplican potenciales de "oferta" y de "toma" [11]. La figura 2 muestra el principio según el que se interconectan los hilos piloto en una disposición en malla de tres etapas.

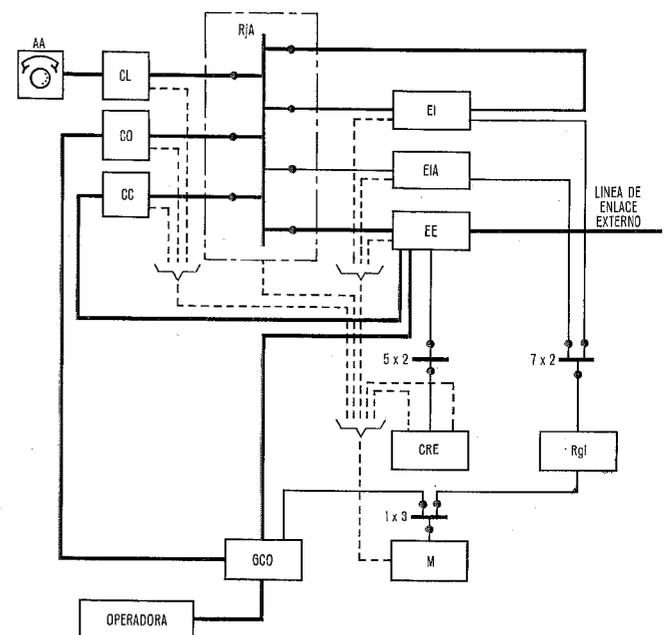


Fig. 1 Diagrama de bloques de una centralita automática privada con capacidad de 5-50-6 y selección por teclado.

Clave de designaciones para todas las figuras

AA	Extensión de abonado	EIA	Circuito de enlace interno auxiliar
CC	Circuito de consulta	GCO	Grupo de conexión de operadora
CL	Circuito de línea	M	Marcador
CO	Circuito de operadora	R	Restricción de extensión
CRE	Circuito de restricción de llamadas externas	RC	Receptor de códigos
CT	Central telefónica pública	RgE	Registrador externo
E	Enlace	RgI	Registrador interno
EE	Circuito de enlace externo	RJA	Rejilla de conmutación de abonados
EI	Circuito de enlace interno		

Al producirse una llamada en una determinada extensión, un contacto z aplica el potencial de "oferta" a todos los hilos pilotos libres de todas las etapas de conmutación a partir de la matriz de puntos de cruce de la etapa A a la que la extensión está conectada. El marcador selecciona entonces uno de los circuitos de enlace local libre conectados a la etapa C y alcanzados por el potencial de "oferta".

El cierre de los contactos k de la matriz de la etapa C correspondiente, conmuta todos los hilos piloto que conectan esta matriz a la etapa B, cerrando el circuito a través del marcador. El marcador selecciona entonces un hilo piloto libre y provoca el cierre de los contactos k de la matriz de la etapa B correspondiente. Se repite el

mismo proceso en la etapa B y, finalmente, en la etapa A, el marcador marca la extensión que originó la llamada.

De acuerdo con este proceso de selección y toma, los puntos de cruce KE se actúan sección por sección (Fig. 3). Así, el relé de toma del circuito de enlace cierra, mediante su contacto cv, el circuito de retención del punto de cruce KE de la etapa C. Una vez que el marcador ha actuado ese punto de cruce, el relé de malla CB de la etapa B correspondiente, se actúa y prepara el circuito de retención de la etapa B. En el transcurso de los pasos subsiguientes, se actúan los relés CA de la etapa A y finalmente el relé de desconexión T del circuito de línea.

El cierre de los contactos ca, cb y cv indica que las mallas y circuitos de enlace asociados no se encuentran disponibles.

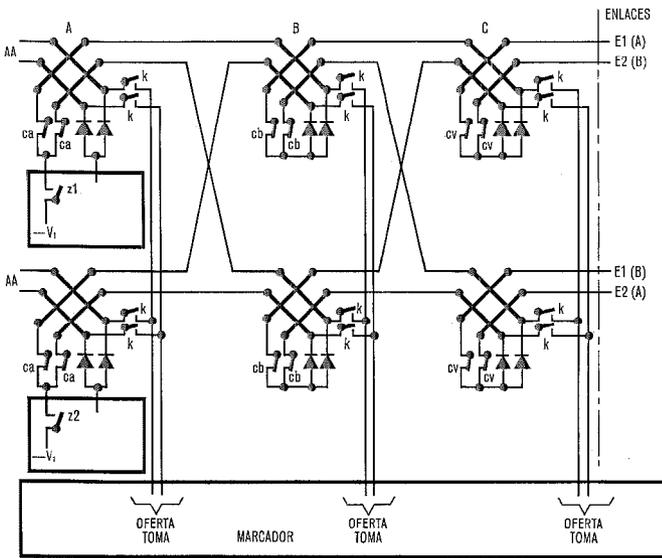


Fig. 2 Disposición del hilo piloto.

2.2 Lógica central y control del programa

El marcador, además de operar los puntos de cruce para establecer una conexión, realiza otras funciones de control más complejas que de esta forma se centralizan. Comprueba, por ejemplo, si una conexión está libre u ocupada; verifica también la conexión y desconexión del primer impulso de llamada. Puesto que todas estas funciones pueden realizarse normalmente como combinación de varios procesos elementales, se han dispuesto diversos programas, que permiten al marcador utilizar la más adecuada para cada función.

Todas las funciones y operaciones están controladas por los impulsos de un reloj, en los que se basan todos los programas, (por ejemplo, "tráfico interno de origen" "tráfico interno de terminación") una vez que el marcador ha entrado en funcionamiento. Los impulsos del reloj se obtienen a partir de un generador de 425 Hz. de frecuencia estabilizada. Cuando un programa resulta pertur-

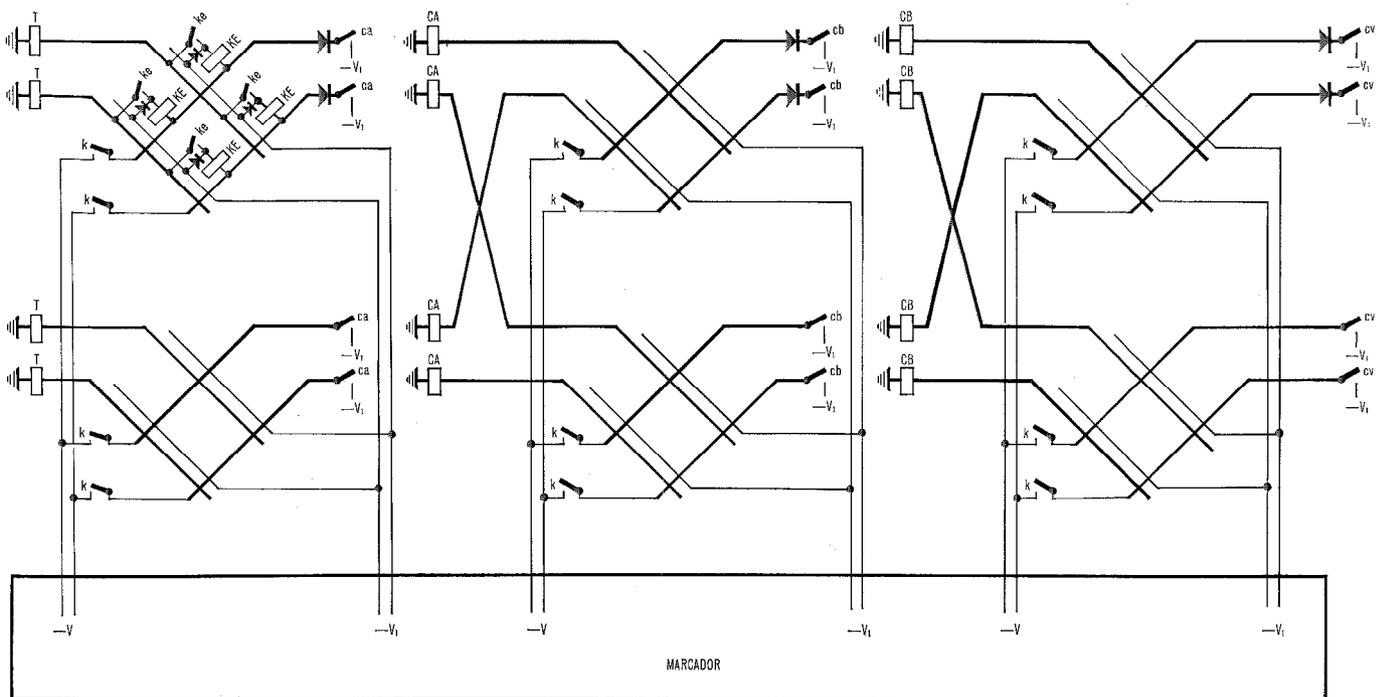


Fig. 3 Disposición del hilo de mantenimiento.

bado por un suceso externo, la señal procedente de la extensión que llama permanece presente, con lo que el marcador reconoce la aparición de la interferencia. Todas las funciones asociadas a un programa se comprueban de esta manera, hasta haber sido realizadas correctamente.

Las unidades funcionales que pueden provocar la entrada en funcionamiento del marcador son exploradas periódicamente a una frecuencia de 10 KHz. Una vez que el marcador comienza a funcionar, recibe un código que le indica el programa que debe utilizar.

Unos circuitos de temporización controlados por impulsos procedentes del reloj determinan el tiempo de ocupación del receptor de códigos y los tiempos de protección de los registradores interno y externo. En los sistemas de selección por teclado, incluso la emisión de los impulsos de selección está controlada por este sistema de sincronismo.

2.3 Sistemas de selección por impulsos o de selección por teclado

Las extensiones HERKOMAT admiten indistintamente aparatos de selección por disco o por teclado. El usuario no aprecia diferencia alguna entre ambas versiones.

En el caso de selección por teclado, se emplea el método denominado de diodo a masa. El código empleado corresponde a las especificaciones de la administración alemana para centralitas automáticas privadas. Un receptor de códigos centralizado traduce las señales de selección por teclado [12] y las transfiere al registrador interno para su posterior elaboración cuando existe selección por teclado, y puesto que el sistema de señalización de selección de la red pública es diferente del de la cen-

tralita privada, se utilizan registradores externos. El registrador externo es puesto a disposición del circuito de enlace de salida solamente mientras se está estableciendo la conexión y realiza la traducción de las señales de selección por teclado al sistema de impulsos empleado en la red pública. El número de identificación del abonado llamado queda almacenado en un registro del registrador externo.

2.4 Generador electrónico de tono y corriente de llamada

El generador de corriente de llamada genera una señal de 50 Hz. El generador de tono, de 425 Hz. proporciona también la base de tiempos que controla el reloj del sistema; por esta razón, su frecuencia está rígidamente estabilizada. Esta frecuencia sirve de entrada a un conjunto de circuitos divisores que generan todos los impulsos de reloj requeridos por el sistema, incluyendo las tonalidades que satisfacen las especificaciones del CCITT.

3. Tratamiento de las llamadas

Los sucesos que se producen en un sistema son muy semejantes, ya sea de selección por disco o por teclado. Así pues, se describirá, en primer lugar, un sistema de selección por teclado dejando para más adelante la consideración de las diferencias respecto a un sistema de selección por disco.

3.1 Tráfico interno (ver figura 4)

Al producirse un descuelgue en una extensión, el circuito de línea CL correspondiente provoca la entrada en funcionamiento del marcador M. En efecto, un circuito de exploración del marcador, que vigila ininterrumpida-

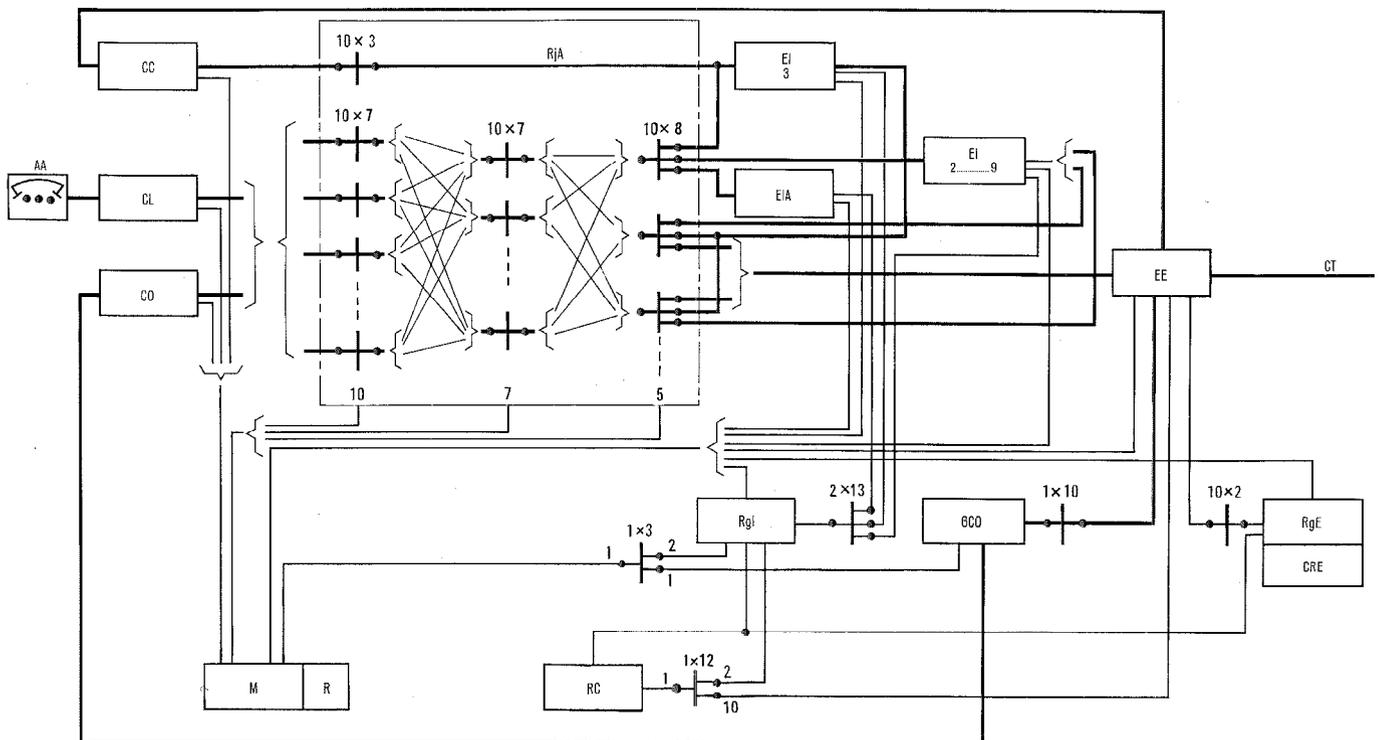


Fig. 4 Diagrama de bloques de una centralita automática privada 10-100-12 HERKOMAT con selección por teclado.

mente, identifica la señal de arranque y se para. Durante el desarrollo del programa "tráfico interno de salida" que controla las operaciones inmediatas, la extensión en situación de llamada es conectada a un circuito de enlace interno El y a un registrador interno Rgl, a través de la rejilla de conmutación de abonados y la rejilla de conmutación de registradores internos, respectivamente. El registrador interno envía entonces hacia la extensión la tonalidad de invitación a marcar.

En el momento en que el registrador interno reconoce la señal de actuación de una tecla, se conecta al receptor de códigos centralizado RC. Esta unidad procede durante un tiempo máximo de 30 ms., a la traducción del código asociado a la tecla actuada y al envío de la información resultante al registrador interno, donde es almacenada. La conexión con el receptor de códigos se interrumpe inmediatamente, quedando éste disponible para atender otras llamadas. El registrador interno mantiene la vigilancia de la línea en previsión de otras actuaciones del teclado. Cuando se producen, el proceso anterior se repite y las nuevas señales de selección traducidas son almacenadas en otras células de memoria adicionales del registrador interno.

Una vez que el registrador interno ha recibido y almacenado la identidad completa del abonado solicitado, provoca la entrada en funcionamiento al marcador. A este efecto, la señal de arranque es identificada por un circuito de exploración que ordena la conexión del registrador interno con el marcador e inicia, al mismo tiempo, el programa de "tráfico interno de llegada". El marcador gobierna entonces la conexión de la extensión solicitada con la segunda salida del circuito de enlace interno, a través de la rejilla de conmutación de abonados. A continuación, utilizando la rejilla de conmutación que acaba de conectarse, prueba el estado de libertad u ocupación de la extensión solicitada. Si la extensión está libre, ordena la conexión del generador de llamada y controla la duración del primer impulso.

3.2 Tráfico externo de salida

Al producirse un descuelgue en una extensión, se toma un registrador interno libre. Cuando el análisis de la primera señal de selección por teclado recibida indica que se trata de una llamada saliente, el registrador hace entrar en funcionamiento el marcador y le transfiere la información correspondiente. El marcador identifica entonces la extensión que produjo la llamada y comprueba si su categoría le permite dirigir llamadas al exterior. En caso positivo, una vez comprobado que un circuito de enlace de salida EE y un registrador externo se encuentran libres, se procede al almacenamiento del número de la extensión que llama, bajo el control del programa "tráfico externo de salida". A continuación se libera la conexión con el registrador interno y se establece una nueva con el circuito de enlace saliente. El circuito de enlace de salida se conecta después con el registrador externo y se procede a enviar la tonalidad de invitación a marcar hacia la extensión que originó la llamada.

La actuación de una tecla, al iniciar el abonado la selección, es identificada en el circuito de enlace de

salida, ordenando la conexión con el receptor de códigos central, quien determina la información correspondiente y la envía al registrador externo. Las cifras se almacenan individualmente en el registrador, siendo después codificadas en una serie de impulsos de selección por medio de un emisor de impulsos. Los impulsos son transmitidos a continuación a través del circuito de enlace hacia la central pública asociada. La memoria del registrador externo tiene una capacidad de 10 cifras y funciona según un método cíclico. Una vez que ha finalizado la transmisión de las señales de selección almacenadas, se desconecta el registrador externo, asegurándose antes de que han transcurrido al menos 8 segundos desde la recepción de la última señal enviada por el teclado.

Si el marcador no encuentra ningún circuito de enlace de salida libre o si la categoría de la extensión no le permite acceder a la red pública, el registrador interno se libera inmediatamente y el circuito de enlace interno envía el tono de ocupación hacia el abonado. Cuando, por el contrario, no hay registrador externo disponible, el marcador se libera. El abonado puede entonces esperar a que un registrador externo quede libre durante los 10 segundos que dura la desconexión del registrador interno.

3.3 Tráfico externo de llegada

Las llamadas sobre los enlaces de entrada se identifican por señales ópticas y acústicas; la operadora actúa entonces la llave adecuada, quedando así conectada a la línea del enlace. La llamada entrante se dirige hacia la extensión solicitada con la ayuda de un conjunto de teclas. La actuación de una tecla determina que el circuito de enlace de entrada se conecta al receptor de códigos, que envía la información relativa a las cifras decodificadas al grupo de conexión GCO. Tan pronto como finaliza la recepción del número de la extensión solicitada, el grupo de conexión hace que el marcador entre en funcionamiento para establecer un camino en la rejilla de conmutación de abonados hasta la extensión correspondiente, bajo el control del programa "tráfico externo de llegada". La consulta de la clase de la línea solicitada, para comprobar si pesa alguna restricción sobre la recepción de llamadas del exterior, se efectúa a través de la rejilla de abonados; si la línea es restringida en este sentido, la operadora recibe una señal acústica.

Cuando la extensión solicitada se encuentra ocupada en otra comunicación, la operadora tiene opción a introducirse en la conexión establecida. Mientras esto ocurre, una tonalidad especial advierte del hecho a ambos abonados. El abonado que llama desde el exterior puede en tanto mantenerse en situación de espera hasta que la comunicación presente se interrumpe, en cuyo caso el sistema establece automáticamente la conexión debida.

3.4 Consultas internas y transferencia de llamadas

Cuando un abonado se encuentra en comunicación con otro del exterior, puede actuar su llave local, en la forma normal, para realizar una consulta con otra extensión de la centralita. En efecto, al oprimir la llave el cir-

cuito de enlace exterior se conecta al receptor de códigos, que identifica el código y transmite la información correspondiente al circuito de enlace externo. A continuación el abonado es conectado a un circuito de línea de consulta. Siguiendo después un proceso similar al descrito en la sección 3.1, se ocupa un circuito de enlace interno y un registrador interno. El circuito de enlace externo se conmuta sobre ellos; la alimentación de la extensión se hace desde el registrador interno hasta que se completa la conexión entre la línea de consulta y la otra extensión. El establecimiento de la conexión se lleva a cabo, por otra parte, como en el caso de una llamada interna normal. El abonado puede dar por terminada la consulta orpimiendo nuevamente la tecla local, con lo que se restablece la comunicación con el abonado del exterior que se encontraba en espera.

Cuando se desea transferir la llamada del exterior sobre la extensión consultada, es suficiente que el abonado local reponga su aparato. El circuito de enlace externo pone en funcionamiento al marcador, que inicia el programa "transferencia de una llamada del exterior". Una vez que la clase de la nueva línea indica que no hay restricción para la recepción de llamada del exterior, su número es almacenado, mientras que se libera la conexión con la primera extensión. Se establece a continuación la nueva conexión.

En la rejilla de abonados de una sola etapa (Fig. 1) los circuitos de línea de consulta están conectados como extensiones normales. Por el contrario, en las rejillas de conmutación de abonados de tres etapas (Fig. 4), los circuitos de línea de consulta alcanzan los circuitos de enlace internos disponibles a través de un concentrador. Los circuitos de enlace interno tienen acceso a todas las matrices de puntos de cruce a que están conectados los circuitos de enlace externos. Cuando se produce una consulta, los circuitos de enlace internos utilizan en principio la matriz a que está conectado el circuito de enlace externo involucrado en la llamada.

De esta forma, en caso de transferencia, estarán disponibles al menos las mallas utilizadas en la consulta, incluso en la hora cargada; la llamada puede, entonces, transferirse en cualquier momento.

3.5 Otras facilidades de servicio

La lista presentada a continuación expone simplemente alguno de los servicios más interesantes dentro de la amplia gama disponible. Algunos de ellos se incluyen en el equipo normalizado; otros, por el contrario, se suministran mediante pedido especial suplementario.

— Clases de restricciones de las extensiones.

Las clases previstas son ocho, pudiendo una misma extensión poseer varias simultáneamente.

— Interrupción de llamadas.

Esta característica del sistema se asocia a una clase particular, que puede aplicarse a cualquier abonado. El abonado en cuestión puede interrumpir e introducirse en una comunicación marcando simplemente un dígito determinado.

— Numeración de las extensiones.

Además de la numeración normal formada por dos

cifras, pueden emplearse números de identificación de una y tres cifras.

— Tráfico de salida hacia una segunda central por una línea fija.

El sistema admite los dispositivos, ya conocidos, que permiten cursar tráfico por una línea fija de salida. Con selección por teclado, la información de selección debe traducirse en una serie de impulsos como en el caso de tráfico externo de salida. Esta función es realizada por el registrador externo. Si la central a que pertenece el abonado solicitado admitiera selección por teclado, esta traducción no sería necesaria.

3.6 Diferencias con los sistemas de selección por disco

El tráfico interno en un sistema con selección por disco se trata esencialmente de la misma forma que en un sistema de selección por teclado. Por otra parte, como la información de selección consiste en una serie de impulsos, el receptor de códigos no es necesario. El registrador interno admite directamente en su memoria los impulsos de selección.

En el caso de tráfico de salida, los impulsos del disco son enviados directamente a la central pública sin pasar a través de registrador externo, cuya necesidad también desaparece.

4. Detalles de realización

La aplicación de elementos electrónicos y relés "reed" ha ejercido una gran influencia en la realización de estas

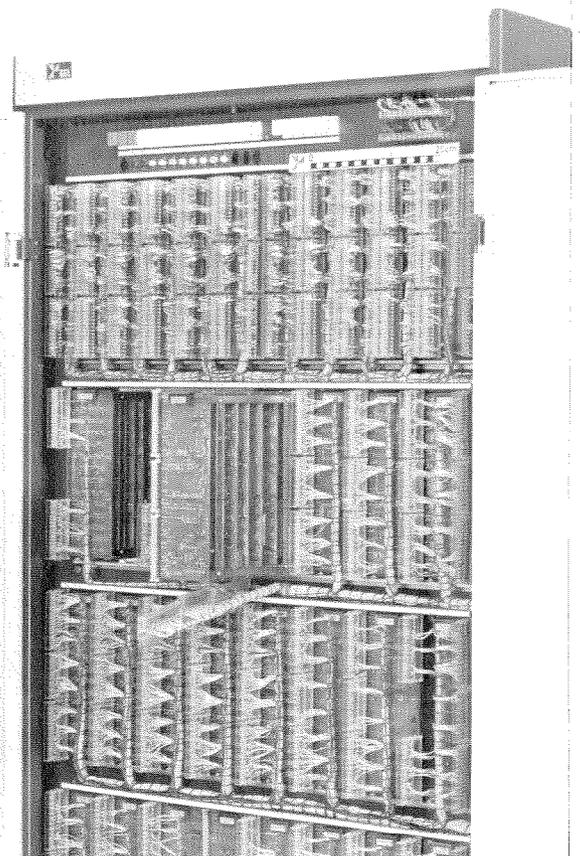


Fig. 5 Centralita automática privada HERKOMAT 5-50-6, una unidad de control aparece parcialmente retirada del armario.

centralitas automáticas privadas [13] (Fig. 5). Las características más importantes son un diseño simple, disposición del alambrado de los bastidores en la parte frontal y la introducción de un cuadro de distribución que interviene también como cuadro repartidor.

Además, como las centralitas privadas de hasta 100 extensiones de capacidad se instalan frecuentemente en las salas de trabajo de las empresas, se ha estudiado su forma y color del armario para armonizar con este ambiente.

Las centrales HERKOMAT de una capacidad máxima de 50 extensiones se equipan en un armario de las siguientes dimensiones:

Anchura	820 mm.
Profundidad	486 mm.
Altura	1887 mm.

Las centralitas de hasta 100 extensiones requieren dos armarios, de dimensiones:

Anchura	820 mm.
Profundidad	486 mm.
Altura	1482 mm.

El armario es de chapa de acero soldada. Una tapa separable cubre el repartidor de línea y enlaces, montado sobre un elemento con charnela giratoria que facilita el acceso al alambrado. En él se disponen también los terminales para el pupitre de la operadora y para la interconexión con el otro armario en los sistemas de dos armarios. Las paredes laterales sobresalen por la parte de atrás para proteger los cables de conexión cuando el armario se instala pegado a la pared de la sala.

Un armario consta de cuatro o cinco compartimentos formados por unos railes de aluminio y unas guías de fibra de vidrio reforzado con plástico. Los conectores van fijados entre cada dos de estas guías.

El sistema de montaje es único, aplicándose tanto a los elementos de la red de conmutación como a las unidades de control. Estas unidades tienen los terminales en los paneles frontales, un área de base de 262 mm. \times 394 mm.

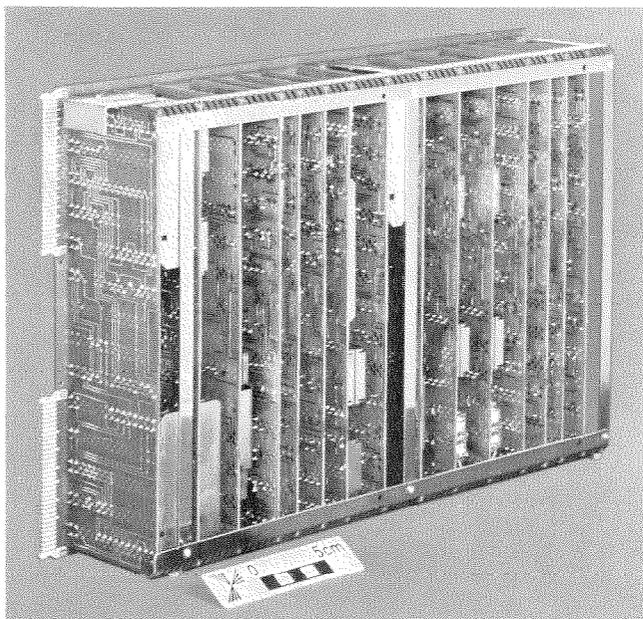


Fig. 6 Unidad de control de HERKOMAT.

y ocupan una anchura de 61 mm. ó 86 mm. en los compartimentos.

La figura 6 representa, a modo de ejemplo, una unidad de control. Un cierto número de tarjetas, en donde se disponen las subunidades, van montadas verticalmente en la tarjeta de la unidad principal. Todas las tarjetas son de papel fenólico y contienen una serie de filas, uniformemente dispuestas, de taladros y conexiones de circuito impreso, utilizándose el procedimiento de soldadura por ola de estaño. Todas las salidas eléctricas de las subunidades salen por el conector de la tarjeta, conectándose después al alambrado de la tarjeta de la unidad. Un cerco metálico fija las dos esquinas libres de la tarjeta de la subunidad. Este sistema de montaje da como resultado un conjunto sólido y mecánicamente resistente.

Las unidades que contienen las rejillas de conmutación son de un tipo semejante. Además de la tarjeta con la unidad disponen de una segunda tarjeta que constituye un segundo plano de conexión. Por otra parte, en lugar de las subunidades, contienen bandas de puntos de cruce, cada una con cinco elementos formando una unidad mecánica.

La rejilla de conmutación de abonados se subdivide así en unidades de rejilla de manera que, en el caso de una sola etapa, dos unidades contienen la porción de rejilla asociada a diez extensiones; es decir, una sección de rejilla de una dimensión máxima de 10 \times 21 en un sistema 8-50-6. Se adoptó esta organización con objeto de que una de las unidades contuviera una matriz 10 \times 8 junto con diez circuitos de línea, mientras la otra, un multiselector de una dimensión máxima de 10 \times 13. Ambas unidades se equipan juntas formando la sección de rejilla mencionada. En los sistemas de tres etapas de conmutación, cada unidad comprende una matriz de dimensión 10 \times 7 ó 10 \times 8 de una de las etapas A, B ó C. Las unidades de la etapa A contienen, igual que en el caso anterior, diez circuitos de línea.

La potencia de salida de las unidades de alimentación depende de la capacidad de la centralita. Sin embargo, sus dimensiones son las mismas en todos los casos. La unidad de alimentación va equipada en la parte inferior del armario, siendo también de tipo enchufable. Además de los fusibles principales, se incluyen también los fusibles individuales y dispositivos adecuados para vigilancia.

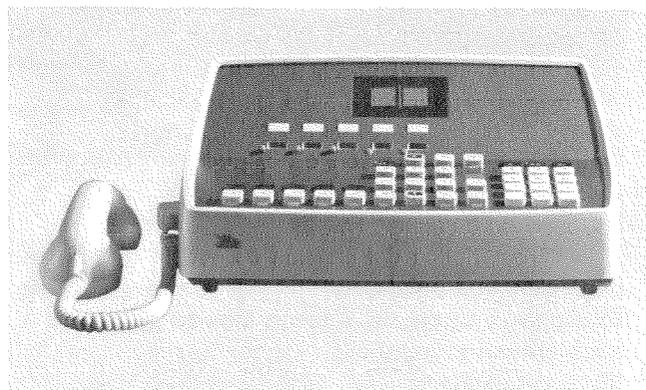


Fig. 7 Pupitre de operadora de HERKOMAT 5-50-6 con selección por teclado. Incluye contadores y visor luminoso para identificación de abonados.

El cableado del armario, que se equipa siempre a su capacidad final, está realizado con conexiones enrolladas. Comprende todo el alambrado interno, incluso la distribución de alimentación y las conexiones hacia el repartidor. Las salidas de las unidades funcionales se efectúan por conectores de 33 ó 25 terminales que se enchufan al equipo, mientras las salidas correspondientes a los abonados lo hacen por conectores machos de dos terminales que se enchufan en el conector hembra situado en el repartidor. En caso de producirse un cambio de número, deberá simplemente modificarse la posición sobre el repartidor del conector correspondiente al abonado afectado por el cambio.

5. Pupitre de operadora

Este pupitre de operadora (Fig. 7) dispone de un cable de conexión de tipo enchufable. La conexión con el armario puede realizarse directamente o a través de una caja de empalmes, con un cable de extensión. El conjunto es de dimensiones relativamente reducidas, de manejo sencillo y uniforme independientemente del número de abonados. El aparato de la operadora es también de tipo enchufable. El pupitre puede equiparse con un visor luminoso con números para facilitar la identificación de los abonados y con un contador por línea de enlace con la central principal.

Referencias

- [1] H. Oden: Aktuelle Probleme der Vermittlungstechnik. SEL-Nachrichten 10 (1962) 3, pág. 125—138.
- [2] J. G. Pearce: Electronic Switching, Telephony 167 (1964) 14, pág. 46—56.
- [3] H. Rensch: Magnetkreise von hermetisch abgeschlossenen Kontakten in Schutzgasatmosphäre, Nachrichtentechn. Z. 12 (1959) 12, pág. 625—629; SEL-Nachrichten 8 (1960) 1, pág. 24—28.
- [4] H. Schönemeyer: Das Fernsprechvermittlungssystem HE-60L. SEL-Nachrichten 11 (1963) 3, pág. 95—100.
- [5] H. Schönemeyer: Von der Blumenstrasse zur Zollergasse. Techn. Mitteilungen STT 13 (1966) 22, pág. 13—16.
- [6] H. Oden, H. Schönemeyer: Aspect of, and Experience with, a Reed Switching System Using Wired Program Logic. IEEE Transact. COM-13 (1965) 1, pág. 50—55.
- [7] H. Oden: Herkon-Elektronik in der Nebenstellentechnik. SEL-Nachrichten 15 (1967) 2, pág. 41—42.
- [8] H. Hezel, W. Werner: Herkomat — die herkonelektronische Nebenstellenanlage, SEL-Nachrichten 15 (1967) 1, pág. 1—4.
- [9] H. Rensch: Anforderungen an Koppellemente in Vermittlungssystemen mit Raumvielfach, Nachrichtentechn. Z. 14 (1966) 9, pág. 541—544.
- [10] H. Rensch, Koppellemente und Relais mit miniaturisierten Schutzrohrkontakten. Elektrisches Nachrichtenwesen 42 (1967) 1, pág. 21—28.
- [11] H. Schönemeyer: Das Leitaderverfahren als Mittel zur Wegesuche in mehrstufigen Koppelnetzen. SEL-Nachrichten 11 (1963) 3, pág. 109—113.
- [12] M. Metz: Bildung und Auswertung des Tastwahlcodes in der Nebenstellenanlage Herkomat. SEL-Nachrichten 15 (1967) 2, pág. 47—49.
- [13] H. Werner, F. v. Stetten: Konstruktiver Aufbau der Nebenstellenanlage Herkomat. SEL-Nachrichten 15 (1967) 2, pág. 50—54.
- [14] A. Hezel, H. Heitmann: Nebenstellenanlage Herkomat, eine Neuentwicklung auf dem Gebiet der Fernsprechvermittlungstechnik. SEL-Nachrichten 15 (1967) 2, pág. 43—47.
- [15] A. Gunst, H. Büttel: Miniaturisierte Bauelemente mit geschützten Kontakten. SEL-Nachrichten 15 (1967) 2, pág. 54—59.

A. Hezel nació en Freiburg, Alemania, el 31 de Marzo de 1926. Estudió en la Universidad Técnica de Karlsruhe y se graduó en ingeniería de comunicaciones en 1952.

En ese mismo año se incorporó a Standard Elektrik Lorenz AG como diseñador de circuitos. Actualmente dirige el laboratorio de control electrónico de conmutación telefónica.

Sistema de portadoras para enlace entre centrales de 24 canales con modulación codificada de impulsos

E. J. E. SMITH

M. GABRIEL

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

1. Introducción

Aunque la idea de transmitir funciones continuas o analógicas, tales como una conversación telefónica, por un procedimiento totalmente digital, se conoce desde hace ya bastantes años, solamente se ha podido convertir en realidad con la utilización de los semiconductores y particularmente con los circuitos integrados, haciendo posible económicamente la aplicación de la técnica a sistemas anteriormente diseñados para uso normal. Actualmente el British Post Office ha comprado y está procediendo a la instalación de sistemas de 24 canales con modulación por impulsos codificados (P.C.M.), en gran cantidad, principalmente para su red de enlaces. Los problemas de tráfico que se quieren solucionar con este sistema son los que corresponden a los existentes entre las centrales locales y las centrales de conmutación de sector, entre centrales locales y de tránsito, y asimismo entre centrales locales, frecuentemente estas necesidades se combinan en una ruta de tráfico.

Los principios básicos de la técnica P.C.M. [1] están bastantes divulgados, ya que existen numerosas publicaciones sobre el tema, pero la mayor parte se refieren a sistemas en experimentación o a pruebas de campo, exceptuando una serie de artículos del Bell Telephone System, que describen el sistema T1 que ha estado en utilización durante varios años.

Este artículo describe un nuevo sistema P.C.M., ya en producción, y que es el primero de su clase que se instala en gran escala, para su empleo normal, en la red de telecomunicación del Reino Unido.

2. Parámetros básicos

Esencialmente las facilidades básicas que proporciona el sistema son análogas a las de los sistemas anteriores de carácter experimental [2]. Las diferencias existentes en el detalle son debidas a que se ha diseñado de acuerdo con las necesidades del B. P. O., así como a las modificaciones obligadas por la rápida y constante evolución de la técnica y de la tecnología de los componentes electrónicos.

El sistema proporciona básicamente 24 canales de conversación con facilidades de señalización incorporada. Cada forma de onda de la palabra se muestrea a la velocidad de 8 KHz. y cada muestra se cuantifica en amplitud en uno de los 128 niveles del sistema. Puesto que este número no es adecuado para transmisión de palabra con alta calidad, el margen efectivo de las potencias de voz se extiende por compresión de la amplitud obtenida de un codificador-decodificador no lineal, obteniendo una extensión del margen de 24 db.

Para obtener estos 128 códigos, se necesitan 7 dígitos binarios, empleados sin restricción en todas las combinaciones.

El código actualmente utilizado es un código binario simétrico, ya que proporciona una mejor relación señal/ruido en el segmento más importante del margen de volumen, debido al ruido generado por los errores digitales de carácter aleatorio. Un código binario simétrico es aquel en que el dígito más significativo en el carácter del código, se emplea para indicar si la muestra es de signo positivo o negativo, siendo los restantes dígitos una medida de la amplitud independientemente del signo.

Para proporcionar la transmisión de la información de señalización, se emplea un octavo dígito que aparece en la posición del dígito uno de cada intervalo de tiempo correspondiente al canal. Este dígito se emplea en el modo de división de tiempo, para proporcionar hasta 3 canales de señalización o datos, por canal de conversación y asimismo para la importante función de la sincronización punto a punto. La figura 1 muestra la división de tiempo básico de los dígitos binarios tal como se emplea en el sistema, el diagrama es análogo al plan de frecuencia asociado con los sistemas multiplex por división de frecuencia. Cada canal ocupa $5,2 \mu s$ cada $125 \mu s$, y la condición del canal está definida por los 8 dígitos binarios. Los dígitos d_2 a d_8 representan el signo y magnitud de la muestra de la señal, mientras que el dígito 1 se utiliza para transmitir datos, señalización o información de sincronización de acuerdo con la distribución en la trama, indicada en la figura 1C. Una supertrama está compuesta de cuatro tramas y se repite continuamente.

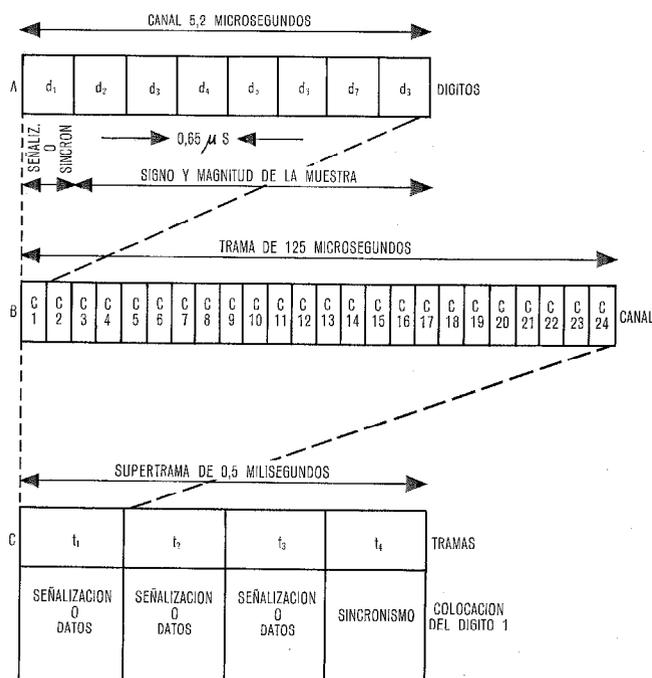


Fig. 1 Bases de la distribución del tiempo.

A) distribución de elementos binarios en el intervalo de tiempo de un canal.
B) trama de 24 canales.
C) supertrama de 4 tramas.

El código generado por el terminal múltiple P.C.M. debe ser adecuado para su transmisión a línea y en particular debe ser regenerable durante su paso a lo largo de la línea. Esto requiere como mínimo:

a) la existencia de un contenido de información suficiente (que depende de la presencia de impulsos o de transiciones entre la señal y el espacio) para asegurar la sincronización correcta dentro del repetidor;

b) que no exista o al menos sea constante (o casi constante), una componente continua en la línea, que impida el reconocimiento de los caracteres del código, después de que hayan pasado a través de los transformadores de línea.

En ambas circunstancias, el código binario simétrico no es particularmente adecuado y puede mejorarse por dos sencillas traslaciones de código.

La primera supone que los dígitos alternados se complementen. En este sistema se han escogido los dígitos pares, es decir los d_2, d_4, d_6 y d_8 . El efecto es mejorar la densidad de impulsos y la densidad de transiciones y por tanto el contenido de información de sincronismo en las proximidades del código de nivel cero, que es el más probable y el más fácil de asegurar. La segunda traslación es para reducir la señal binaria unipolar a una forma pseudo-ternaria, cambiando la polaridad de los impulsos alternados. Esta técnica es muy conocida con el nombre de impulsos de polaridad alternada.

3. Terminal multiplex

En la forma esquemática bloque, figura 2, el terminal multiplex no se diferencia en realidad de los restantes sistemas de 24 canales que se han diseñado y descrito anteriormente. Lo más sobresaliente es el empleo del codificador-decodificador no lineal. Así el proceso de la compresión de la amplitud y la codificación y decodificación, realizada anteriormente por dispositivos separados e identificables, se combina ahora en el funcionamiento sencillo de la conversión analógica a digital. Esta técnica, aunque impone serios problemas técnicos, una vez que se realiza satisfactoriamente, proporciona una gran seguridad incluso con componentes normales de tolerancia media.

3.1 Características de la compresión

Cuando se combinan la codificación y decodificación, la ley de compresión [3] tiene un efecto importante en la detallada instrumentación del codificador-decodificador. La figura 3 muestra la mitad positiva de la característica de compresión empleada. Consta de ocho segmentos lineales, pero como los segmentos 7 y 8 son colineales entre sí y también con los segmentos correspondientes de la mitad negativa, la característica completa se compone de 13 segmentos. La característica de expansión es naturalmente el complemento.

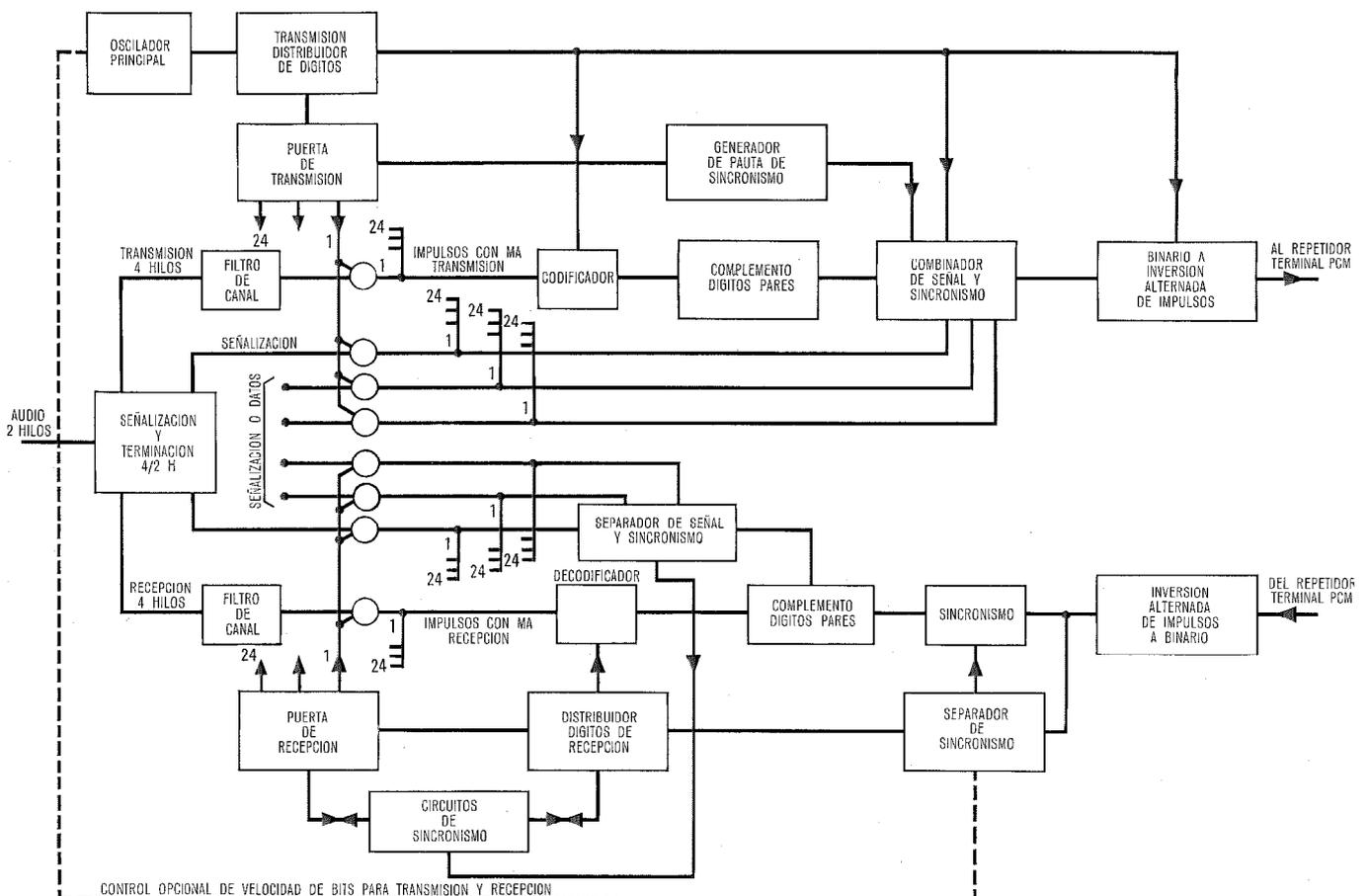


Fig. 2 Equipo multiplex.

La pendiente de cada segmento está en la relación de 2:1, con la pendiente de los segmentos adyacentes y aunque el empleo de los 13 segmentos pudiera parecer extraña, la simple relación binaria entre las pendientes de los segmentos permite la instrumentación directa y económica de la característica que se aproxima a una curva gradual. La mejora de la compresión por esta característica es de 24,1 db, lo que significa que cuando se emplea en unión de una capacidad de sobrecarga de +2 dbm0 y 128 niveles de cuantización, proporciona una excelente calidad de conversación con cuatro conexiones en tandem realizadas a las frecuencias de audio.

3.2 Decodificador

Los procesos de codificación y decodificación son complementarios, la función del codificador es de generar un código que represente la amplitud de la muestra de la señal, la función del decodificador es reconstruir la amplitud de la muestra de la señal desde su código particular y con la precisión de resolución del sistema.

Es factible construir un codificador utilizando un decodificador digital a analógico con realimentación (codificación por comparación a reacción). Este método es particularmente interesante para codificaciones no lineales, ya que las características de codificación y decodificación serán automáticamente complementarias. Para este tipo de codificador-decodificador, es especialmente conveniente considerar primero el decodificador.

El conjunto del decodificador consiste de un número de unidades de referencia* controladas por lógica y que pueden conmutarse, bien aisladas, o en combinación, para producir un nivel de salida correspondiente a cada combinación de código. Estas unidades de referencia se combinan de tal forma que la característica de transferencia es el complemento de la característica de transferencia del codificador (Fig. 3). Esencialmente, el decodificador no lineal se compone de siete decodificadores lineales de orden inferior, uno para cada segmento de la característica.

La relación entre las unidades de referencia que forman los decodificadores lineales de orden inferior y los segmentos es la siguiente:

Segmento	Unidades de referencia	Pedestal Suma de las unidades de referencia
1	64, 128, 256, 64	512
2	32, 64, 128, 32	256
3	16, 32, 64, 16	128
4	8, 16, 32, 8	64
5	4, 8, 16, 4	32
6	2, 4, 8, 2	16
7	1, 2, 4, 4, 4, 1	0
8		

Cada grupo de unidades de referencia se relaciona solamente con la resolución de niveles correspondientes a su segmento particular, pero desvia de cero en un

* Unidades de referencia, unidades de peso y generadores de corriente se emplean normalmente como sinónimos.

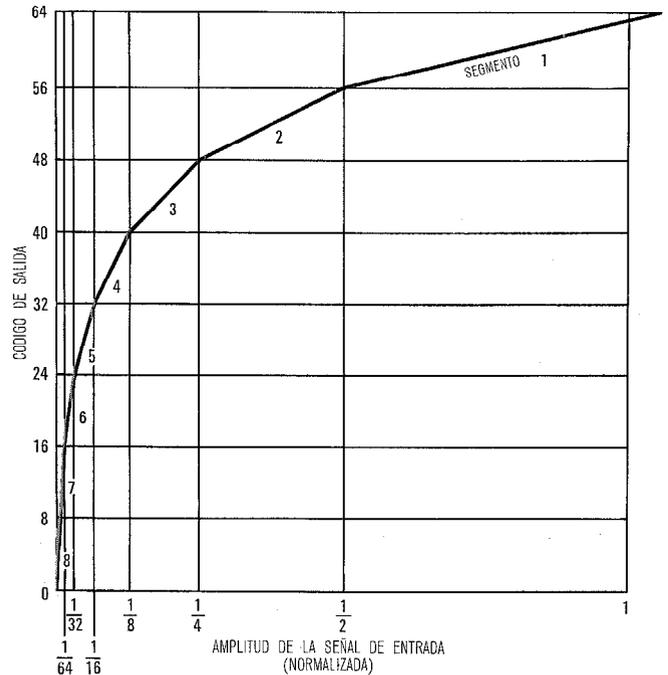


Fig. 3 Característica de compresión para 13 segmentos.

pedestal que es la suma de las unidades de referencia precedentes.

Por ejemplo, para obtener un nivel en el segmento 3 se necesita la combinación de las unidades de referencia 16, 32, 64 y 16 sumadas al pedestal de 128 unidades.

Para obtener una conversión eficaz, es muy importante no solamente la precisión con la que se reconstruye la muestra, sino también la exactitud de cada nivel de cuantificación. Un nivel de cuantificación es la diferencia de amplitud entre las muestras reconstruidas producidas por dos códigos adyacentes. La exigencia para el problema de la tolerancia admisible, está en razón inversa del número de unidades de referencia utilizadas, por lo que es preciso llegar a un compromiso. La solución práctica adoptada tiene la ventaja de que:

- a) pueden emplearse componentes normales de tolerancias medias y lógica utilizando transistores saturados,
- b) se puede emplear una micrológica con resistencias y transistores (dispositivos RTL).

Por lo tanto, la unidad de referencia completa se construye con diez dispositivos de lógica RTL, así como los dispositivos de conmutación y, la lógica de control con otros ocho, montados con encapsulación normalizada TO-5.

3.3 Codificador

Se puede emplear un conjunto sencillo de decodificadores lineales de orden inferior para obtener con precisión la característica de expansión; el mismo conjunto utilizado en el bucle de realimentación del codificador puede servir para generar la característica de compresión complementaria. Todo esto resulta muy convencional, pero por otra parte el codificador, resulta interesante porque mientras el decodificador tiene la característica mostrada en la figura 3, la característica completa de

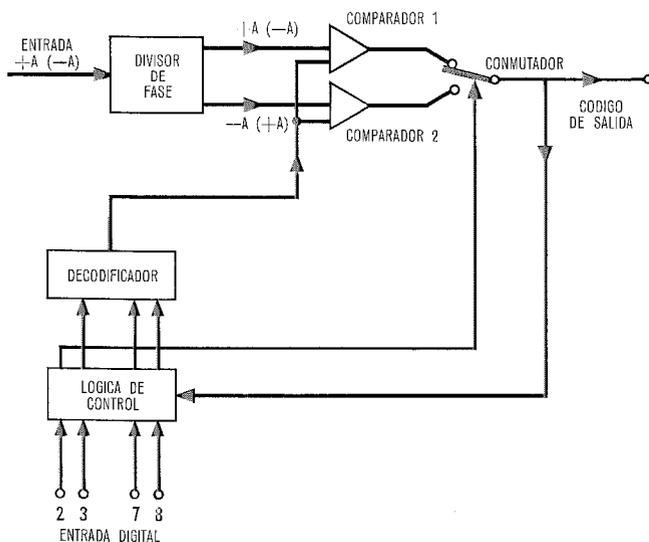


Fig. 4 Codificador simétrico no lineal.

codificación, de la señal analógica de entrada, al código de salida, es simétrica en el origen, dando directamente el código de salida binario simétrico.

El diagrama funcional del codificador se indica en la figura 4; se emplean dos comparadores y la muestra de la señal de entrada se divide en dos señales desfasadas. Cuando la entrada de señal tiene un valor nulo, las salidas del divisor de fase son también cero. Cuando la señal de entrada es $+A$ las salidas son $+A$ y $-A$ con la polaridad indicada en el diagrama. El circuito de polarización es tal que, cuando la muestra de la señal es nula y la salida del decodificador es cero, ambos comparadores están equilibrados exactamente. La salida del decodificador está restringida a valores positivos solamente, el equilibrio con señales positivas sólo puede así alcanzarse en el comparador 1 y para señales negativas solamente en el comparador 2.

El decodificador tiene solamente la mitad de niveles de cuantificación que es capaz de codificar el codificador completo. Esto es porque la salida del decodificador se compara con la desviación respecto a cero de la señal de entrada, considerándose en este caso como cero el centro de la serie de códigos. En estas condiciones el dígito uno del código binario simétrico representa la polaridad de la señal de entrada y puede determinarse examinando la salida de un comparador cuando la salida del decodificador es nula. La resolución del dígito uno, se utiliza asimismo para operar el conmutador S y así, seleccionar el comparador correcto para el resto del proceso de codificación.

Si la señal de entrada es positiva, el comparador *uno* se emplea para codificar la amplitud de la señal, y cuando la señal es negativa se selecciona el comparador *dos*. Al final de cada operación de codificación, el conmutador vuelve a la posición del comparador *uno* de manera que el primer dígito (el dígito de polaridad) pueda determinarse en la muestra siguiente. El código de salida en esta disposición es un código binario simétrico y es evidente que cualquiera que sea la función de transferencia que pueda tener el decodificador, la función de trans-

ferencia total del codificador será simétrica alrededor de cero.

Para evitar el recorte en el centro, es importante que el voltaje de compensación diferencial entre los dos comparadores se reduzca a un valor insignificante. Cuando la salida del decodificador es cero entonces las salidas de un comparador deberán ser los complementos del otro independientemente de la amplitud de la señal de entrada o signo. Sin embargo, si existe un voltaje de compensación diferencial entre los dos comparadores V_{d0} , entonces para todas las amplitudes de la señal de entrada, de cualquier signo, inferiores a V_{d0} voltios, las salidas del comparador serán del mismo signo, ya sean ambos, impulsos o espacios. La indicación de la presencia y sentido de la compensación diferencial se emplea para operar un dispositivo de realimentación de tal forma que establezca el equilibrio.

Para conseguir la máxima mejora de la característica de compresión y evitar la asimetría en la muestra de la señal decodificada, es importante que esta señal de entrada se alinee simétricamente con la característica de codificación no lineal. Este proceso de centrado se verifica automáticamente por un dispositivo de realimentación. El ajuste defectuoso se detecta comparando el número de canales que se codifican positivamente con aquéllos que lo son negativamente entre un grupo de 23 canales. Si se codifican positivamente doce a más canales, el sentido de la corrección se efectúa en una dirección, si 12 o más no son codificadas positivamente el sentido de la corrección se invierte. La máxima velocidad de corrección en cualquier dirección es aproximadamente de un nivel de cuantificación para cada diez tramas. Este método de utilizar la polaridad de la mayoría de los canales dentro de un grupo para controlar la corrección, más bien que utilizar la polaridad del canal individual, proporciona un aumento importante de la sensibilidad de detección del ajuste indebido.

3.4 Sincronización

Es necesario mantener las funciones de muestreo, decodificación y distribución del receptor sincronizado con la señal entrante en lo referente al período de dígitos, de caracteres, de tramas y de trama de señalización. La información necesaria para efectuar el sincronismo se transmite con una pauta de diez bits, cada uno de estos bits ocupa la posición del dígito *uno* (d_1) de cada uno de los canales 9 a 24 correspondientes a la trama t_4 . El dígito uno de los canales 1 a 8 de la misma trama se transmite arbitrariamente como un impulso y no envía ninguna información significativa.

La pauta de sincronización es:

1101010101010101.

Para verificar el sincronismo, el terminal de recepción comprueba el octavo bit de la señal de llegada, comenzando en una posición arbitraria. Cuando se detectan dos impulsos consecutivos se realiza una comprobación para ver si se producen más alternancias. Si éstas persisten en n° de 7, se realiza la detección de la pauta de sincronismo. Si no se alcanza antes de la cuenta de 7, el dispositivo pasa a la posición de reposición y comienza de

nuevo la captura de dos impulsos consecutivos. Esta secuencia continúa durante cinco tramas, cuando no se haya detectado ninguna pauta de sincronismo y entonces se produce un decalaje de una cifra, continuando la exploración. Una vez establecido el sincronismo, se confirma repetidamente la norma de sincronización. Cuando llegan a detectarse errores, el sistema de funcionamiento no se reestablece a menos que se reciban tres normas consecutivas de sincronización incorrectas.

El tiempo necesario para establecer el sincronismo depende del número de simulaciones fortuitas que puedan producirse. La probabilidad de que sea indefinidamente largo es muy remota.

Los resultados obtenidos en varios centenares de casos registrados dan un valor medio de tiempo de resincronización de 2,26 ms. y un tiempo máximo de 4,88 ms.

4. Señalización

4.1 Principios

Los enlaces P. C. M. sustituyen a los enlaces físicos existentes entre centrales telefónicas, transmitiendo por lo tanto toda la información que se cursa entre ellas, tanto de conversación como de señalización que la vía física conduce normalmente. El sistema P. C. M. debe aceptar todas las señales que normalmente se intercambian, tales como cto. ocupado, abonado cuelga, abonado descuelga, señales de cómputo, etc. que deben reproducirse fielmente en el otro extremo.

El sistema proporciona hasta 3 canales de señalización por cada canal de conversación y refiriéndonos de nuevo a la figura 1 se muestra la distribución en división de tiempo de estos canales. Si cualquiera de estos canales no se emplea para señalización puede utilizarse para transmitir otra información, entre ellas puede ser la más importante, transmisión de datos. Ya que la frecuencia de muestreo de cada uno de estos canales es de 2 KHz. cualquiera de ellos tendrá una capacidad de señalización o datos sincronizada de 2 kilobits por segundo.

Esta alta velocidad permite utilizar un código "sin comas" en toda la información de señalización telefónica. El código "sin comas" significa aquel que no requiere puntuación, como su nombre indica. Los códigos más simples son una serie de espacios (0000...) o una serie de impulsos (1111...). El examen de un simple dígito indicará el código que se transmite. Si solo se necesita transmitir dos señales, sólo son dos los códigos necesarios; si se requiere más, se pueden emplear combinaciones de unos y ceros formando una serie de alternancias (0101...). En este caso, deben examinarse tres dígitos consecutivos para distinguir entre la transmisión de un estado continuo de un código y un cambio en la condición de la señal.

Además de los códigos "sin comas", pueden preverse otros si se necesita transmitir más de tres señales, con el inconveniente de tener que examinar más cantidad de dígitos consecutivos para identificar la condición de señalización.

Si se emplean tres códigos asociados con tres canales de señalización por canal de conversación parece que se satisfacen todas las necesidades de señalización.

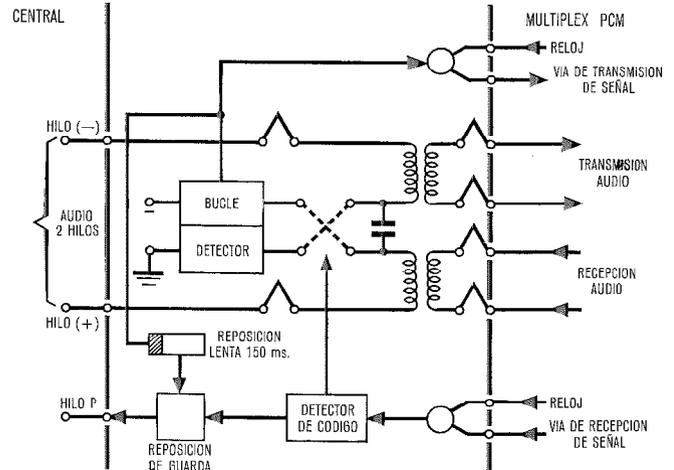


Fig. 5 Terminación de señalización para enlaces de salida.

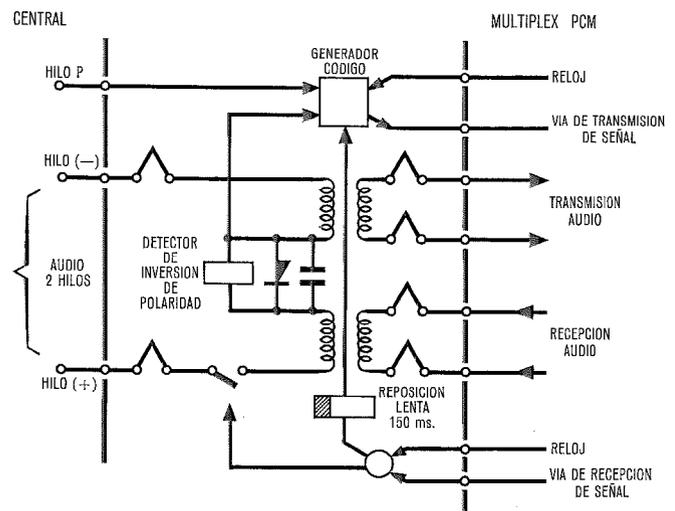


Fig. 6 Terminación de señalización para enlaces de entrada.

4.2 Terminaciones de señalización

Existen numerosos sistemas de señalización en funcionamiento en todo el mundo. Todos estos sistemas bien sea conectados por conductores físicos o por sistemas de transmisión, necesitan unidades terminales de señalización para interconectarse con la vía de transmisión. La variedad de sistemas de señalización, es por consiguiente, tan grande como la de sistemas de conmutación con los que se conectan. Afortunadamente un estudio de los normalmente empleados, revela que todos los sistemas de señalización tienen una parte común, al mismo tiempo que una diversidad de operaciones periféricas, por lo que en cierto grado se pueden normalizar las funciones básicas de señalización.

Aunque serán necesarias numerosas terminaciones, si el sistema P. C. M. se emplea en todas las diversas aplicaciones para las que es adecuado, todo indica actualmente que existen tres que satisfacen el 87 % de las especificaciones del British Post Office y que se indican a continuación:

a) Señalización convencional E y M. La unidad de terminación se emplea si se necesita trabajar con un relé

SUPERTRAMA		S	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
		t ₁ t ₁ t ₁ t ₁	t ₁ t ₁ t ₁ t ₁	t ₁ t ₁ t ₁ t ₁	t ₁ t ₁ t ₁ t ₁	t ₁ t ₁ t ₁ t ₁	t ₁ t ₁ t ₁ t ₁
SEÑALES DIRECTAS	ENLACE LIBRE	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
	ENLACE TOMADO	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
SEÑALES INVERSAS	LIBRE	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
	OCUPADO	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
	ABONADO DESQUELGA	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0

Fig. 7 Distribución de los códigos de señalización "sin comas".

Nota: No se utiliza la trama t₂.

La trama t₄ se utiliza para sincronismo.

El dígito 1 de la trama 2 no se utiliza para señalización.

El dígito 1 de la trama 4 se emplea para sincronismo (canales 9 á 24).

electromecánico. Una variante puede tener tres circuitos E y M por terminación, teniendo acceso a tres canales de señalización.

b) Terminación de señalización saliente según se muestra en la figura 5, utilizada en lugar de un relé electromecánico y que provee una conexión directa al nivel adecuado del selector; la variante más usada es equipar la unidad para cómputo de tarificación única.

c) La terminación del enlace de señalización entrante, indicada en la figura 6, se emplea en unión del juego de relés de salida y facilita la conexión directa al nivel apropiado del selector. Una variante muy frecuente en este caso es la que facilita la retención de la conexión.

Estas unidades terminales de señalización convierten las condiciones de señalización del sistema de conmutación en códigos de coma libre, y así en el caso del sistema utilizado por el British Post Office, las tramas t₁ y t₃ se combinan para proporcionar la transmisión serie. Las relaciones existentes entre estas condiciones, códigos de coma libre y la supertrama (4 tramas) se indica en la figura 7. Debe hacerse notar que ésto no implica correspondencia entre la señal inversa de "abonado llamado descuelga" y las tramas t₁ y t₃.

5. Equipo de línea

5.1 Planta exterior

El diseño del equipo de línea depende principalmente de las condiciones del exterior en el que vaya a utilizarse. El sistema que se describe está diseñado especialmente para cables de enlace entre centrales, aunque ésto no supone restricción alguna.

Esta clase de enlaces se realiza principalmente con cable de 0,635 mm. de 0,91 mm. o de 1,27 mm. cargado normalmente con bobinas de 88 mH. instaladas a intervalos de 1,83 Km. y colocando repetidores de audio donde sea necesario. La instalación práctica puede dictar que los cables se entierren directamente o bien se lleven en conductos, del mismo modo las cajas de bobinas de carga pueden enterrarse o situarse en casetas, o cámaras bajo el pavimento. Los tipos de cable y la práctica de su empalme variarán según el país. Los cables típicos que normalmente se encuentran son:

- cable de cuadretes en estrella en capas concéntricas,
- cable de pares en capas concéntricas,
- cable simple de pares.

Todos estos tipos de cables y su práctica de empalmes aunque están diseñados para que la diafonía en audio-frecuencias sea satisfactoria, darán resultados muy variables cuando se midan a las frecuencias utilizadas en la transmisión por P. C. M. normalmente 768 KHz. para la mitad de la velocidad nominal de bits.

En el problema de los cables, se ha llegado a la adopción de dos modos de operación:

- trabajo en un solo cable, en el cual los caminos de ida y vuelta están en el mismo cable,
- trabajo en dos cables, uno para el camino de ida y otro para el de vuelta.

En el primer caso la limitación está en la diafonía en el extremo cercano y en el segundo caso en el extremo distante. El método adoptado está muy relacionado con el tipo de cable utilizado y las normas de empalme de la administración, no solamente al instalarse, sino también en los trabajos posteriores sobre el cable que hayan de realizarse. En general, el trabajo con un solo cable se realizará para instalaciones pequeñas, mientras que en las de gran densidad de tráfico se empleará doble cable. No obstante, el trabajo inicial con un solo cable puede convertirse posteriormente en otro con doble cable cuando surja la necesidad.

5.2 Repetidor terminal

Esencialmente, el repetidor terminal es la interconexión entre el equipo múltiple y la línea. Para aumentar la flexibilidad del sistema, se ha normalizado la interconexión del equipo múltiple y del repetidor terminal.

El intercambio de información en ambas direcciones se realiza por medio de un tren de impulsos con inversión de polaridad con lo que los parámetros esenciales especificados se conservan.

Estos parámetros son:

- amplitud del impulso 2,37 voltios ± 10 %
- anchura del impulso 326 nanosegs. ± 30 nanoseg.
- cresta del impulso inicial menos del 10 %
- impedancia de interconexión 75 ohms.
- pérdidas de retorno mínimo 20 db.

En la dirección de transmisión, el tren de impulsos se envía a línea a través de un transformador equilibrado — no equilibrado, con una relación de transformación de voltaje adecuada para conseguir una amplitud nominal de 3 voltios. A causa de la atenuación de la sección precedente de línea, es necesario emplear un amplificador regenerativo en la dirección de recepción.

Excepto en detalles, este amplificador es idéntico a la mitad de un repetidor telealimentado.

Los repetidores telealimentados toman su suministro desde el repetidor terminal por el fantasma de un circuito a cuatro hilos. La corriente es continua y regulada con un valor máximo de 50 mA. La tensión de alimentación en el terminal depende del número de repetidores, pero no debe sobrepasar los 150 voltios entre los conductores y 75 voltios entre conductor y tierra.

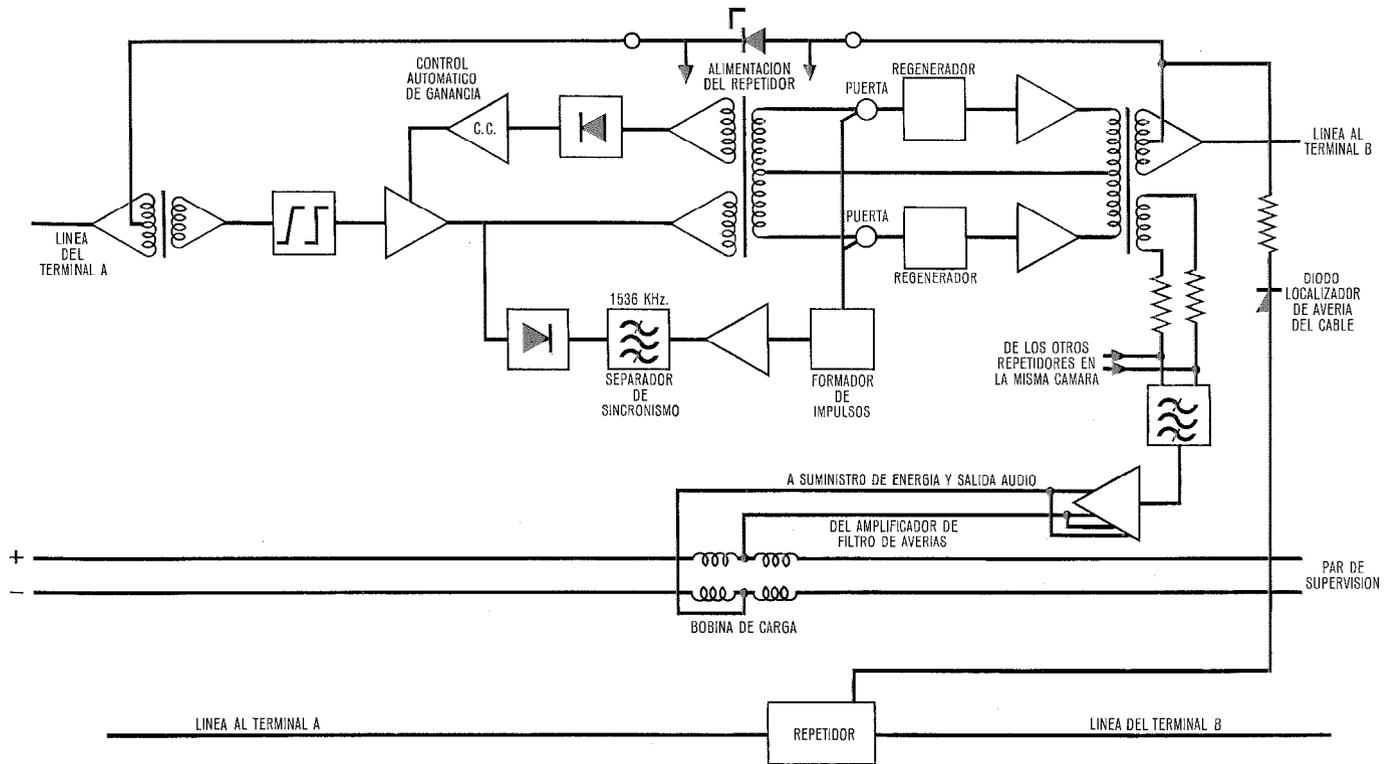


Fig. 8 Repetidor telealimentado.

5.3 Repetidores telealimentados

Van alojados en cámaras subterráneas o cajas registro situadas en los puntos de carga. Están montados en cajas resistentes de hierro fundido con tapas construidas a prueba de humedad. Su interior está impregnado de resina de poliéster y externamente está protegido con una capa de zinc por pulverización y pintura con resina bituminosa. Dentro de la misma caja también se sitúan elementos adicionales como son acceso para circuito de servicio, supervisión a distancia del repetidor y [4], [5] alarma de presión de gas.

La figura 8 muestra el esquemático-bloque de un repetidor telealimentado, su concepto es totalmente convencional y lleva consigo las principales funciones comunes a todos los tipos de repetidores.

Aunque la señal transmitida en línea consiste en un tren de impulsos del tipo pseudo-ternario con inversión de impulsos alternado, el repetidor está diseñado como totalmente ternario de forma que existe la posibilidad de aumentar la capacidad de canales en línea utilizando una señal ternaria de baja disparidad.

El diseño de un filtro de sincronización debe basarse en un compromiso entre:

- la obtención de una banda de paso suficientemente estrecha para asegurar una razonable forma de onda sinusoidal no modulada, a partir de una señal de entrada con una modulación virtualmente aleatoria,
- el control de desplazamiento de fase de la onda de sincronización, resultante del cambio en frecuencia de los osciladores o filtros.

La elección práctica reside en utilizar dos circuitos sintonizados L-C conectados en paralelo y teniendo un factor Q — efectivo de 100 aproximadamente.

La regeneración se hace por medio de dos osciladores simétricos de bloqueo. La puesta en marcha se controla por la coincidencia entre la señal y la onda de sincronismo y la parada por la onda de sincronismo. Así, los impulsos individuales están normalizados respecto a la amplitud, forma y duración y ocupan unas posiciones discretas a intervalos de tiempo regulares. La conexión final a línea se realiza por un par de amplificadores separadores que evitan que las reflexiones de línea puedan afectar al sincronismo de la etapa regenerativa.

Todos los repetidores probados, unos 400, fueron capaces de rechazar una señal de interferencia de 767 KHz. cuya amplitud pico-a-pico era de 10 db. por debajo de la señal en todo el margen de niveles de entrada.

El repetidor está alimentado con una corriente constante de 50 mA (actualmente $49 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$), pero podrá trabajar sin perder sus características con corrientes de hasta 42 mA. La caída de tensión en cada repetidor bidireccional es de 11,2 voltios que es suficientemente pequeña para que se puedan alcanzar secciones de alimentación de 30 Km. con la mayoría de los cables en serie y con las restricciones definidas anteriormente.

6. Conclusión

Como conclusión, se da un resumen de características del sistema, abreviadas y relacionadas principalmente con los parámetros de la técnica de la modulación codificada de impulsos.

Resumen de características

a) Respuesta frecuencia 4 hilos - 4 hilos:				
Pérdida relativa a 800 Hz.				
	Mín.	Normal	Máx.	
300 - 600 Hz.	0	0,1	0,2	db.
600 - 2400 Hz.	0	0,1	0,3	db.
2400 - 3000 Hz.	0,1	0,3	0,7	db.
3000 - 3400 Hz.			16	db.
b) Pérdida de retorno 4 hilos:				
800 y 1600 Hz.	28	-	31	db.
300 y 3400 Hz.	22	-	27	db.
c) Ruido de canal inactivo:				
	35	70	63	dbm0p
d) Margen de distorsión de cuantificación:				
Señal de excitación - ruido blanco límite gaussiano				
- 4 dbm0	25	27	28	db.
- 15 dbm0	29	31	33	db.
- 37 dbm0	25	26,5	28	db.
e) Diafonía entre canales:				
Nivel de potencia de señal + 2 dbm0				
	90	75	60	dbm0
f) Productos de intermodulación:				
$f_A = 1300$ Hz., $f_B = 800$ Hz.				
Margen $2A + B$ a niveles de señal				
- 6 dbm0	40	45	55	db.
- 15 dbm0	45	45	55	db.
- 40 dbm0	33	38	42	db.
Margen $A \pm B$ a niveles de señal				
- 6 dbm0	33	35	50	db.
- 15 dbm0	35	37	50	db.
- 40 dbm0	35	38	50	db.
g) Linealidad del canal				
Error de trazado en el margen de señal + 2 dbm0 - 44 dbm0				
		$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	db.

Referencias

[1] G. C. Hartley, P. Mornet, F. Ralph y D. J. Tarran: Techniques of Pulse Code Modulation in Communication Networks. I. E. E. Monograph Series 1.
 [2] K. W. Cattermole, D. R. Barber, J. C. Price y E. J. E. Smith: Experimental Pulse Code Modulation Transmission for Local Area Telephony, Electrical Communications, Volumen 38, Número 1, 1963.
 [3] Contribution by the United Kingdom Administration to the Working Party on Question 33, Study Group XV. Choice of Compression Law for P. C. M. Transmission Systems, Document WP. 33/XV, N° 9-E.
 [4] P. W. Erickson: T1 Carrier System Application Planning, A. I. E. E. Conference Paper C. P. 62-1465.
 [5] H. Cravis, T. V. Crater: Engineering of T1 Carrier System Repeated Lines B. S. T. J. 2 (Marzo 1963).

E. J. E. Smith nació en Poona (India) el 10 de Febrero de 1930. En 1956 fué nombrado miembro graduado de la "Institution of Electrical Engineers".

Desde 1948 á 1953 trabajó con la "Royal Electrical and Mechanical Engineers", dependiente del Ejército Británico. Desde entonces pasó a Standard Telephones and Cables en donde ha estado desarrollando sistemas de cable coaxial, sistemas para redes rurales y para líneas aéreas y últimamente sistemas P. C. M.

Mr. Smith es actualmente ingeniero jefe de sistemas digitales en la división de líneas y altas frecuencias de Basildon.

M. Gabriel nació en Newport (Mon.), Gran Bretaña, en 1938. Estudió en la Electrical Engineering, en la Politécnica de Woolwich, graduándose en la Universidad de Londres en 1962. Antes de ingresar en la división de líneas terrestres de STC estuvo dos años en la Epsilon Research and Development Company, trabajando en técnicas de registro de datos. Actualmente pertenece a la "Landline Systems Division" de STC donde trabaja en el desarrollo del sistema P. C. M.

Equipo multiplex de portadoras grupo y supergrupo de orden superior

L. C. DESCHUYTERE

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes

A. MAAT

Nederlandsche Standard Electric Maatschappij, La Haya

1. Introducción

Todos los sistemas telefónicos de portadora, incluso los de 2700 canales encuentran cada vez mayor aplicación en las principales arterias que unen los centros de gran concentración del tráfico telefónico. Esta tendencia existe tanto para conexiones nacionales como para las internacionales, ya sea en cable o radioenlace.

En un sistema multiplex terminal, los pasos de modulación de orden superior pueden comprender grupos terciarios de 300 canales, y cuaternarios de 900 canales, de acuerdo con el diagrama de traslación de frecuencia nº 1 recomendado por el Comité consultivo internacional telegráfico y telefónico (CCITT) para los sistemas de 2700 canales.*

Este artículo describe el diseño de los equipos de grupo de orden superior para un sistema de 2700 canales construido con la práctica ISEP (International Standard Equipment Practice) que es una norma para sistemas de telecomunicación de ITT. Los equipos multiplex de orden inferior como traslación de canales de grupo primario y grupo secundario (supergrupo) asociados ya se han descrito anteriormente [1], [2].

Como es norma general en ITT, se ha hecho un considerable esfuerzo para cumplir con las demandas de casi todos los clientes. Por esta razón la especificación del equipo, que incluye las recomendaciones correspondientes del CCITT, se ha basado además, en las condiciones fijadas por distintas administraciones de telefonía y compañías de explotación, de tal modo que permite la utilización máxima por la mayor parte de los clientes.

2. Disposición del sistema

El equipo de traslación de grupo cuaternario modula 3 grupos terciarios básicos (300 canales en la banda 812—2044 KHz.), formando así la banda de frecuencia 8516—12388 KHz. que corresponde al grupo cuaternario básico. El diagrama de frecuencias se muestra en la figura 1. El grupo terciario básico se obtiene del equipo de grupo secundario por la combinación de los supergrupos nº 4 á 8.

En el caso de un sistema de 1800 canales el equipo de traslación de grupo de orden superior modula 2 grupos cuaternarios básicos formando la banda de frecuencias 316—8204 KHz. En el caso de un sistema de 2700 canales, el anterior se combina con un grupo cuaternario básico, para formar las frecuencias de línea 316—12388 KHz.

* Nota del traductor: En este artículo se han adoptado las siguientes traducciones de acuerdo con la edición en español del CCITT:

group	— grupo primario
supergroup	— grupo secundario
master group	— grupo terciario
supermaster group	— grupo cuaternario

como se muestra en la figura 2. Puede haber otras soluciones como sistemas de 6 MHz. con grupos terciarios nº 1 á 4, sistemas de 12 MHz. en donde se utilizan los supergrupos nº 2 á 16 (312 · 4028 KHz. en lugar del grupo cuaternario nº 1).

Las frecuencias portadoras se derivan de un oscilador maestro de 2480 KHz. cuya estabilidad es mejor que 5 partes en 10⁸, como recomienda el CCITT. Las unidades de generación de portadoras producen también las frecuencias piloto de referencia de grupos terciario y cuaternario, y las de comparación de frecuencia.

Filtros de paso de grupo terciario, se emplean para proporcionar un camino de estos grupos sin una demodulación posterior a la del grupo terciario básico. Puede efectuarse la conexión de tránsito de grupos cuaternarios sin necesidad de filtros de paso adicionales.

En cada equipo de traslación se equipan las unidades de control automático de ganancia o de supervisión de los grupos terciario y cuaternario.

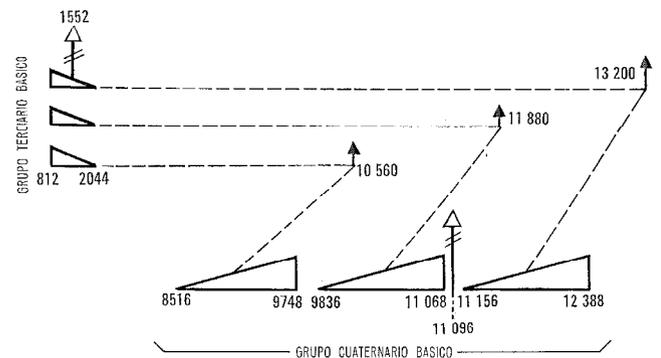


Fig. 1 Colocación de frecuencias en un grupo terciario.

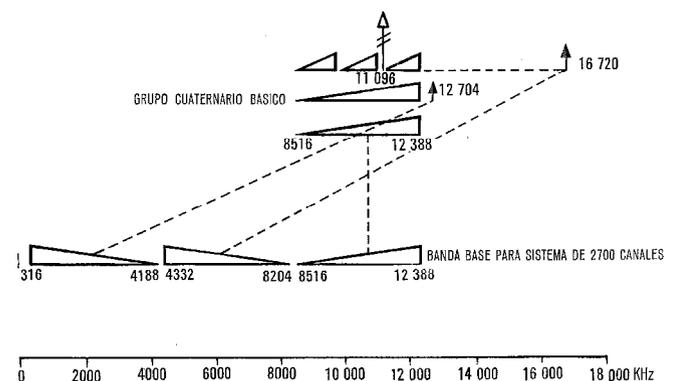


Fig. 2 Colocación de frecuencias en un grupo cuaternario.

3. Diseño eléctrico

Puesto que el CCITT no ha fijado aún las recomendaciones para las características especiales de los grupos cuaternarios, se ha decidido interpretar las especificaciones relativas a los grupos terciarios como aplicables a los equipos combinados de traslación de grupos cuaternarios.

Este procedimiento da lugar a condiciones severas, que a pesar de todo, se cumplen con amplio margen.

Con objeto de realizar las características óptimas el cálculo de los diferentes circuitos se ha basado en técnicas de diseño mediante la ayuda de computadores. Se ha prestado especial atención en cuanto a confiabilidad se refiere: ésto se refleja en una selección exclusiva de componentes nuevos de confiabilidad probada y en el esquema general del proyecto.

3.1 Equipo de traslación de grupo terciario

En la figura 3 se representa el diagrama simplificado de la traslación de frecuencia de 3 grupos terciarios básicos a la banda del grupo cuaternario básico.

Los igualadores a la entrada y salida del equipo compensan la atenuación del cableado de la estación en los grupos de orden superior básico. Salidas duplicadas y desacopladas en los lados de emisión y recepción están previstas para medidas o derivación.

Con objeto de igualar las características de atenuación-frecuencia entre los estrechos límites fijados, se insertan redes de igualación en las direcciones de emisión y recepción.

Los circuitos modulador y demodulador son de tipo activo que emplea transistores planar de silicio. Esta particularidad mejora el factor de ruido básico del sistema,

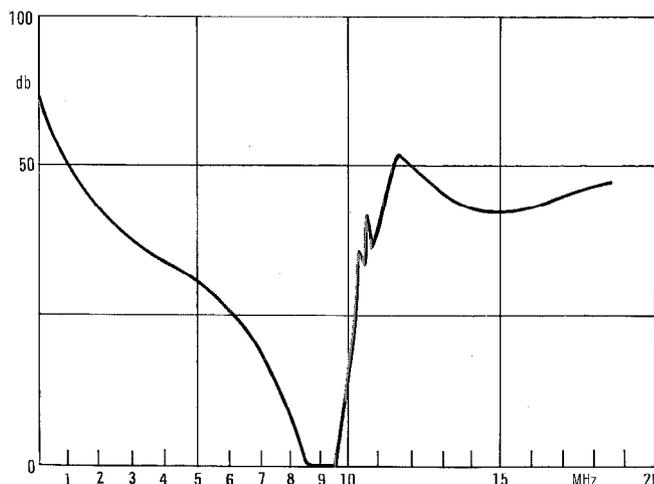


Fig. 4 Característica típica de atenuación-frecuencia del filtro de grupo terciario.

ya que debido a la amplificación de los circuitos de modulación el mínimo nivel relativo puede alcanzar -40 decibelios con referencia al nivel en el punto de origen a dos hilos. El porcentaje de realimentación aplicado consigue el margen de intermodulación necesario, y también alta estabilidad contra las variaciones de nivel de portadora y de corriente continua de alimentación. El circuito modulador necesita una baja potencia de entrada de portadora, debido a la inserción de un paso de amplificación en el circuito de entrada de portadora; este amplificador actúa también como separador de ciertas componentes de diafonía, reduciéndolas a un nivel inapreciable.

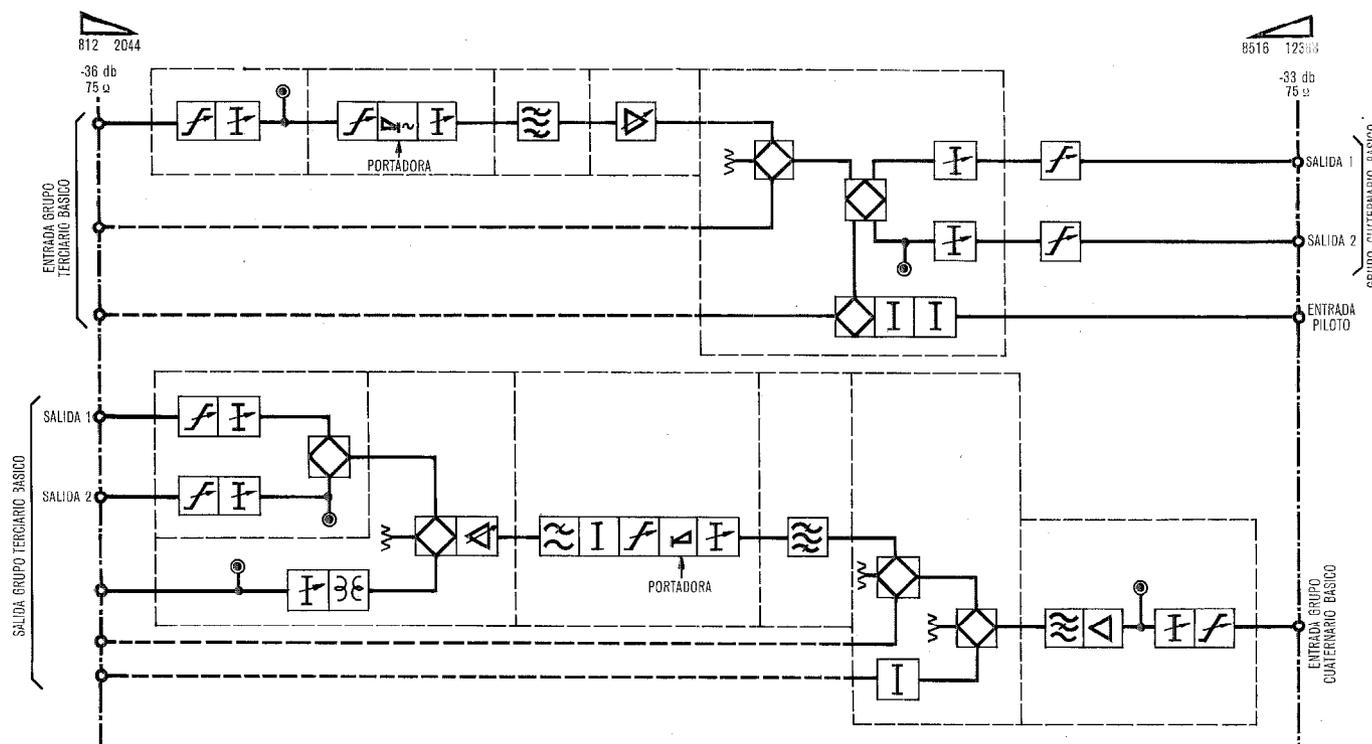


Fig. 3 Esquema de bloques. — Traslación de grupo terciario.

Equipo multiplex de portadoras

Los filtros paso-banda de los grupos terciarios que seleccionan la banda lateral inferior de frecuencia, se han diseñado con un computador a partir de sus pérdidas de inserción. Con objeto de reunir las condiciones de comportamiento con la temperatura y larga duración, se emplean bobinas de ferrita de gran estabilidad y condensadores de mica. En la figura 4 se muestra una curva típica de atenuación-frecuencia.

El amplificador de transmisión de grupo terciario es del tipo de dos etapas de emisor común con realimentación, con ajuste de ganancia manual.

Este sistema permite quitar o poner uno cualquiera de los grupos terciarios sin interferir con los que están en operación, debido a que se combinan en la emisión o recepción por medio de transformadores híbridos de desacoplo. El circuito combinador del lado de transmisión comprende también el punto de inyección del piloto de referencia de grupo cuaternario y dos salidas desacopladas.

En el circuito de recepción se puede insertar, si se necesita, un filtro de cristal supresor de 11096 KHz. con el fin de suprimir el piloto de referencia de grupo cuaternario; ésto ocurre en los casos de segregación de grupos terciarios para evitar la interferencia posible entre los pilotos de referencia de diferentes enlaces.

El circuito del amplificador de salida de recepción es semejante al del amplificador de emisión. Este amplificador puede regularse manual o automáticamente según se requiera. En este último caso la corriente de caldeo de un termistor en el circuito de realimentación se regula por un piloto de referencia de grupo terciario separado. El circuito de salida tiene dos tomas desacopladas y un punto de extracción del piloto de referencia de grupo terciario.

3.2 Equipo de traslación de grupo cuaternario

Un diagrama simplificado que representa la traslación de frecuencias de 3 grupos cuaternarios a la banda de 2700 canales, se muestra en la figura 5.

En este diseño, se ha prestado particular atención para cubrir un margen amplio de niveles de frecuencia de línea, con objeto de reunir las condiciones en la mayor parte de aplicaciones.

Muchos aspectos son similares a los que se han descrito en el equipo de traslación de grupo terciario, los igualadores de cableado de la estación a la entrada y a la salida del equipo, las salidas duplicadas en transmisión y recepción, permitiendo puntos de prueba para conservación y desacopladas para evitar interferencias en la comunicación. Igualadores residuales se incorporan

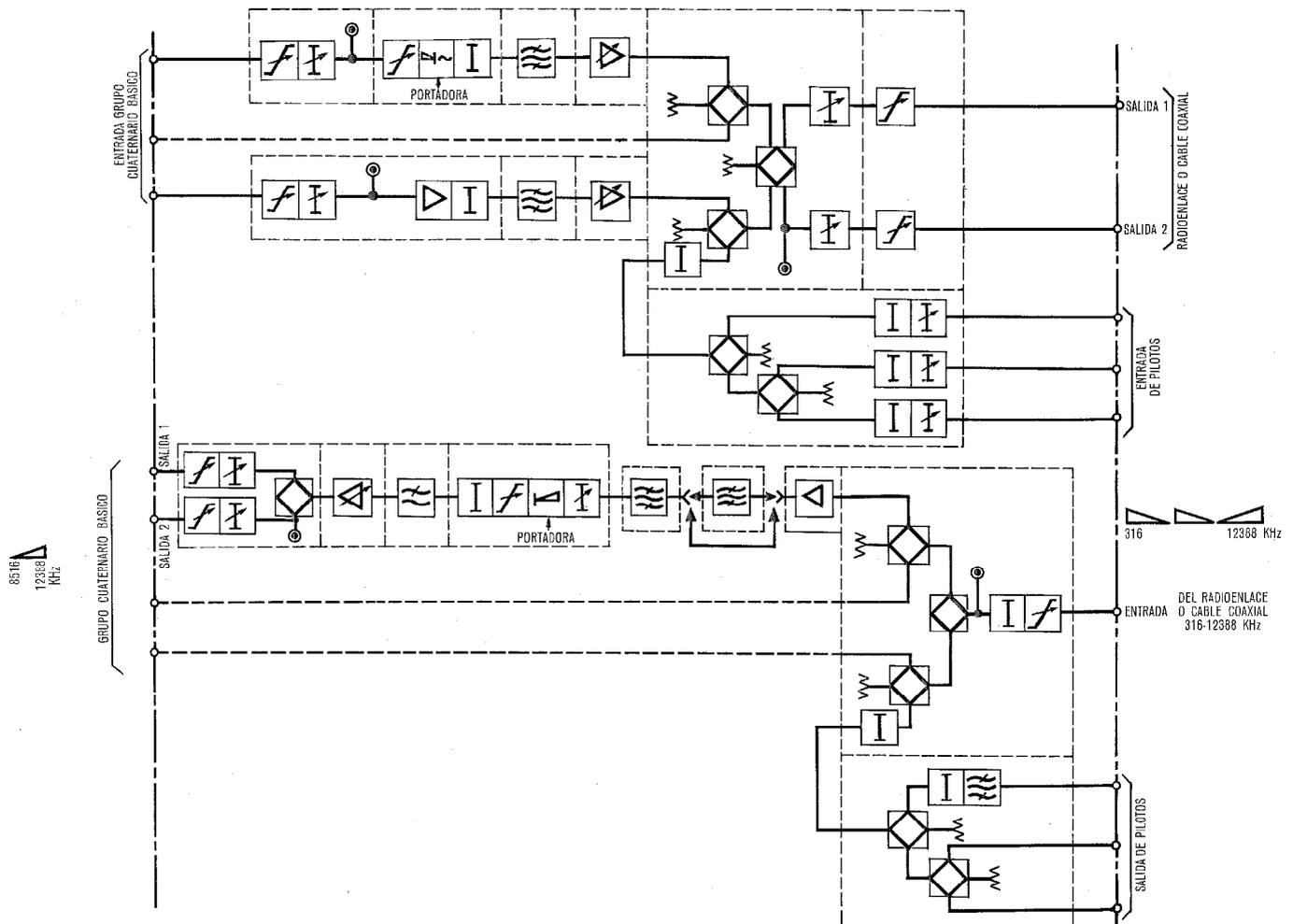


Fig. 5 Esquema de bloques. — Traslación de grupo cuaternario.

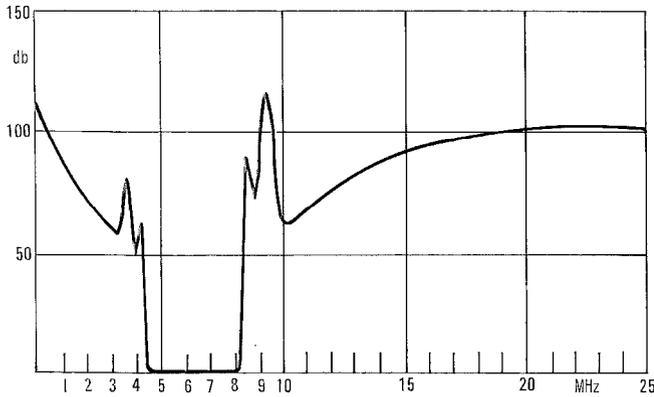


Fig. 6 Característica típica de atenuación-frecuencia del filtro de grupo cuaternario.

a los circuitos de emisión y recepción que compensan la característica de atenuación-frecuencia. Moduladores activos del mismo tipo que en los grupos terciarios proporcionan muy bajo ruido básico y de intermodulación y gran estabilidad de ganancia. El amplificador separador en la entrada de portadora elimina la diafonía que se puede producir por acoplamiento en el circuito de alimentación de portadora, y reduce la potencia de alimentación necesaria.

Los grupos cuaternarios nº 1 y 2 se modulan y se seleccionan las bandas laterales inferiores, que se combinan con el grupo cuaternario nº 3, coincidente con las frecuencias del grupo cuaternario básico, para formar el espectro de frecuencias 316—12388 KHz. de 2700 canales. Las secciones de cristal del filtro paso-banda del grupo cuaternario proporcionan una inclinación aguda de la respuesta atenuación-frecuencia en la región de corte del filtro. En este diseño la característica de atenuación conseguida facilita la separación de los grupos cuaternarios para el circuito sin necesidad de filtros adicionales, lo que proporciona un considerable ahorro de coste y espacio, particularmente útil en los puntos de segregación del sistema, donde la mayoría de los grupos cuaternarios se transfieren de un enlace a otro sin traslación de frecuencia. La figura 6 muestra una curva de discriminación típica para el grupo cuaternario nº 2.

La potencia de salida en el lado de transmisión se suministra por un amplificador formado por 2 pasos de entrada con emisor común y un push-pull de salida. El nivel se puede ajustar manualmente. La máxima capacidad de transmisión de cualquier elemento activo del sistema está limitada a 900 canales, ya que cada grupo cuaternario tiene sus amplificadores individuales de emisión y recepción.

Los 3 grupos cuaternarios se combinan por medio de transformadores híbridos. Junto con la flexibilidad mecánica del diseño, este aspecto permite la ampliación de sistemas equipados parcialmente sin estropear las comunicaciones. Se pueden inyectar 3 pilotos al mismo tiempo en el lado de transmisión, ya sean de línea o para medidas. Igualmente la extracción de los pilotos en el combinador del lado de recepción, está prevista, incluyendo los filtros de extracción y de supresión de piloto de comparación de frecuencias.

Los preamplificadores en el lado de entrada de recepción están estudiados, para cumplir las condiciones de pérdida de retorno del sistema y reforzar el nivel de entrada al filtro paso-banda, reduciendo así considerablemente su contribución al ruido básico.

El amplificador de salida de recepción con 4 pasos de amplificación tiene control de ganancia manual, o automático asociado con regulador piloto. Se han previsto dos salidas iguales y un punto de extracción de la frecuencia piloto de referencia de grupo cuaternario de 11096 KHz.

En algunas aplicaciones, la parte inferior del espectro de frecuencias en línea se puede llenar por los grupos secundarios nº 2 a 16, con frecuencias 312—4028 KHz. en vez de utilizar el grupo cuaternario nº 1, con frecuencias 316—4188 KHz. En este caso los circuitos de traslación del grupo cuaternario nº 1 se sustituyen por filtros y redes de acoplamiento para combinar los grupos secundarios nºs. 2 a 16 con los grupos cuaternarios nºs. 2 y 3.

3.3 Conexión por filtros de paso

Ya se ha explicado que los filtros paso-banda de los grupos cuaternarios son suficientes para la separación de éstos en la traslación de frecuencia sin necesidad de filtros adicionales; por consiguiente solamente trataremos aquí la transferencia de los grupos terciarios.

El filtro de paso de grupo terciario está formado por dos filtros paso-bajo y paso-alto conectados en tandem, añadiendo la igualación de los bordes inferior y superior del paso-banda. Los filtros se han diseñado aplicando el método de pérdidas de inserción. Se emplean secciones de bobina y condensador, las bobinas tienen gran estabilidad y un factor de calidad adecuado para formar la inclinación de la curva de atenuación en los extremos de la banda de paso. Las pérdidas en la banda de paso son tan bajas que permiten la conexión directa sin amplificación extra.

Una característica típica se representa en la figura 7.

3.4 Regulación automática de ganancia

La regulación automática de ganancia de grupos terciarios y cuaternarios forma parte del equipo de traslación. Comprende el amplificador de recepción regulado del demodulador y un receptor piloto que controla la

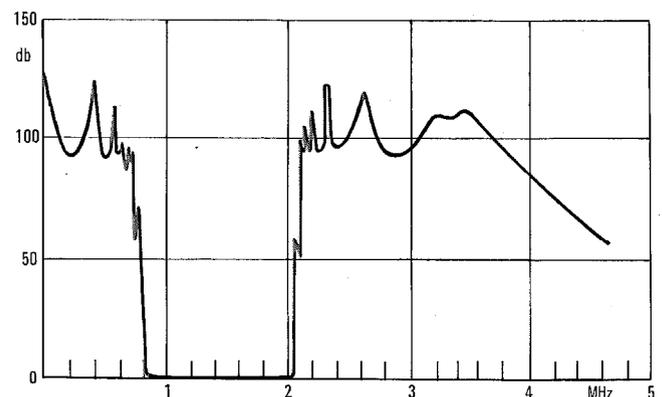


Fig. 7 Característica típica de atenuación-frecuencia del filtro de paso de grupo terciario.

ganancia del amplificador, mediante su corriente de salida, que alimenta el circuito de caldeo de un termistor incluido en el circuito de realimentación. Mediante este procedimiento el nivel de salida, del amplificador del demodulador, se regula en forma continua.

El detector de piloto de grupo terciario trabaja con la frecuencia de referencia de 1552 KHz. La unidad detectora está formada por un filtro de cristal para extracción de la frecuencia piloto, seguido por un amplificador de corriente continua donde la señal rectificada del piloto se compara con una diferencia de potencial de referencia. La diferencia de voltaje que resulta, se amplifica a continuación para alimentar el elemento de caldeo del termistor.

Se ha estabilizado cuidadosamente el voltaje de referencia contra los cambios de temperatura y del voltaje de alimentación. El control de ganancia responde lentamente y no actúa con variaciones de nivel esporádicas o ruidos de corta duración. Todas las unidades de control automático de ganancia llevan un relé de alarma, que actúa cuando el nivel piloto en la salida del amplificador se desvía por encima de ciertos límites.

El paso de entrada del regulador de grupo cuaternario comprende un circuito modulador que traslada la frecuencia piloto de referencia 11096 KHz. a 1552 KHz. mediante la portadora de 12648 KHz. La frecuencia de salida de 1552 KHz. pasa a continuación a un filtro de cristal de paso-banda estrecho y un circuito regulador igual al regulador de grupo terciario.

3.5 Equipo de generación de frecuencias

El equipo de generación de frecuencias se puede dividir en dos partes principales llamadas: oscilador maestro y equipo generador de frecuencias fundamentales, incluidos ciertos pilotos; por otro lado los diversos equipos de generación de portadoras que alimentan los equipos de traslación correspondientes.

Se ha considerado importante al diseñar la primera parte del equipo, limitar el número de frecuencias fundamentales al mínimo imprescindible y utilizar sólo las frecuencias que ya existían en anteriores sistemas.

Las unidades de generación de portadoras se han equipado con las unidades de traslación asociadas, formando unidades independientes que operan por el suministro de una o dos frecuencias fundamentales.

La aplicación de estos conceptos eléctricos y mecánicos en el diseño lo hace compatible con casi todos los sistemas existentes.

3.5.1 Oscilador maestro

El oscilador maestro genera una frecuencia de 2480 KHz. Emplea un cristal de corte AT que vibra a su quinto armónico mecánico, con una estabilidad mejor que 3 partes en 10^8 por mes. Más detalles se pueden hallar en [1], [2].

3.5.2 Generación de frecuencias fundamentales

Las frecuencias fundamentales de 124 y 440 KHz. se derivan de la frecuencia de 2480 KHz. del oscilador maes-

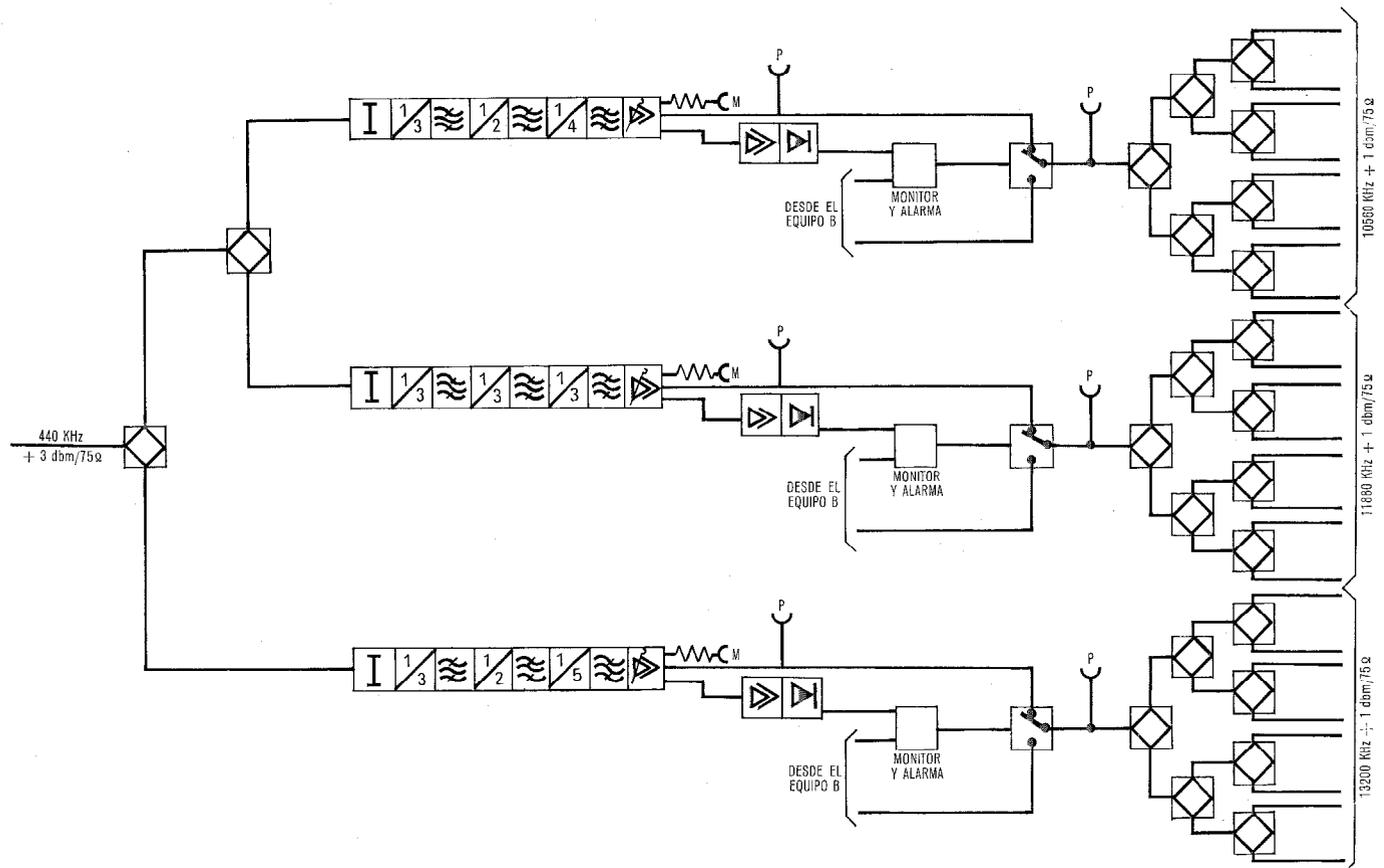


Fig. 8 Generación de portadoras de grupo terciario.

tro. Solo se necesitan estas dos frecuencias para alimentar las unidades de suministro de portadoras de grupo terciario y cuaternario.

Como se ha descrito en otro artículo [1], [2] se producen otras frecuencias básicas, 4 KHz. y 12 KHz. a partir de 124 KHz. que se emplean para generar respectivamente las frecuencias portadoras de canal y de grupo primario; mientras que 124 KHz. sirve también para generar la frecuencia portadora de grupo secundario. Los pilotos de comparación de frecuencias 60, 300 y 308 KHz. se generan por multiplicación de los armónicos de 4 KHz.

La división sucesiva de 2480 KHz. por 2, 5 y 2 produce 124 KHz. Cada división se obtiene correctamente mediante un modulador regenerador, que se caracteriza por estar auto excitado y fuertemente estabilizado. Consta de un modulador de dos transistores, con realimentación positiva mediante un amplificador adecuado. La banda lateral permitida se selecciona mediante un filtro apropiado de banda de paso estrecha.

En lo que se refiere a la generación de 440 KHz. se producen primero dos frecuencias auxiliares, de 80 KHz. dividiendo 2480 KHz. por 31 y de 400 KHz. como quinto armónico de 80 KHz. Los 440 KHz. se seleccionan de la banda lateral superior que resulta de modular 400 KHz. con 40 KHz. que se deriva de dividir por dos la frecuencia de 80 KHz. El modulador regenerador descrito en el párrafo anterior es el elemento principal del circuito.

3.6 Generación de portadoras de grupo terciario y cuaternario

Las frecuencias portadoras 10560, 11880 y 13200 KHz. de los grupos terciarios, números 7, 8 y 9 respectivamente, son los armónicos 24°, 27° y 30° de 440 KHz. Se obtienen a partir de esta frecuencia después de varias etapas de multiplicación con sus correspondientes filtros selectivos como se representa en el diagrama simplificado de la figura 8.

Cada multiplicador comprende una alimentación conmutada por un transistor con carga selectiva de frecuencia. La generación, mediante varias etapas de multiplicación, facilita considerablemente la obtención de la característica selectiva del filtrado. El nivel de salida de la portadora es constante practicamente contra variaciones grandes en el nivel de entrada de 440 KHz.

Un amplificador de dos pasos, con realimentación, alimenta los circuitos de distribución de portadoras. La potencia de salida es más bien baja debido al diseño especial de los circuitos de modulación del equipo de traslación. Para evitar el cruce entre las salidas de distribución, por ejemplo debido a un cortocircuito ocasional, se ha previsto un desacoplo eficaz mediante transformadores híbridos.

Se necesitan dos portadoras de 12704 KHz. y 16720 KHz. para los grupos cuaternarios. nº 1 y 2 respectivamente.

La generación se representa en el diagrama simplificado de la figura 9.

El diseño fundamental de los circuitos de multiplicación es igual que el de generación de portadoras de grupo terciario. Se aplica el mismo al amplificador de salida y esquema de distribución.

La portadora de 12704 KHz. del grupo cuaternario nº 1 se forma a partir de las frecuencias fundamentales de 124 KHz. y 440 KHz. Los 12704 KHz. se seleccionan como banda lateral superior a la salida de la modulación de 10560 con 2144 KHz.

La frecuencia de 10560 KHz. se produce de la misma forma que la portadora del grupo terciario nº 7, mientras que los 2144 KHz. se obtienen por suma del 4º armónico de 124 KHz. y el 6º de 440 KHz.

La portadora del grupo cuaternario nº 2 se genera como la frecuencia del armónico nº 38 de 440 KHz. Para obtener facilmente la característica de filtrado se emplean varias etapas de modulación y multiplicación terminadas cada una por filtros sencillos.

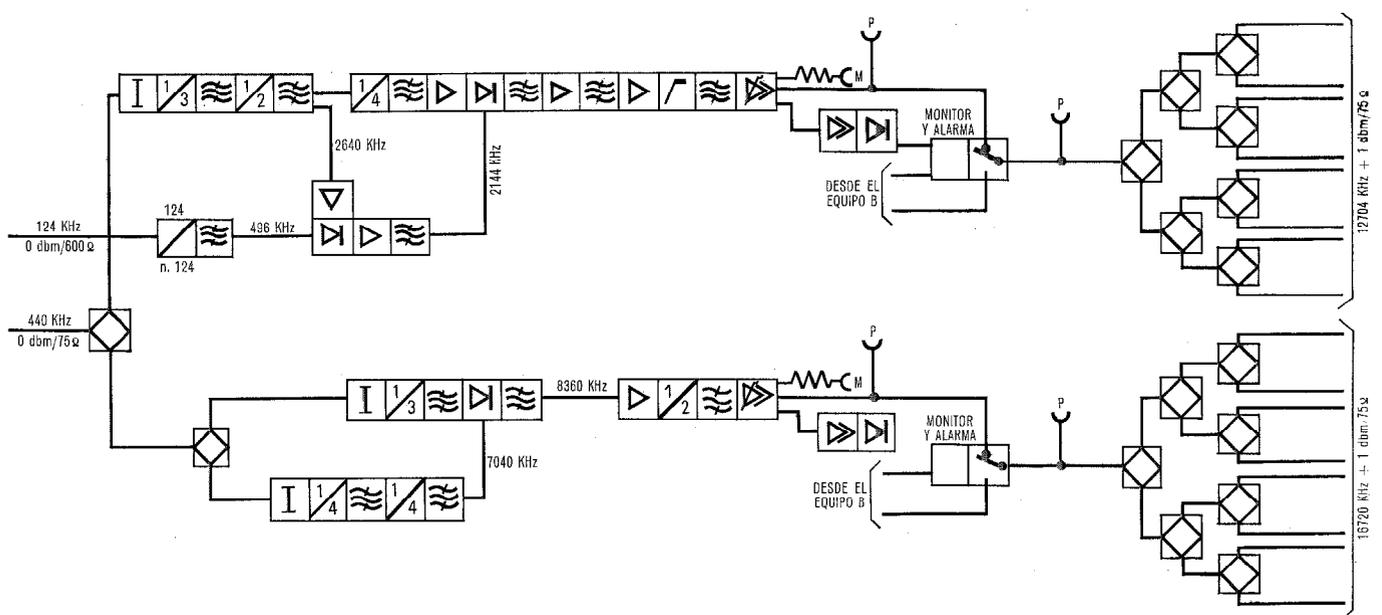


Fig. 9 Generación de portadoras de grupo cuaternario.

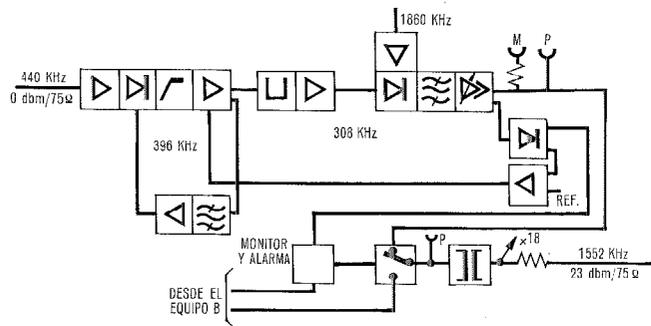


Fig. 10 Generación de portadoras frecuencia piloto de grupo terciario.

3.8 Generación de pilotos de referencia de los grupos terciario y cuaternario

La figura 10 muestra el diagrama simplificado de la generación de 1552 KHz.

La frecuencia piloto de referencia de grupo terciario 1552 KHz. se filtra como banda lateral inferior a la salida de un modulador que mezcla la portadora de 1860 KHz. del grupo secundario nº 6 con los 308 KHz. obtenidas a la salida del generador de armónicos excitado por 44 KHz. Esta última frecuencia se forma dividiendo por 10 la frecuencia de 440 KHz. en un modulador con regeneración.

El CCITT recomienda una alta estabilidad del piloto, que proporciona un cambio máximo del nivel de $\pm 0,3$ db. durante un período de conservación, que puede ser un mes; esta estabilidad se consigue mediante un circuito de control automático de ganancia, contra amplias variaciones de voltaje de alimentación, de temperatura y de carga. Está formado por un amplificador diferencial operando por un lado con el voltaje de salida de la frecuencia piloto rectificada y por el otro con un voltaje de referencia estabilizado. Como en amplificadores de frecuencia portadora, se añade una salida de voltaje de c. c. para observación del nivel piloto.

La frecuencia piloto de referencia de grupo cuaternario de 11096 KHz. se produce modulando la frecuencia piloto de referencia de grupo terciario, con 12648 KHz., que es el 6º armónico de la portadora 2108 KHz. del grupo secundario nº 7. Esta frecuencia de 12648 KHz. se emplea también como portadora en el equipo de regulación automática de ganancia de grupo cuaternario. El nivel de salida piloto está estabilizado fuertemente, de igual forma que el piloto de referencia de grupo terciario.

3.9 Unidades de conmutación automática

Todos los equipos de generación de frecuencias están duplicados normalmente. Sin embargo sólo los equipos de generación de frecuencia piloto y de portadora tienen unidades de conmutación automática individuales; para frecuencias duplicadas sin conmutador automático se necesita duplicar la distribución.

Cuando el nivel de salida de la unidad de trabajo cae por debajo del límite previamente ajustado, la carga se conmuta automáticamente al equipo de reserva. Tanto las unidades de trabajo como las de reserva se supervisan continuamente.

La duplicación de los equipos sólo está justificada, si la parte común tiene una confiabilidad de un orden superior. Por esta razón el dispositivo de conmutación se consideró como el elemento crítico: por ésto se han realizado investigaciones y pruebas que han conducido a la adopción de un relé (reed) sellado, de confiabilidad comprobada, que tiene un tiempo de conmutación inferior a 1 milisegundo. De esta forma se consigue también un desacoplo conveniente entre las unidades de trabajo y de reserva.

Alarmas de supervisión urgente o no - urgente se actúan si dos o una de las unidades respectivamente están fuera de funcionamiento.

4. Diseño de equipo

El diseño del equipo de grupos terciarios y cuaternarios completa las versiones ya existentes en los equipos ISEP de canal, grupo primario y grupo secundario. Se ha desarrollado así una gama completa de equipos totalmente transistorizados, realizados con la misma práctica de equipos normalizados ISEP, y que cubre toda la variedad de sistemas multiplex de portadora hasta 2700 canales. Los datos técnicos que se dan, son válidos para las condiciones de operación que se aplican a todos los equipos ISEP. El margen de temperatura ambiente se extiende desde $+ 10$ a $+ 40$ grados centígrados, con 95 por ciento de humedad pero cumple casi todas las condiciones funcionando entre $- 20$ y $+ 55$ grados centígrados.

Se aplican componentes normalizados ISEP de fácil adquisición. Sin embargo, debido al amplio margen de frecuencias ha surgido la necesidad de nuevos componentes. Se han escogido transistores de silicio planar por su aplicación para altas frecuencias, lo mismo ocurre con el material de los núcleos de ferrita, y con ciertos tipos de condensadores cerámicos. La selección de los tipos de componentes estuvo guiada por el aspecto de la confiabilidad.

4.1 Construcción mecánica

4.1.1 General

Las características detalladas de la versión ISEP recomendada para los equipos de transmisión (ISEP-T) se han descrito anteriormente [1]. Por consiguiente en esta sección se indicarán principalmente las aplicaciones de ISEP -T en la alta frecuencia. A continuación se resumen los principios generales en que descansa la práctica ISEP -T.

El equipo de transmisión se monta en bastidores, en los que se apilan subarmazones. Los subarmazones son unidades funcionales que se ensamblan y se cablean en la fábrica y llevan las unidades enchufables de los circuitos eléctricos. Las unidades enchufables contienen los componentes o elementos del circuito conexonados por circuitos impresos formando así el circuito completo. En las tapas frontales de las unidades se montan los puntos de prueba para mantenimiento y ajuste.

El diseño mecánico está concebido para facilitar el cableado del bastidor en la instalación, sin necesidad de hacer formas de cable en la fábrica. La aplicación de este principio limita enormemente la cantidad de equipo

que hay que instalar para completar la parte del sistema solicitada inicialmente por el cliente, mientras que permite, hacer posteriormente las ampliaciones necesarias con facilidad.

Para simplificar los trabajos de instalación, los armazones del mismo bastidor se conectan entre sí mediante cables con conectores; el cableado entre los bastidores de la estación puede ser del tipo enchufable o soldable dependiendo del equipo correspondiente. El cableado se coloca en los verticales laterales del bastidor y se conecta a los subarmazones mediante regletas de terminales accesibles desde la parte frontal.

Se puede manipular los bastidores desde la parte frontal de modo que son adecuados para su montaje espalda con espalda o contra la pared. Las dimensiones de los bastidores que se describen aquí son de 520 mm. de ancho, 225 mm. de profundidad, de acuerdo con las recomendaciones del CCITT, mientras que su altura puede variar según la aplicación del equipo.

4.1.2 Unidades enchufables

La unidad enchufable puede tener una o más tarjetas con circuito impreso. Su anchura depende del tamaño de sus componentes y está normalizada en múltiplos de 5,08 mm., mientras que su altura y su profundidad son siempre las mismas, 100 mm. y 160 mm. respectivamente. Los puntos de prueba y los dispositivos de ajuste son accesibles desde la parte frontal.

Las unidades enchufables de los equipos de grupos terciario y cuaternario se han diseñado mecánicamente para sus aplicaciones de alta frecuencia. La confiabilidad de los contactos eléctricos, su apantallado eléctrico y estabilidad mecánica se consideraron como las características fundamentales para su funcionamiento normal.

Para conseguir esto último, la tarjeta de circuito impreso se monta en un cuadro de aluminio fundido indeformable, que lleva los conectores coaxiales enchufables y los puntos de prueba de mantenimiento en la parte posterior y frontal respectivamente.

Dos cubiertas de chapa de hierro de forma adecuada se sujetan a la parte frontal del cuadro en unos surcos a propósito y se aprietan a cada lado del cuadro mediante dos grapas sujetas con resorte a los pasadores de la parte posterior del cuadro. Estos pasadores se em-

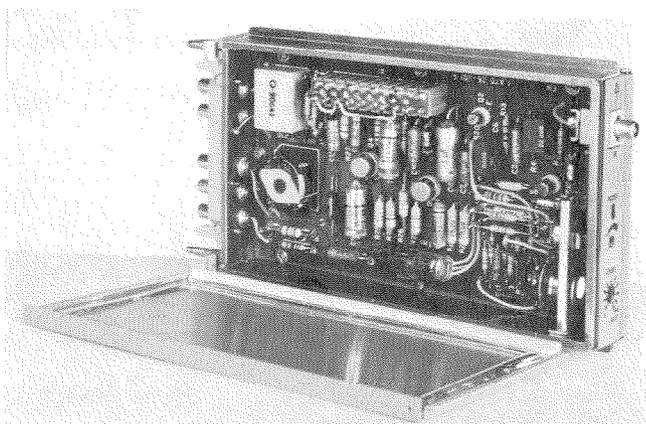


Fig. 11 Vista de una unidad enchufable con pantalleado.

plean para guiar la unidad asegurando así una conexión perfecta de los conectores coaxiales. En el interior de las cubiertas se ha puesto un material elástico de contacto que asegura una resistencia muy pequeña de contacto con el cuadro de aluminio. Se consigue así un apantallado eléctrico eficaz; y un excelente coeficiente de diafonía entre unidades adyacentes. Esta construcción facilita también el acceso al circuito impreso y a los componentes de las tarjetas. Todas las unidades enchufables de este tipo tienen una altura normalizada de 30,5 milímetros.

Las clavijas y los jacks coaxiales con acabado de oro aseguran una operación de alta confiabilidad que cumple las normas severas de los conectores. La figura 11 muestra una unidad típica enchufable y su cubierta pantalla.

4.2.3 Armazones y bastidores

Los subarmazones son del mismo tipo que los descritos anteriormente [1], excepto en la anchura de 446 milímetros que se ajusta dentro de un armazón de 520 milímetros.

En el equipo multiplex de grupo terciario y cuaternario se equipan subarmazones de dos tamaños, sin contar el espacio para las regletas de conexión, $119,4 \times 446 \times 194$ milímetros y $342,9 \times 446 \times 194$ milímetros de 1 estante y 3 estantes respectivamente. Todas las salidas y entradas de los cables en los armazones, pasan a las regletas horizontales de terminales, situadas debajo del estante inferior del armazón. La altura del espacio de las regletas horizontales de terminales es un múltiplo de 20,3 milímetros. Todas estas conexiones del cableado del bastidor y de la estación son del tipo enchufable con conectores normales o coaxiales tipo ISEP. Esta disposición crea una extraordinaria simplificación y una reducción de coste en los trabajos de instalación, ya que los cables se preparan en la fábrica para las interconexiones enchufables. La facilidad de acceso para reparaciones es otra ventaja de este procedimiento de construcción.

La figura 12 ilustra el montaje en el bastidor de subarmazones con conexiones enchufables.

Debido a la flexibilidad del equipo ISEP, para equipar los subarmazones, se puede realizar gran variedad de bastidores, combinando diferentes tipos de subarmazo-

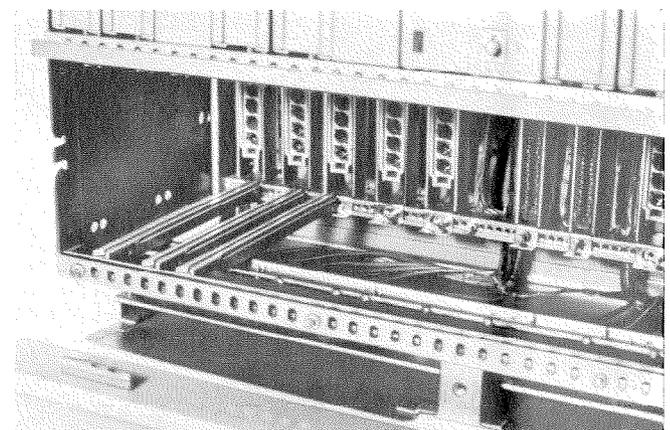


Fig. 12 Vista de un subensamble en donde se muestran su disposición y conectores para las unidades enchufables.

Equipo multiplex de portadoras

nes. En la sección siguiente se describen varias combinaciones de bastidores de equipos de grupo terciario y cuaternario.

4.3 Armazón de traslación de grupo terciario

4.3.1 Descripción

Un grupo cuaternario básico completo por traslación de equipo de grupo terciario está contenido en un armazón normal de 3 estantes. Cada estante equipa las unidades enchufables para la traslación y control automático de ganancia de un grupo terciario.

El equipo de traslación de grupo terciario para la dirección de transmisión, está montado en tres tarjetas: unidad de modulador, unidad de filtro de traslación, que es igual a la utilizada en el lado de recepción, y unidad de amplificador individual. El circuito común está formado por una unidad combinadora con bobina híbrida para la inyección del piloto de referencia de grupo cuaternario y facilidades de salida duplicadas.

El equipo de traslación para la dirección de recepción también ocupa tres tarjetas por cada grupo terciario, las unidades de filtro de traslación, de demodulador y, de amplificador de recepción, las dos últimas unidades son intercambiables entre los diferentes grupos terciarios. El circuito del grupo cuaternario básico comprende la unidad de amplificador de recepción, la unidad de filtro supresor piloto de referencia de grupo cuaternario y la unidad combinadora de grupo terciario. Los igualadores del cableado de la estación se montan en unidades separadas. Se pueden poner en los equipos de grupo terciario tres unidades enchufables adicionales que llevan el equipo de control automático de ganancia asociado con cada uno. Las unidades de los grupos terciarios innecesarios se pueden omitir sin interferencias. El diagrama simplificado de la figura 3 muestra esquemáticamente las unidades que lo forman. La figura 13 es una fotografía del armazón equipado.

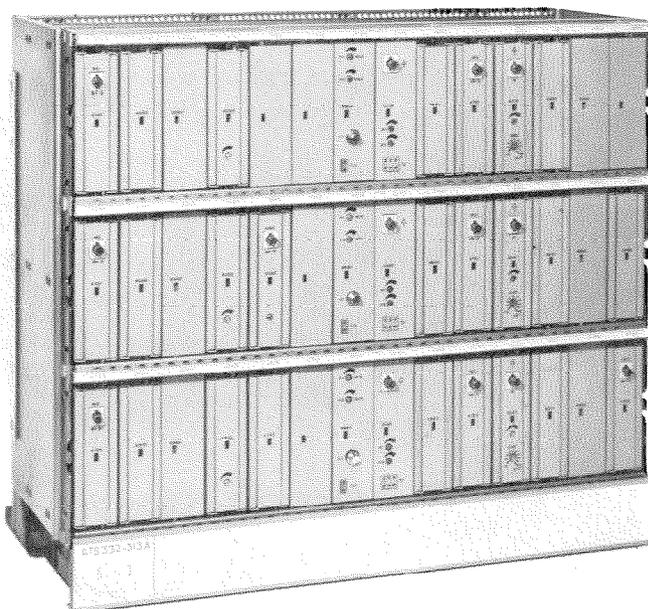


Fig. 13 Subensamble de traslación de grupo terciario.

4.3.2 Facilidades de control y pruebas

En las placas frontales de las unidades enchufables se han previsto las facilidades necesarias para todas las pruebas de rutina y ajuste. Puntos coaxiales de prueba dan acceso a las entradas de grupo terciario y cuaternario básicos, y también a las salidas duplicadas. Se utilizan bobinas híbridas para evitar interferencia con el tráfico al medir los niveles de salida.

Un potenciómetro permite ajustar de forma continua el nivel de salida de transmisión de cada grupo terciario. Según las necesidades de la operación, el nivel de salida de recepción puede estar controlado automáticamente, asociado con un receptor piloto, o bien puede regularse manualmente mediante dos potenciómetros para ajuste grueso y fino respectivamente.

Las regletas horizontales de terminales son fácilmente accesibles para el cableado y separación de todas las entradas y salidas, puntos de inyección y extracción de piloto, y entradas de portadora.

4.3.3 Datos técnicos

A. Niveles e impedancias de grupo terciario (812—2044 KHz.)	
Entrada de transmisión:	-39 à -36 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohm. desequilibrados.
Salida de recepción:	-23 à -20 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.
B. Niveles e impedancias de grupo cuaternario básico (8516—12388 KHz.)	
Salida de transmisión:	-33 à -30 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.
Entrada de recepción:	-25 à -28 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.
C. Suministro de frecuencia portadora	
Nivel nominal de cada grupo terciario (modulador o demodulador)	-2 à +1 decibelio referido a 1 milivatio, 75 ohms. desequilibrados.
D. Respuesta amplitud-frecuencia	
Cada dirección de transmisión separadamente	La máxima dispersión de atenuación es 0,3 decibelios por grupo terciario con referencia a 1552 KHz. La máxima dispersión para el grupo secundario es 0,25 decibelios.
E. Ruido en bucle:	
Ruido básico	-77 decibelios relativos a 1 milivatio referido al punto de nivel relativo cero, sofoméricamente valorado (20 picovatios, valorados sofoméricamente).
Ruido total cuando se ha cargado con ruido blanco a un nivel equivalente por canal al especificado por el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico	-73 decibelios relativos a 1 milivatio, referido a un punto de nivel relativo cero sofoméricamente valorado (50 picovatios valorado sofoméricamente).
F. Diafonía inteligible:	
Cualquier simple cruce para grupos terciarios entre las direcciones de transmisión y recepción, o entre los canales de un grupo terciario. Relación de diafonía	90 decibelios
G. Supresión de la banda lateral superior en la dirección de transmisión	
	80 decibelios
H. Fuga de portadora:	
Para cada grupo terciario	-40 decibelios relativos a 1 milivatio referido a un punto de nivel relativo cero.
I. Relación de compresión del modulador:	
Direcciones de transmisión y recepción para niveles de portadora de ± 3 decibelios relativos al nivel nominal	10:1

J. Control automático de ganancia:	
1. Frecuencia piloto y nivel.	1552 KHz \pm 4 Hz. \dot{a} - 20 decibelios relativos a 1 milivatio referido a un punto de nivel relativo cero.
2. Margen de control de ganancia; para una relación mínima de control de 10:1	Mínimo \pm 4 decibelios.
3. Estabilidad de ganancia; con frecuencia piloto nominal, cambio de ganancia para 10 grados centígrados de variación de temperatura ambiente más variaciones corrientes de tensión	0,2 decibelios
K. Consumo de potencia:	
Por subarmazón totalmente equipado con 3 grupos terciarios, incluyendo el equipo de control automático de ganancia	650 miliamperios de corriente continua a 20 voltios.

4.4 Armazón de traslación de grupo cuaternario

4.4.1 Descripción

De la misma forma que el equipo de grupo terciario, todos los equipos de traslación y control automático de ganancia de los grupos cuaternarios nº 1, 2 y 3 que forman el espectro de frecuencias de línea, se montan en un armazón con 3 estantes.

El esquema simplificado de la figura 5 muestra las unidades. En la dirección de transmisión se necesitan tres tarjetas para el grupo cuaternario: una unidad de modulador, una unidad de filtro y una unidad de amplificador de salida, excepto para el circuito de grupo cuaternario nº 1 en que el modulador se sustituye por un amplificador de entrada. Para combinar los grupos cuaternarios, para las salidas duplicadas y para los sistemas de acoplamiento y ajuste de nivel de los tres pilotos que se inyectan, se necesitan dos unidades comunes.

El equipo de traslación de los grupos cuaternarios nºs 1 y 2 en el lado de recepción se distribuye en 4 tarjetas, el amplificador de entrada de frecuencia de línea, el filtro, el demodulador, y el amplificador de salida de grupo cuaternario básico; el grupo cuaternario nº 3 consta de tres tarjetas ya que no necesita demodulación. Opcionalmente se puede añadir en el circuito de grupo cuaternario nº 1 una unidad de filtro supresor de piloto de comparación de frecuencias. Los circuitos de combinación y de extracción de piloto se montan en dos unidades.

El estante del grupo cuaternario nº 1 se puede equipar con filtros de transmisión y recepción y amplificadores para los grupos secundarios nº 2 \dot{a} 16 en vez del equipo de traslación del grupo cuaternario nº 1.

Para compensar el cableado de la estación se incorporan 8 unidades de igualación para la banda de grupo cuaternario básico y para las frecuencias de línea.

La regulación automática de ganancia de grupo cuaternario se puede equipar en tres unidades enchufables.

4.4.2 Facilidades para pruebas y control

Las placas frontales están provistas de puntos coaxiales de prueba, de entrada y salida, del equipo de traslación, este último se desacopla del circuito de transmisión por bobinas híbridas. Existe también la posibilidad sobre las placas frontales de ajustar en forma continua el nivel de salida de las direcciones, transmisión y recepción. En

la dirección de recepción se puede poner control automático de ganancia.

Como consecuencia de que todas las conexiones del armazón, ya sean para el bastidor o para el cableado de la estación, son enchufables, el diseño del bastidor proporciona fácil acceso y posibilidad de corte de todas las conexiones de entrada y salida.

4.4.3 Datos técnicos

A. Niveles e impedancias de grupo cuaternario básico (8516—12388 KHz.):	
Entrada de transmisión:	- 36 \dot{a} - 33 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.
Salida de recepción:	- 25 \dot{a} - 22 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.
B. Niveles e impedancias de frecuencia de línea (316—12388 KHz.):	
Salida de transmisión:	- 45 \dot{a} - 30 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.
Entrada de recepción:	- 36 \dot{a} - 25 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.
C. Suministro de frecuencia portadora:	
Nivel nominal de cada grupo cuaternario (modulador o demodulador)	- 2 \dot{a} + 1 decibelios referidos a 1 milivatio, 75 ohms. desequilibrados.
D. Respuesta amplitud-frecuencia:	
Cada dirección de transmisión separadamente	La máxima dispersión de atenuación es 0,75 db. por grupo terciario con referencia a 11 096 KHz. La máxima dispersión por grupo terciario es 0,5 db.
E. Ruido en bucle:	
Ruido básico	- 75 decibelios relativos a 1 milivatio referido al punto de nivel relativo cero, sofométricamente valorado (31,6 picovattios sofométricamente valorados).
Ruido total cuando se carga con ruido blanco al nivel equivalente de canal que especifica el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico	- 73 decibelios relativos a 1 milivatio referido al punto de nivel relativo cero sofométricamente valorado (50 picovattios sofométricamente valorados).
F. Diafonía inteligible:	
Cualquier cruce para grupos cuaternarios entre las direcciones de transmisión y recepción o entre canales de un grupo terciario, relación de diafonía	90 decibelios
G. Supresión de la banda lateral superior en la dirección de transmisión	
	90 decibelios
H. Fuga de portadora por grupo cuaternario	
	- 50 decibelios relativos a 1 milivatio referidos a un punto de nivel relativo cero.
I. Relación de compresión del modulador:	
Direcciones de transmisión o recepción para niveles de portadora de \pm 3 decibelios respecto al nominal	10:1
J. Control automático de ganancia:	
1. Frecuencia piloto y nivel	11 096 KHz. \pm 12 Hz. a - 20 decibelios relativos a 1 milivatio referido a un punto de nivel relativo cero.
2. Control y estabilidad de ganancia	Igual que en el párrafo 4.3.3
K. Consumo de potencia:	
Por armazón completamente equipado con 3 grupos cuaternarios incluido el equipo de control automático de ganancia	780 miliamperios de corriente continua a 20 voltios.

4.5 Filtro de paso de grupo terciario

4.5.1 Descripción

El equipo de paso de grupo terciario se monta en un armazón de 1 estante. Un armazón aloja seis equipos de paso de una dirección.

Equipo multiplex de portadoras

Un equipo de paso de grupo terciario está formado por dos unidades enchufables, el filtro de paso de grupo terciario y una unidad de igualador ajustable para compensación de la atenuación del cableado de la estación. Las salidas están duplicadas mediante transformador híbrido de desacoplo. Un punto de prueba coaxial permite realizar las pruebas de conservación sin dificultar el tráfico.

Las regletas horizontales de terminales coaxiales enchufables facilitan abrir el circuito para hacer medidas en la terminación de entrada y salida del equipo.

4.5.2 Datos técnicos

A. Niveles e impedancias:

Entrada	- 26 á - 23 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.
Salida	- 36 á - 33 decibelios referidos al nivel en el punto de origen a dos hilos, 75 ohms. desequilibrados.

B. Respuesta amplitud-frecuencia:

La máxima distorsión de atenuación es 0,3 decibelios referidos a 1552 KHz. en el margen de frecuencias 812 á 2044 KHz. La dispersión máxima por supergrupo es 0,3 decibelios.

C. Supresión de diafonía:

Relación de diafonía entre grupos terciarios	80 decibelios
En la banda de frecuencias de un sistema de 12 MHz. para un ancho de banda de ± 150 Hz.	45 decibelios

4.6 Equipo de generación de frecuencia

4.6.1 General

El equipo de generación de frecuencia para un sistema completo de 2700 canales, está claramente dividido en dos partes principales: La primera, el oscilador maestro y la generación de las frecuencias fundamentales, incluidos ciertos pilotos; y la segunda los distintos equipos de suministro de portadoras.

La primera parte se monta en un bastidor central y tiene capacidad suficiente para alimentar hasta ocho sistemas de 2700 canales. Este bastidor se muestra en la figura 14. La última parte comprende los equipos de suministro de portadoras de canal, de grupo primario, de grupo secundario, de grupo terciario y de grupo cuaternario para las traslaciones correspondientes. Estas frecuencias se derivan electricamente a partir de la generación de frecuencias fundamentales y están descentralizadas en los diferentes bastidores que contienen los equipos correspondientes de traslación.

La figura 15 muestra el dibujo funcional y el diagrama de distribución en la estación de los equipos de generación de frecuencias para sistemas hasta de 2700 canales.

4.6.2 Bastidor de oscilador maestro y de generación de frecuencias

Este bastidor puede tener un total de nueve armazones de 1 estante, además de las unidades de alimentación duplicadas como se muestra en la figura 14. Cada armazón contiene todas las tarjetas enchufables para un conjunto de generación de la frecuencia correspondiente, y tiene un espacio de regletas de terminales para hacer el número necesario de conexiones y salidas de distribución.

Los equipos de generación de frecuencias fundamentales 4, 12, 124 y 440 KHz. y los osciladores maestros de 2480 KHz. están duplicados: no necesitan circuitos de conmutación automática puesto que las distribuciones que alimentan a los equipos de suministro de portadora están también duplicadas. Si se requiere se puede añadir un tercer oscilador de respaldo que se puede conectar normalmente a cada conjunto suministrador de frecuencia fundamental mediante enlaces de conexión en forma de U. Se vigila continuamente la salida de este último oscilador.

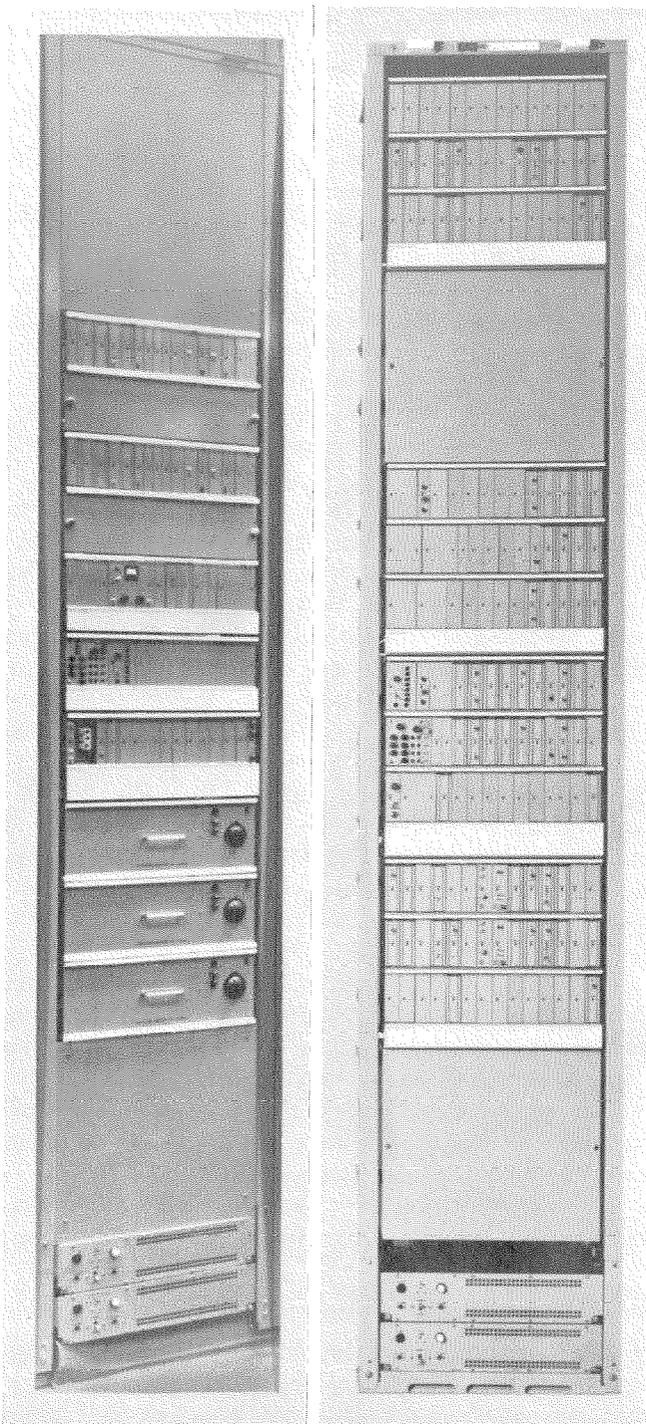


Fig. 14 Bastidor equipado con oscilador principal y generación de frecuencias fundamentales (izquierda).

Fig. 17 Bastidor en el que están equipados grupos terciarios y cuaternarios para un sistema de 2700 canales (derecha).

El equipo piloto consiste en la generación no duplicada de los pilotos de comparación de frecuencias (60, 300, 308 KHz.). Puesto que estos pilotos se derivan a partir de 4 KHz. el procedimiento de enlace U permite realizar las conexiones con cada uno de los conjuntos de generación de frecuencia fundamental. El bastidor puede tener un subarmazón que lleva duplicada la generación del piloto de referencia de grupo terciario 1552 KHz. incluido el equipo correspondiente de conmutación automática, y otro armazón equipado de la misma forma para la generación del piloto de referencia de grupo cuaternario de 11096 KHz. Los equipos duplicados de generación y conmutación automática asociada, para la frecuencia auxiliar de 12648 KHz., se encuentran en otro armazón; esta frecuencia se distribuye a continuación para el equipo de control automático de ganancia de los grupos cuaternarios. Para cada frecuencia se facilita un punto coaxial de prueba, en la placa frontal de la unidad enchufable que contiene el circuito de salida.

Puede equiparse un comparador de frecuencias, para comparar la frecuencia de entrada de 60 KHz. también entre 300 ó 308 KHz. con los 60 KHz. locales. Este aparato tiene un dispositivo de alarma de fallo de frecuencia.

La figura 15 muestra el número de salidas y la potencia de salida para cada frecuencia.

Puede verse, que la generación de piloto de referencia de grupo terciario y cuaternario se puede montar en los mismos bastidores de los equipos de traslación de grupo secundario y de grupo terciario.

El consumo de potencia de un bastidor, equipado totalmente, es de 3,5 amperios a 20 voltios.

4.6.3 Suministro de portadora de grupos terciario y cuaternario

Un armazón de 3 estantes contiene la generación de portadoras duplicado, con los circuitos de conmutación automática y unidades de distribución para los grupos terciario y cuaternario. El armazón de generación de portadora de grupo terciario se muestra en la figura 16.

Cada estante del armazón de generación de portadora de grupo terciario, tiene duplicadas las unidades de generación, y de conmutación, para una frecuencia portadora. Las salidas de la distribución son accesibles por clavijas coaxiales colocadas en las regletas horizontales de terminales situadas debajo del estante inferior del armazón. Este tipo de construcción permite conectar fácilmente el cableado de la estación que está terminado por jacks coaxiales. Las unidades de distribución de fusibles y de alarma del bastidor, como partes comunes de todo el bastidor, se sitúan también en este armazón. Los puntos de prueba para mantenimiento están hechos con clavijas coaxiales en las placas frontales de los amplificadores de salida.

Las unidades enchufables para la generación de portadora del grupo cuaternario n° 1 de 12 704 KHz. se montan en la parte izquierda del armazón, las que corresponden a la portadora de 16 720 KHz. en la parte derecha. El sistema de distribución de portadora y de puntos de prueba es similar al de las portadoras de grupo terciario.

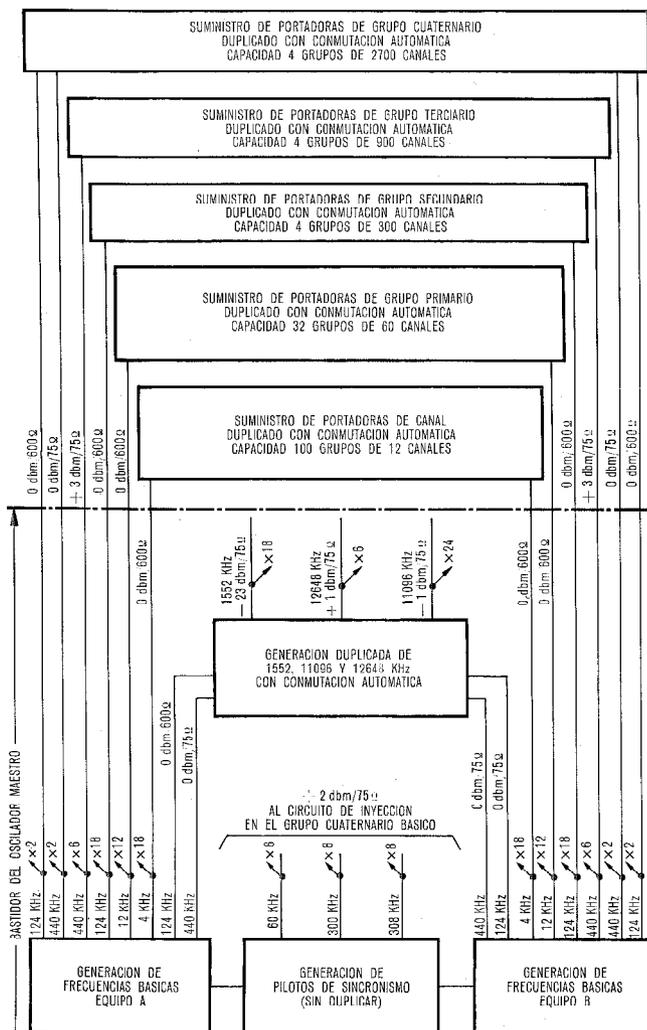


Fig. 15 Diagrama de distribución de frecuencias en una gran central de sistemas de 2700 canales desde los equipos de generación.

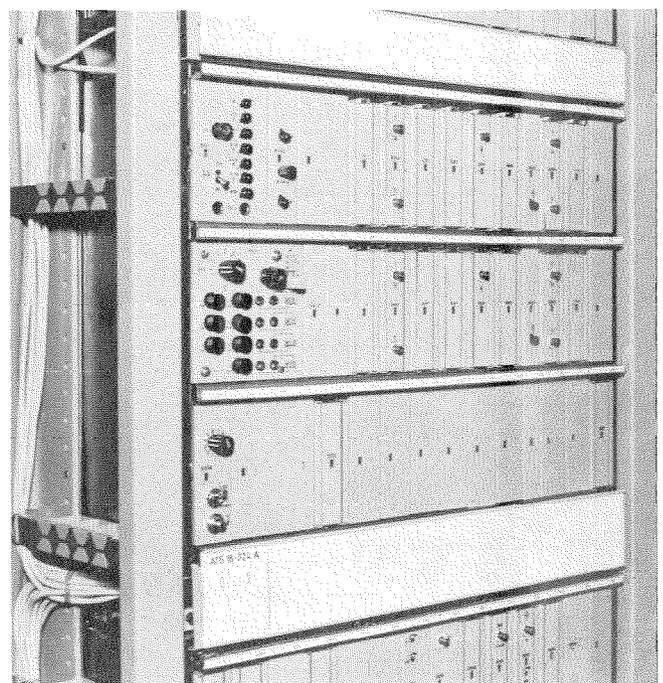


Fig. 16 Subensamble de generación de portadoras de grupo terciario.

Equipo multiplex de portadoras

Los consumos de los armazones de generación de portadora son de 1 amperio y 0,7 amperios para los grupos terciario y cuaternario respectivamente.

4.7 Suministro de potencia y circuitos de alarma

4.7.1 Unidades de potencia

Cualquier tipo de bastidor se puede alimentar a plena capacidad por una sola unidad de suministro de potencia. Sin embargo, la posibilidad de acomodar dos unidades de alimentación está prevista, en cada bastidor,

como práctica normal. La segunda unidad se equipa solamente por razones de confiabilidad, ambas unidades se conectan en paralelo a través de diodos. De esta manera, si falla una fuente de alimentación, la otra se encarga de alimentar toda la carga sin interrupción. Ambas unidades que son iguales se pueden montar en la parte inferior del bastidor.

La salida de las unidades de potencia está ajustada a 20 voltios de corriente continua con el polo positivo a masa. Se pueden poner diversos tipos de estas unidades

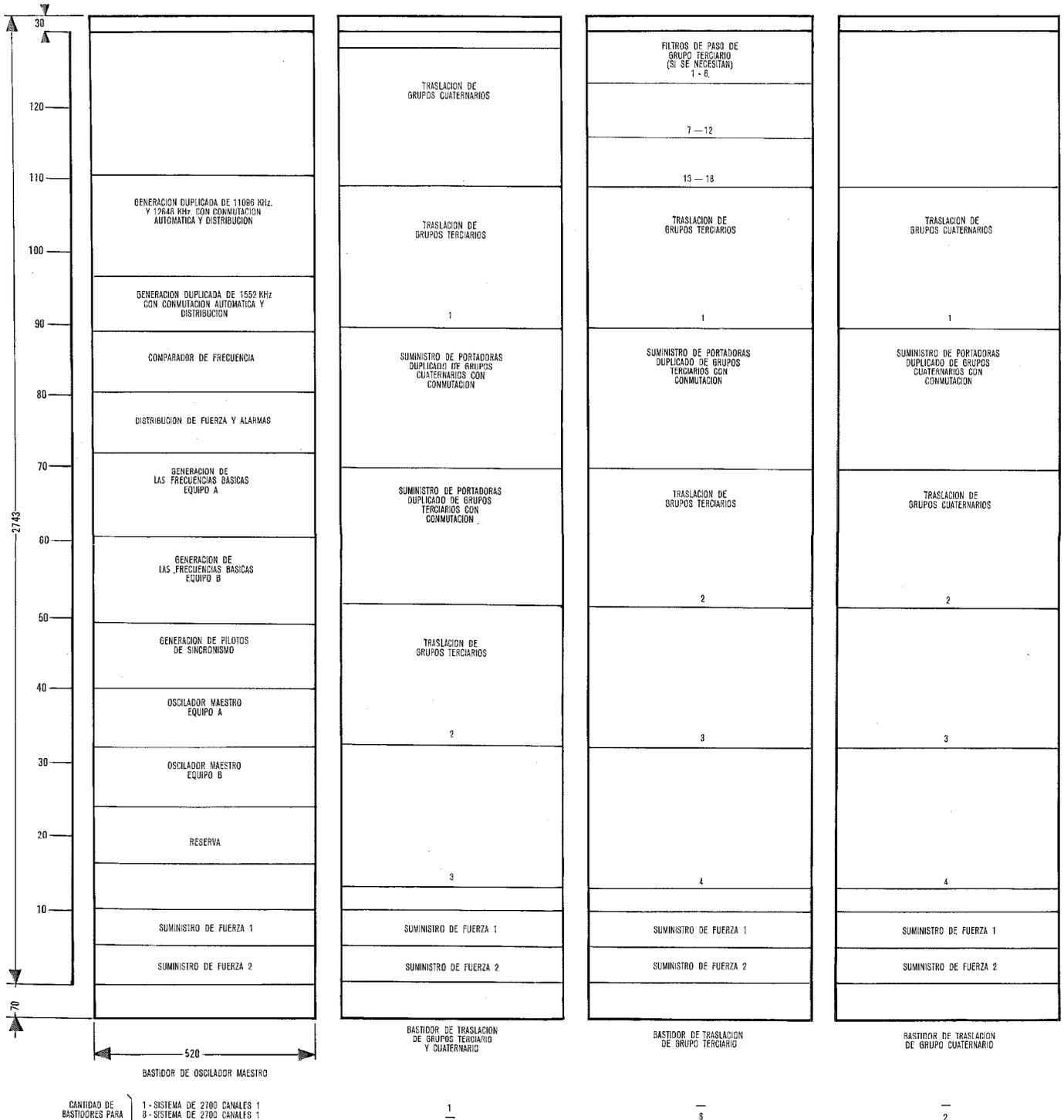


Fig. 18 Equipos típicos de bastidores para sistemas de 2700 canales.

que permiten alimentarse con corriente alterna de red, o con las baterías de la estación. El suministro exterior no necesita regulación y puede tener un voltaje entre amplios límites. Se incorpora protección contra sobrecarga y contra sobretensión.

Datos técnicos:

A. Suministro de voltaje:	24 voltios de batería (21,8 á 29 volts.), 48 voltios y 60 voltios de baterías (-12 á +22 %), 220 V. y 110 voltios de corriente alterna (-15 á +10 %, 47 á 63 Hz.)
B. Voltaje de salida:	20 ± 0,5 voltios para cualquier tipo de carga en corriente continua, con máxi- mo de 6 amperios.

4.7.2 Distribución de potencia, fusibles y alarmas

Cada bastidor tiene un subarmazón central que aloja las unidades de fusibles y de alarma; por ejemplo el subarmazón de suministro de portadora de grupo terciario.

El suministro de potencia regulado pasa a través de los fusibles montados en la unidad de fusibles. Los fusibles son del tipo cartucho accesibles desde la placa frontal.

La unidad de alarma, tiene un bucle de alarma de la estación, e indicadores visuales de fallo de suministro de corriente continua regulado, de fusibles, de recepción de pilotos, y de generación de frecuencia. De acuerdo con la importancia del fallo se incorpora la posibilidad de diferenciar las alarmas urgentes de las no urgentes. Las alarmas de fusibles individuales se localizan mediante un conmutador en la unidad de fusibles.

5. Replanteo de la estación

Anteriormente se ha hecho notar que la construcción ISEP, proporciona por sí misma, una buena flexibilidad en el diseño de los bastidores; ésto se refleja también en el proyecto de distribución en planta de la estación.

En las aplicaciones de los equipos de grupo terciario y secundario, se deben considerar dos tipos normalizados de distribución de la estación, uno para estaciones pequeñas y el otro para las mayores. En los dos casos, el oscilador maestro y el equipo de generación de las frecuencias fundamentales se montan en un bastidor central, mientras que los equipos de suministro de portadoras están siempre descentralizados.

En las estaciones pequeñas un bastidor tiene los equipos de suministro de portadoras y de traslaciones de los grupos terciarios y cuaternarios para un sistema de 2700 canales, como se muestra en la figura 17.

En el caso de grandes estaciones, donde se utilizan los repartidores de grupos cuaternarios, la solución de las estaciones pequeñas no es satisfactoria. Los equipos de grupo terciario y cuaternario se separan en dos diferentes tipos de bastidor, con capacidades de 4×3 grupos terciarios y de 4×3 grupos cuaternarios respectivamente.

La figura 18 ilustra los diversos bastidores que se necesitan para los sistemas de 2700 canales, para su aplicación en estaciones pequeñas y grandes.

6. Agradecimiento

Este artículo describió someramente el trabajo de desarrollo realizado en los departamentos de transmisión de la Bell Telephone Manufacturing Company y la Nederlandsche Standard Electric Maatschappij. Los autores agradecen la información y asistencia que se les ha facilitado por los miembros de estos departamentos, en particular por Mr. Vanderstappen de la Bell Telephone Manufacturing Company.

Referencias

- [1] R. Rabe y L. C. Deschuytere, Transistor Carrier Multiplex Equipments, Part 3 - Front-Leadout Construction, Electrical Communication, volumen 40, número 1, págs. 74-98; 1965.
[2] M. E. Collier, H. Lehnich y L. C. Deschuytere, Equipos Multiplex de portadoras transistorizados, Parte 1 - Broad Design and Salient Circuit Features, Electrical Communication, volumen 40, número 1, págs. 34-47; 1965.

L. C. Deschuytere nació el 18 de Agosto de 1926 en Zwevegem, Bélgica. En 1951 se graduó como ingeniero civil en electricidad y mecánica en la Universidad de Lovaina.

El año 1951 ingresó en Bell Telephone Manufacturing Company en Amberes, donde actualmente es jefe del laboratorio de transmisión. Entre 1954 á 1956 estuvo en Federal Telecommunication Laboratories en los Estados Unidos.

Es miembro del Institute of Electrical and Electronic Engineers.

A. Maat nació el 5 de Enero de 1932 en Rotterdam, Holanda, y se graduó en 1955 en la Technological University of Delft. En 1956 se incorporó a Nederlandsche Standard Electric Mij, N. V., donde actualmente es jefe del laboratorio de transmisión.

El VOR Doppler de SEL

W. J. CRONE

H. POPP

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

1. Introducción

Para navegación en distancias cortas y medias, la aviación civil utiliza en alto grado el VHF Omnidireccional Radio Ranges, normalizado hace años como "VOR" por la International Civil Aviation Organisation (ICAO).

Hasta hace poco parecía imposible prevenir las impresiones de estas instalaciones debidas a perturbaciones en la propagación. En terreno llano, prácticamente sin reflexiones, el VOR suministra información bastante precisa sobre la ruta. Por el contrario, si tales instalaciones se sitúan en la proximidad de objetos reflectantes o cuando el avión vuela sobre terreno montañoso, no se puede obtener siempre la precisión especificada por la ICAO.

La instalación de un VOR está siempre precedida por una selección cuidadosa del emplazamiento, pero a menudo es difícil encontrar una colocación adecuada, que haga concordar la ruta aérea y las exigencias operacionales.

Durante muchos años, por tanto, los esfuerzos se han concentrado en el desarrollo de nuevas ayudas a la navegación en VHF, para toda distancia, que estuvieran menos sujetas a la influencia del terreno. Pero tales soluciones técnicas, solamente podían considerarse si podían mantener una completa compatibilidad de tal forma que los numerosos receptores de a bordo, ya en servicio, pudieran usarse en el futuro sin modificaciones. A pesar de esta exigencia que restringe las posibles soluciones técnicas, SEL ha tenido éxito con el desarrollo del VOR Doppler que elimina prácticamente las mencionadas desventajas del sistema convencional.

El problema se resuelve mediante la aplicación de dos principios fundamentales: un sistema de antenas de base amplia que permite eliminar los efectos de la multiplicidad de caminos de propagación, y el principio Doppler que sirve para la determinación de la dirección.

2. Ideas básicas del sistema VOR Doppler

Ya en 1921 Heiligtag dió la prueba de que pueden producirse errores, cuando un camino directo de propagación se combina con un segundo paso resultante de reflexiones.

Los ingenieros de un instituto de investigación en Alemania (Deutsche Versuchsanstalt für Luft und Raumfahrt) [1], [2] hicieron profundas investigaciones, con las que demostraron que los errores de marcación, producidos por las condiciones de perturbación de la propagación podían reducirse extendiendo la base ($D > \lambda$), a expensas, por consiguiente, de una determinación sin ambigüedad. Con objeto de reducir los errores de situación del VOR y el efecto de las reflexiones durante los vuelos, era indispensable diseñar un sistema de antena de base amplia que proporcionara una información direccional sin ambigüedad sobre los 360° de azimut.

Esta consideración sugería la utilización del efecto Doppler, que utilizó Kaule por vez primera en 1941 en su

radiogoniómetro; en el mismo año Budenbom obtuvo una patente [3], en la cual, como había expuesto Kaule la rotación excéntrica de dipolos causaba variaciones periódicas de la distancia entre transmisor y receptor, que modulaban la portadora recibida en su frecuencia; la fase de este voltaje alterno depende de la dirección de incidencia del frente de la onda.

En 1942, Busignies propuso un sistema de emisión o recepción direccional utilizando el efecto Doppler, donde el movimiento de recepción necesario se simulaba por una conmutación cíclica de dipolos.

La principal ventaja de estos sistemas Doppler es que las marcaciones independientes del diámetro, es decir de la base, no presentan ambigüedad y estos dispositivos están, por lo tanto, especialmente indicados para evitar los caminos múltiples de propagación, con ayuda de una base amplia [4].

Al principio de los años 50 el desarrollo práctico de los radiogoniómetros Doppler se inició en Gran Bretaña, Alemania y los Estados Unidos. El primer equipo VOR Doppler fué construído en los Estados Unidos por la Federal Aviation Administration [5], [6]. El equipo VOR Doppler fabricado por SEL en Alemania emplea todas las ventajas de este sistema con el método de doble banda lateral.

Antes de pasar a la descripción detallada, se recuerdan algunas características del sistema VOR convencional.

Un radiofaro VOR convencional emite una señal variable, dependiente de la dirección, cuya fase varía con el azimut, y una señal de referencia, independiente de la dirección, con fase constante. La diferencia de fase entre ambas señales se mide en el receptor de a bordo. El ángulo resultante corresponde al azimut referido a la estación de tierra. Los radiofaros VOR convencionales generan la señal dependiente de la dirección, de forma sencilla, por rotación de un diagrama de antena direccional.

El VOR convencional suministra las siguientes señales de navegación:

a) una portadora principal (112...118 MHz), cuyo 30% es modulada en amplitud con una subportadora de 9960 Hz. Esta subportadora está modulada en frecuencia con la señal de referencia de 30 Hz con una desviación de ± 480 Hz;

b) una porción de la energía de la portadora no modulada se radia por medio de un dipolo giratorio. Junto con la portadora principal genera un diagrama tipo cardiode, girando a 30 Hz, cuya fase varía con el azimut. De esta forma la portadora aparece modulada en amplitud con la señal variable con lo que se generan las bandas laterales separadas 30 Hz de la portadora. El espectro de frecuencias de estas señales, detectado por el receptor de a bordo, se muestra en la figura 1.

El VOR Doppler genera el mismo espectro de señales, empleando una técnica enteramente diferente, por medio

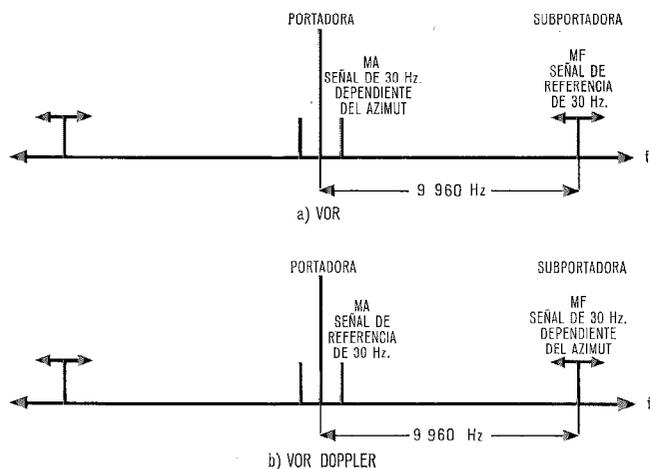


Fig. 1 Espectro de frecuencia de sistemas VHF — todo alcance
a) VOR convencional
b) VOR Doppler.

de un dispositivo de antenas de base ancha. De la misma forma que en el radiogoniómetro Doppler, la señal dependiente de la dirección se obtiene girando un radiador sobre un círculo. Debido al efecto Doppler, la señal de VHF radiada por la antena móvil parece que está modulada en frecuencia. Aquí, contrariamente al VOR convencional, la información dependiente del azimut de VORD está contenida en la fase de la señal modulada en frecuencia. La señal de referencia se transmite como una modulación de amplitud de la portadora. En el VORD las funciones de las señales de 30 Hz AM y 30 Hz FM están intercambiadas. Con tal de que los datos especificados para las señales VOR se mantengan, este efecto no tiene influencia en los receptores VOR de a bordo.

La desviación de frecuencia especificada para la señal de FM es ± 480 Hz. El período de tiempo para una rotación completa del elemento radiante es $1/30$ de segundo. En consecuencia, el diámetro resultante del anillo de antenas es aproximadamente 5λ , unos 13,5 m., una base de antenas muy efectiva en cuanto a la reducción requerida de los errores de emplazamiento.

La rotación mecánica de una antena a la velocidad correspondiente a 30 Hz es evidentemente impracticable. En el VOR Doppler de SEL, el movimiento circular es simulado electrónicamente por medio de un número de antenas igualmente espaciadas alrededor de un círculo. Estas antenas se alimentan secuencialmente con energía de r.f. con lo que se obtiene un movimiento continuo del elemento radiante.

Para obtener todas las ventajas de la técnica VORD, SEL utiliza las dos bandas laterales [7]. La banda lateral superior (frecuencia de portadora más 9960 Hz) se radia desde un punto del anillo de antenas y la banda lateral inferior (frecuencia de portadora menos 9960 Hz) desde el punto opuesto.

La figura 2 muestra los errores máximos de rumbo calculados, de un VOR convencional y de uno Doppler, cuando la propagación está perturbada por un objeto reflectante. Como puede verse, podrían aparecer anteriormente errores de rumbo grandes, con un factor de reflexión tan bajo como el 10%, dependiente del ángulo \varnothing

formado por las líneas avión — VOR — obstáculo reflectante. Si un avión vuela a lo largo de un radio, su curso cambia más o menos rápidamente entre errores máximos positivos y negativos, dependiendo de las diferencias de fase entre las señales directas y reflejadas (curva festoneada y curva campana). La mejora de la estabilidad de ruta obtenida por el VOR Doppler es obvia. En el caso menos favorable el factor de mejora es aproximadamente 10.

Las pruebas del VOR Doppler, en varios emplazamientos, han revelado dos ventajas esenciales comparado con el VOR convencional. La mejora de precisión absoluta en terreno bueno y pobre, y la notable suavidad de la ruta, incluso en vuelos sobre montañas.

Como resultado, el VORD permitirá no sólo una navegación más precisa, sino también la aplicación del piloto automático en rutas donde, hasta el momento, no podía usarse debido a la grosera información de rumbo suministrada por un VOR convencional, bajo condiciones de pobre situación.

La figura 3 muestra las curvas de error determinadas por vuelos orbitales a 450 m. (1500 pies) de altura y 9 Km. (5 millas n.) de distancia de un VOR convencional y de un VOR Doppler. Ambos sistemas fueron instalados en un mismo inadecuado lugar del valle del río Rhin, montañas Rheingau en Ruedesheim, cerca de Frankfurt sobre el Main, Alemania Occidental. En ambos casos la administración federal alemana de los servicios de nave-

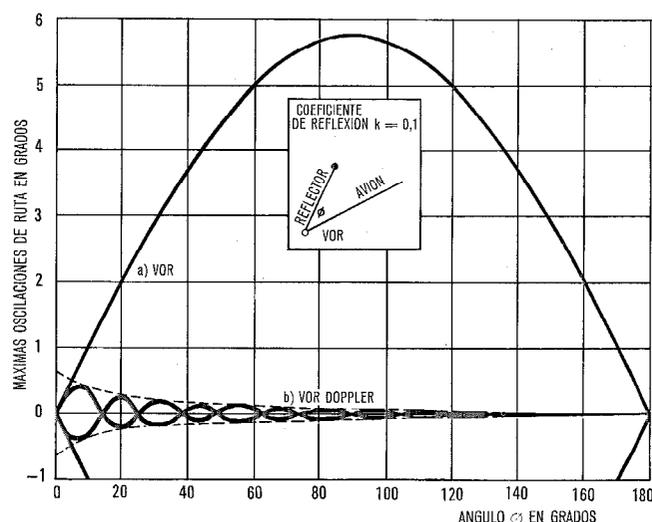


Fig. 2 Oscilaciones calculadas de la ruta en sistemas VHF — todo alcance causadas por un reflector omnidireccional con un coeficiente de reflexión $K = 0,1$.

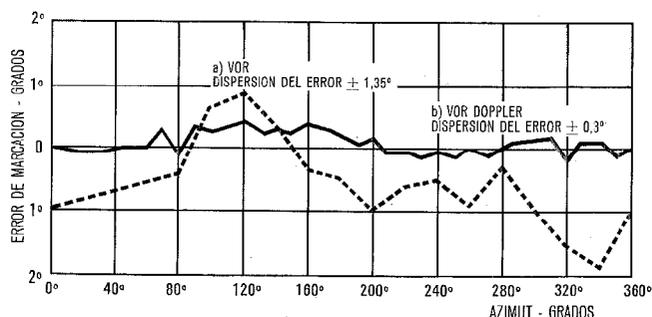


Fig. 3 Comparación de las curvas de error entre un VOR convencional y otro Doppler en una localización pobre cerca de Frankfurt/Main.

gación aérea (Bundesanstalt für Flugsicherung) utilizó el mismo receptor de a bordo para las pruebas de vuelo. Las mejoras obtenidas con el VORD son evidentes. Debe hacerse observar que los vuelos en ruta que usaron un VOR convencional en el lugar arriba mencionado, revelaron oscilaciones y cambios de rumbo que en la mayoría de los casos excedían los límites de ICAO, mientras que la desviación de rumbo máxima del VORD era solamente de unos $0,5^\circ$.

En otoño de 1966, la Federal Aviation Agency de los EE. UU. efectuó pruebas de vuelo con la misma instalación VORD, utilizando simultáneamente diez tipos diferentes de receptores VOR de a bordo para comprobar la compatibilidad del VORD de SEL con receptores de diferente calidad. Los resultados, altamente satisfactorios, de estas pruebas están recogidos en el documento Working Paper No. 147 de la última reunión del COM/OPS celebrada en Montreal el 29 de Octubre de 1966.

Un primer modelo de producción fué pedido por la Administración Austriaca de los servicios de navegación aérea, e instalado en St. Pantaleón cerca de Salzburg para el servicio de las rutas aéreas a Viena, Klagenfurt y Munich (Bad Tölz). En el mismo emplazamiento, un VOR convencional había mostrado ser insatisfactorio porque proporcionaba una información que en su mayoría

estaba fuera de tolerancia, no sólo debido a las malas condiciones del emplazamiento (terreno abrupto ascendente y descendente, ciudad grande) sino también a causa de las relativamente altas montañas de la proximidad. En este caso, también se puede hacer una comparación directa de los datos registrados en numerosas pruebas de vuelo, realizadas por las autoridades austriacas, utilizando el mismo receptor de a bordo.

La figura 4 muestra la gran mejora en la precisión del rumbo de un VORD durante un vuelo radial a través de los Alpes. Nótese el rumbo muy inestable del VOR convencional con oscilaciones de hasta $\pm 3,5^\circ$ y el rumbo

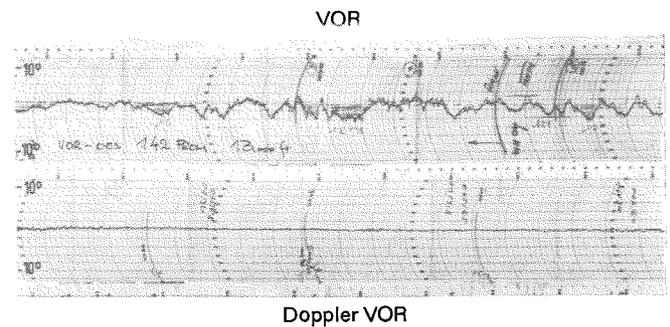


Fig. 4 VOR de Salzburg: Registros de vuelo CD1 radial a Klagenfurt.

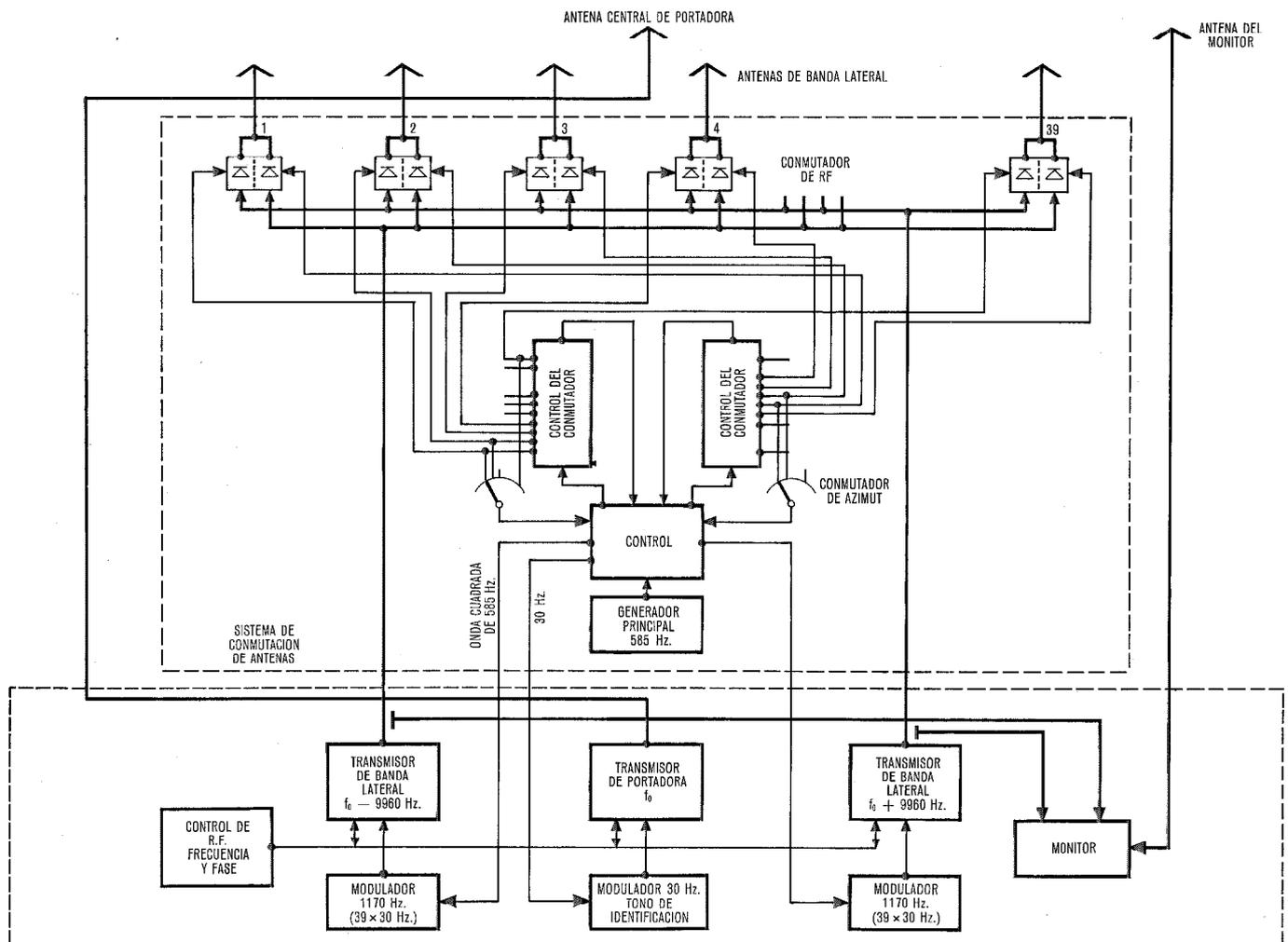


Fig. 5 Diagrama bloque del VOR Doppler de SEL.

extraordinariamente suave, prácticamente sin perturbar, del VORD.

En las secciones siguientes se describen las características técnicas del sistema VOR Doppler de SEL.

3. El equipo VOR Doppler

El VOR Doppler consta de un transmisor con sus moduladores, el sistema de antenas con la unidad conmutadora de antena, y un monitor (ver diagrama bloque, Fig. 5).

3.1 El transmisor

El conjunto transmisor, consta de un transmisor de portadora y dos transmisores de bandas laterales, separadas de la portadora en ± 9960 Hz.

La potencia de salida del transmisor de portadora es 200 W. y las de los transmisores de bandas laterales 8 W. aproximadamente cada uno, para una profundidad de modulación del 30%.

Se incluyen circuitos de control especiales, para asegurar una separación de frecuencia exacta, así como relaciones de fase correctas, de forma que las señales de r.f. de las tres salidas representan la portadora y las dos bandas laterales de una onda modulada en amplitud.

Para producir las tres señales, se utilizan solamente dos osciladores de cuarzo separados, con multiplicación de frecuencia para la portadora y para la banda lateral superior. La banda lateral inferior se obtiene mezclando la portadora con la banda lateral superior. De esta forma se obtiene una separación exacta de frecuencia entre ambas bandas laterales y la portadora. La frecuencia del cristal es $1/12$ de la frecuencia portadora y se multiplica hasta la banda requerida de 112...118 MHz.

La figura 6 muestra el esquemático de principio de la unidad generadora de frecuencia. Es necesario un control de frecuencia, para mantener la separación de frecuencia entre portadora y bandas laterales, exactamente en el valor nominal de 9960 Hz.

Para eliminar las componentes de modulación residual en una modulación de amplitud pura, la resultante de las dos bandas laterales, debe estar siempre en fase con el vector de la portadora, esto es, la fase de r.f. de la portadora, debe ser igual a la media aritmética de las fases de ambas bandas laterales.

El circuito de control de fase del transmisor VORD, está basado en el principio de que el desplazamiento de

fase de r.f. entre la portadora y las bandas laterales, está igualmente representado en las frecuencias diferencia de audio de 9960 Hz. Estas frecuencias, se obtienen mezclando la portadora con las bandas laterales en los mezcladores M-1 (control de frecuencia) y M-2. De la diferencia de fase entre las dos señales de 9960 Hz se deriva un voltaje de control que varía la fase de r.f. de la banda lateral inferior, por medio de un desplazador de fase electrónico, hasta que se obtiene una correcta relación de fase entre la portadora y las bandas laterales.

3.2 Los moduladores

3.2.1 Modulador de portadora

El transmisor de portadora es modulado en amplitud con una señal de referencia de 30 Hz, con un tono de identificación de 1020 Hz y con la voz, si fuera preciso.

El transmisor de la señal de referencia de 30 Hz, exige una fase extremadamente estable ya que cualquier cambio en la fase, produce inmediatamente un error en la marcación.

La fase de la señal de referencia de 30 Hz, puede ser alineada al norte magnético, por medio de un desplazador de fase, variable electrónicamente.

El transmisor de portadora, se modula con las señales de audio por medio de un transformador que alimente la placa y la rejilla de las etapas de potencia del transmisor, a través de devanados separados.

3.2.2 Moduladores de banda lateral

Como ya se mencionó en la sección 2, el movimiento circular del elemento radiante se simula electrónicamente, al alimentar secuencialmente con energía de banda lateral modulada, a través de una unidad conmutadora de antena, a 39 antenas equidistantes en un círculo. Para obtener una buena aproximación de la rotación mecánica por simulación electrónica, la energía de r.f. con la que se alimenta las antenas de banda lateral, se modula por funciones seno o coseno de media onda.

La figura 7 muestra la característica, secuencia y distribución de las señales de modulación en las bandas laterales superior e inferior. Dado el número de antenas y la velocidad de rotación, la frecuencia de modulación es igual a 39×30 Hz = 1170 Hz.

Las señales de modulación para los dos transmisores de banda lateral, se generan separadamente en el modulador de banda lateral. La unidad conmutadora de antena, suministra dos señales de onda cuadrada de 585 Hz en cuadratura sincrona con los 30 Hz. Después de filtrar la onda seno fundamental y de rectificación en onda completa, se obtienen las señales requeridas de modulación, seno o coseno en media onda, con una frecuencia de 1170 Hz. La profundidad de modulación de los transmisores de banda lateral es casi 100%.

3.3 Unidad conmutadora de antena

Para simular la rotación de antena como se describe en las secciones precedentes, se utiliza un círculo electrónico que conecta los dos transmisores de banda lateral con las 39 antenas de un círculo.

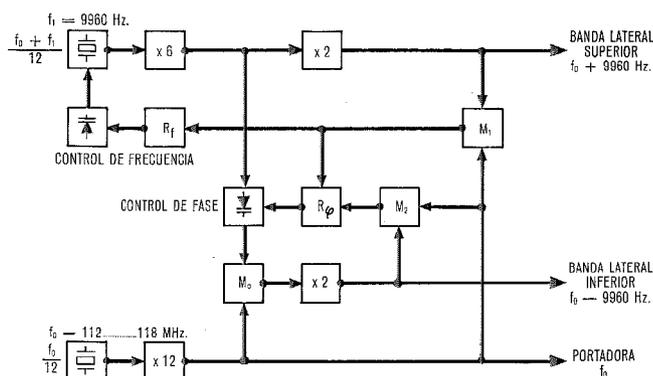


Fig. 6 Transmisor VOR Doppler. Generación de frecuencias.

Debido a las desventajas que tendría un conmutador mecánico — desgaste y conservación — fué desarrollado un dispositivo electrónico que contiene solamente semiconductores. Su duración queda así incrementada y, desde el punto de vista práctico, la unidad electrónica conmutadora de antena funciona sin necesidad de conservación.

Las partes más esenciales de esta unidad, esto es, el control electrónico y las puertas de r.f. con los distribuidores de energía, se describen a continuación:

3.3.1 Control electrónico

Este circuito suministra los impulsos sincronizadores para un control correcto de las puertas de r.f. y las señales para la portadora y los moduladores de banda lateral, correspondientes al diagrama de la figura 5.

Una parte importante de esta unidad es el generador de diapason, de gran precisión y estabilidad, que suministra un voltaje sinusoidal de 585 Hz. Formadores de impulso convierten la señal resultante en ondas cuadradas de 1170 Hz. Unos circuitos lógicos producen los impulsos horarios, desfasados 180°, para dos contadores binarios, las señales de modulación para los transmisores (dos veces 585 Hz en cuadratura de fase y la señal de referencia de 30 Hz), así como otros impulsos de control.

Con cada banda lateral hay asociado un contador binario, que vuelve a su posición inicial después de 39 impulsos horarios. Las salidas binarias de estos contadores son decodificadas, por medio de conversores de código, a 39 salidas decimales para controlar las puertas de r.f.

La señal de referencia de 30 Hz se deriva también de los dos contadores cuyas salidas están desfasadas 180°. Por medio de los llamados conmutadores de azimut, estas salidas pueden ser conectadas a dos veces 39 salidas de

contador, diferentes. Por tanto, la relación de fase de la señal de referencia de 30 Hz puede variarse en saltos de $\frac{360^\circ}{39} = 9,2^\circ$ con referencia al sincronismo de las puertas de r.f. Esto sirve para la alineación grosera de la fase de la señal de referencia de 30 Hz con el norte magnético, correspondiente a un azimut de 0°.

Se incorpora una unidad de prueba que facilita una comprobación rápida, de la mayoría, de las principales funciones de los circuitos electrónicos durante el funcionamiento.

3.3.2 Puertas de R.F. y distribuidor de energía

Cada antena está asociada con una puerta de r.f. que tiene un conmutador de r.f. por cada banda lateral, conectado a una salida común. Durante una rotación, cada antena se alimenta alternadamente con energía de las bandas superior e inferior, como se requiere en un equipo de doble banda lateral.

Un diodo en la puerta de r.f. actúa en sentido directo, por medio de una corriente continua suministrada por un conmutador de transistor. La energía de la banda lateral del transmisor alimenta a la antena a través de un distribuidor. Cuando está bloqueado, el diodo está polarizado inversamente por un voltaje negativo de c.c. tan alto, que aún en el caso de modulación de potencia de pico, no puede pasar ninguna energía de r.f.

Cada distribuidor de energía de r.f. tiene una entrada que proviene de su correspondiente transmisor de banda lateral y 39 salidas para suministrar energía de la banda lateral a las puertas de r.f. Otro diodo está intercalado en cada una de las 39 salidas de los distribuidores de energía, para aumentar la atenuación en el sentido inverso, cuando la puerta de r.f. está bloqueada por el circuito de control electrónico.

Aparte de los elementos de sintonía para adaptar cada línea de alimentación, las salidas de las puertas de r.f.

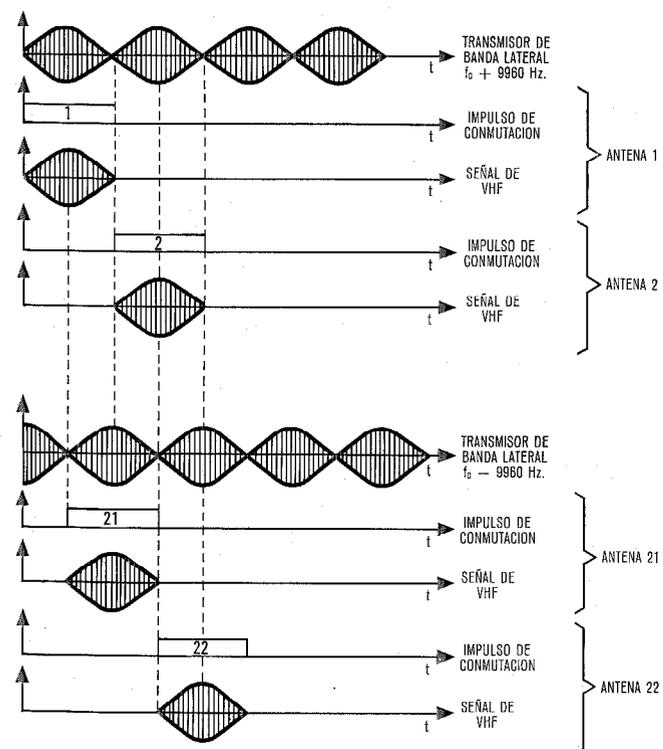


Fig. 7 Esquemático de la conmutación de antenas.

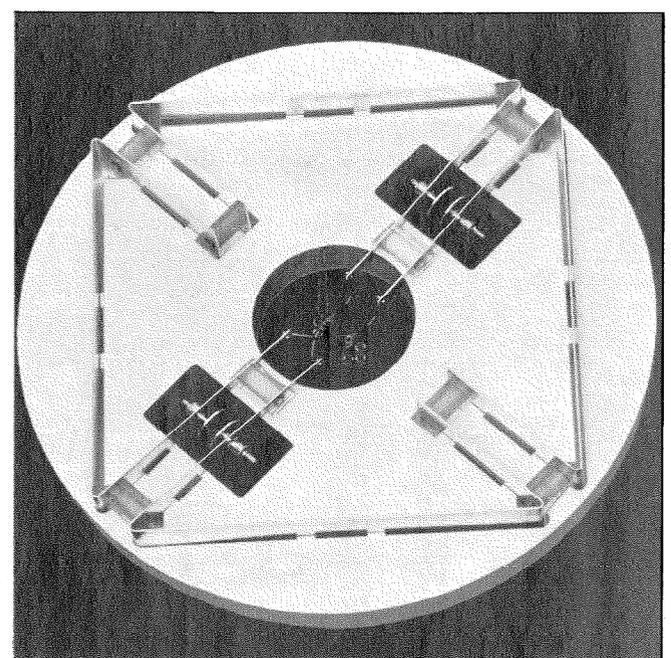


Fig. 8 Elemento radiador de una antena VOR Doppler montado en styropor (cubierta eliminada).

están provistas de circuitos resonantes sintonizables para ajustar la longitud eléctrica del cable alimentador de antena, mejorando de esta forma el desacoplo de las antenas de banda lateral.

3.4 Sistema de antena del VOR Doppler

3.4.1 Elemento de antena

Para cumplir las normas internacionales, las antenas de los VOR convencionales tienen que estar polarizadas horizontalmente. Para el VOR Doppler, el diagrama de radiación en el plano horizontal, tiene que cumplir unos requisitos muy estrictos en cuanto a la amplitud y la fase de r. f. Ello es obligado porque las 39 antenas de banda lateral, contribuyen a la información de navegación para cada azimut comprendido entre 0° a 360° .

Estas exigencias pueden cumplirse utilizando antenas Alford de bucle. Las medidas con tales elementos de antena han demostrado desviaciones máximas del diagrama omnidireccional de, solamente, $\pm 0,5$ db en amplitud y $\pm 5^\circ$ en fase.

El elemento de antena del VOR Doppler de SEL está adaptado a un sistema de alimentación de 60 ohms, por medio de un equilibrador coaxial y un transformador de adaptación.

La fotografía de la figura 8 muestra el elemento radiante fijado en Styropor, a fin de aumentar su estabilidad mecánica y protegerlo contra influencias ambientales.

3.4.2 Conjunto de antenas

39 antenas, que radian alternadamente las dos bandas laterales de 9960 Hz. se sitúan equidistantes en una cir-

conferencia de 13,5 m. de diámetro. Una antena más del mismo tipo, en el centro del anillo de antenas, radia la portadora modulada.

Las antenas están montadas sobre una estructura equilibrada de 40 m. de diámetro; la altura de ésta sobre tierra es de 3 m., y la altura de los elementos radiadores sobre la estructura, es 1,3 m. Debido a esta disposición, es posible instalar el transmisor en una caseta debajo de la estructura y de la antena central. El efecto pantalla de la relativamente ancha estructura, reduce las exigencias de emplazamiento a la inmediata vecindad de la instalación, con vistas a una propagación de ondas no perturbada.

La estructura consiste en una construcción de acero galvanizado estable cubierta con una rejilla de hilo de acero de 6 mm. de grueso.

La fotografía de la figura 9 muestra el sistema de antenas de la instalación VORD de Austria.

3.4.3 Características del sistema de antenas

El conjunto de $39 + 1$ antenas está sujeto a iteraciones entre antenas adyacentes lo que puede afectar seriamente a la calidad de las señales radiadas. Hay dos tipos principales de iteración: Radiaciones parásitas de la conmutación de antenas y, acoplamiento de la antena de portadora con las antenas de bandas laterales. Por medio de precisos procedimientos de ajuste, estas interacciones indeseadas entre antenas pueden reducirse a un mínimo despreciable.



Fig. 9 Sistema de antenas VORD de una instalación terrestre cerca de Salzburgo.

3.5 Monitor

De acuerdo con las especificaciones ICAO para los sistemas VOR, se comprueban las siguientes señales VOR Doppler en un punto fijo del campo:

Profundidad de modulación de las señales AM de 30 Hz (señales de referencia del VORD), profundidad de modulación de la subportadora de 9960 Hz, y la fase entre las señales de referencia y dependiente del azimut. El monitor incorporado en el transmisor es similar a un receptor de a bordo. Está alimentado por una antena dipolo distante 150 . . . 200 m. del conjunto de antenas VORD.

Comparado con un VOR convencional, las funciones del monitor VORD deben ser ampliadas considerablemente para cumplir todas las exigencias de comprobación, debidas al complejo sistema de antenas. Ello ha conducido a un concepto técnico con las características siguientes:

- a) utilización de un amplificador automático de r.f. con ganancia controlada, a la entrada del monitor, alimentado por el dipolo de campo a través de un cable de r. f.
- b) medidas de la fase, entre la señal de referencia y la señal dependiente del azimut, sobre el 9º armónico de 30 Hz. La posible ambigüedad se elimina por medio de una medida grosera de fase en las señales de 30 Hz.
- c) no solamente el nivel de la subportadora de 9960 Hz es comprobado, sino que también, la característica de amplitud se utiliza para comprobar la relación de fase correcta entre la portadora y las bandas laterales.
- d) comprobación de la pérdida por reflexión de la energía de r. f. desde la antena, a través de su unidad conmutadora hacia el transmisor.
- e) comprobación continua de los circuitos del monitor durante el funcionamiento, por medio de una unidad de prueba que simula fallos automáticamente y prueba periódicamente el funcionamiento correcto de todos los circuitos de alarma.

Debido a los circuitos adicionales de comprobación interna c) y d), la comprobación múltiple en el campo, bajo diferentes ángulos azimutales, podría ser abandonada.

4. Resumen y perspectivas

El desarrollo del VOR Doppler empezó hace varios años, después de haber reunido una completa experiencia con radiogoniómetros de banda ancha. Las mejoras esenciales de precisión y estabilidad de marcación, obtenidas en casos prácticos, especialmente en rutas sobre terreno desfavorable, y las exigencias menos severas para los sistemas VOR Doppler, han resultado igual a lo previsto. Esta nueva aplicación de la técnica Doppler representa un gran progreso en el campo de las ayudas radio a la navegación y puede vencer problemas de condiciones operacionales difíciles, que hasta aquí no habían sido resueltos.

Debido a su mayor precisión en la marcación y en conjunción con el DME (equipo de medida de distancia), la estación terrestre VOR Doppler constituye una ayuda navegacional altamente precisa para cobertura de áreas.

Por medio de un computador de línea de ruta, además de los receptores de a bordo existentes, y ayudado por

el piloto automático, el avión puede ser guiado automáticamente en cualquier ruta aérea dentro del alcance de una instalación complementaria VORD - DME.

La precisión de un VOR Doppler podría aumentarse transmitiendo, además de la señal de referencia AM de 30 Hz, una señal de referencia FM sobre otra subportadora. No obstante, nuevos receptores de a bordo o pequeñas unidades adicionales al equipo VOR de a bordo existentes, serían necesarios para evaluar la señal de FM. Supuesta una calidad adecuada en los receptores de a bordo, se podría obtener una precisión del sistema de 0,5º aproximadamente. Para los próximos años, esta precisión es suficiente para cumplir todas las exigencias de una ayuda radio a la navegación, altamente precisa en alcances medios.

Referencias

- [1] W. J. Crone: Möglichkeiten und Grenzen der Richtungsmessung mit Raumwellen, ZWB-Bericht über die Funknavigationstagung beim Ferdinand-Braun-Institut, Landsberg am Lech, Marzo 1944.
- [2] H. Rindfleisch: Ausgewählte Fragen über Theorie und Technik der Antennen, ZWB-Bericht über die Arbeitsbesprechung "Antennen" vom 24. bis 26. 3. 1943.
- [3] H. T. Budenbom: Direction Finder, US Patent Office 2.414.798, Junio 1941.
- [4] C. W. Earp; C. E. Strong: British Patent 549.530, 4 de Agosto 1944.
- [5] P. G. Hansel: Doppler Effect Omirange, Proceedings IRE, Vol. 41, pág. 1750, 1953.
- [6] S. R. Anderson; R. B. Flint: The CAA Doppler Omirange, Proc. IRE, Vol. 47, pág. 808, Mayo 1939.
- [7] E. L. Kramar; F. Steiner: German Patent DBF 1.123.000, US Patent 3.181.159, Abril 1965.
- [8] K. H. Nattrodt: Ausbreitungsstörungen für Drehfunkfeuer im UKW- und Dezimeter-Bereich. Zeitschrift für Flugwissenschaften, Heft 11, S. 446—455 (1963).

Hans Popp nació en Fuerth/ Baviera, Alemania Occidental, el 5 de Enero de 1928. Cursó estudios en la Ohm-Polytechnikum, de Nuremberg, y en la Technische Hochschule, Stuttgart.

En 1951 recibió el título de ingeniero y en 1955 el de ingeniero diplomado por la Technische Hochschule, Stuttgart, Alemania Occidental.

En Junio de 1955, ingresó en Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, compañía asociada de la ITT. Colaboró activamente en el desarrollo de computadores electrónicos, y desde 1963 está trabajando en el desarrollo de ayudas a la navegación por radio.

Wilhelm J. Crone nació en Giengen, Alemania Occidental, el 29 de Abril de 1908. Cursó estudios en las Technischen Hochschulen (Universidades técnicas) de Stuttgart y Munich, Alemania, y recibió el título de ingeniero diplomado en 1932. Ingresó en el Physikalische Institut der Technischen Hochschule München (Instituto de tecnología física de la Universidad técnica de Munich) y recibió el título de Doktor der technischen Wissenschaften en 1934.

En 1934, ingresó en el Instituto für Elektrophysik der Deutschen Versuchsanstalt en Berlín-Adlershof, donde fué Jefe del Departamento de Radio Navegación desde 1939 á 1945. Sus principales actividades concernían al campo de la propagación de ondas. Hizo investigaciones sobre problemas generales de radio navegación de larga distancia y estuvo al frente del desarrollo y pruebas de sistemas navegacionales.

En 1948, ingresó en Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, asociada de ITT. Estuvo al cargo del desarrollo de antenas para televisión, radiodifusión y radioenlaces. Ahora es responsable del desarrollo de ayudas radio a la navegación.

El Dr. Crone es miembro de la Asociación de Ingenieros Eléctricos alemanes y de la Sociedad de Ingeniería de Comunicaciones.

Pantalla de presentación de la situación horizontal en navegación aérea

E. S. GUTTMANN

ITT Gilfillan Inc., Los Angeles, California, Estados Unidos.

1. Problema

La historia de la ingeniería dá testimonio de la continua y permanente batalla del hombre para dominar la naturaleza y a su propia creación, la máquina. El campo de la aeronáutica ofrece un buen ejemplo. Las modernas máquinas voladoras han crecido en tamaño, velocidad y complejidad con el aumento consiguiente del equipo de vuelo necesario para controlarlas, y del esfuerzo del piloto para evaluar las condiciones de funcionamiento, a partir del tablero, repleto de instrumentos, situado en la cabina. Aunque la información de vuelo se presenta en bloque, la mente humana debe analizarla y actuar sobre ella de forma secuencial. Esta multiplicidad de entradas puede hacer que el hombre sea un factor limitador. Los pilotos no resucitan para describir la duda y confusión fatales que ocurren en momentos de gran tensión nerviosa o en una emergencia [1].

El automatismo computador en la navegación aérea, puede ayudar, por supuesto, y de hecho lo hace, a estrechar la limitación humana en el bucle abierto hombre-máquina, pero no puede esperarse que lo cierre completamente. Las decisiones vitales que afectan a la realización de una misión deben basarse a menudo en un análisis en ruta de una situación. Siguen dependiendo del piloto [2]. A continuación, se hace el análisis y se describe su posterior solución para la mejora en la intercomunicación piloto-avión.

2. El avión moderno

Los aviones americanos actual y del mañana [3-7] presentan grandes avances a costa de una mayor complejidad. Esta puede ser resumida como sigue:

a) Con el transporte supersónico, el tráfico comercial está siguiendo ahora a los aviones militares en sus velocidades supersónicas. De hecho, todas las categorías muestran tendencia a ir más deprisa y más lejos, con mayores cargas, lo que exige del piloto más actividades más rápidas y en mayor número.

b) Los aviones militares tienden a volar con mayor velocidad a menores altitudes, pegados al terreno, para escapar de la detección del radar. Esto requiere una respuesta en ruta a los detalles del terreno.

c) Existe una tendencia hacia aviones de maniobra más ligera con rapidez en elevación y descenso y rutas más cortas o improvisadas. Las actividades en el terminal se han hecho más difíciles.

d) La creciente densidad del tráfico aéreo está complicando las actividades del piloto en ruta y de aterrizaje. La información cartográfica requiere revisiones frecuentes.

e) Para proteger al piloto y al avión contra posibles adversidades, todo avión moderno lleva equipos, tales como el radar, que deben ser monitorizados.

Todo ésto se suma al hecho de que muchos aviones requieren controles nuevos y refinados para su funciona-

miento. Algunas de las nuevas funciones están automatizadas y se pueden programar antes del despegue; los computadores de a bordo constituyen ya un equipo normal en los sistemas modernos de aviación. Pero a pesar de ser automáticos, deben ser interpretados y comprobados por el piloto y no le relevan de su responsabilidad de elegir el momento para dirigir las fases de navegación y tácticas de su misión, de decidir rápidamente entre caminos y medios alternativos, así como estar en guardia permanentemente contra lo imprevisto. Los factores humanos siguen siendo en la aviación moderna los elementos más decisivos.

3. Misión

Las exigencias de la misión, que hay que distinguir en el funcionamiento del equipo, representan la segunda zona de responsabilidad del piloto. La relación misión-piloto es muy diferente para vuelos comerciales y militares. El tráfico comercial se adapta a un patrón repetitivo y con normas muy reglamentadas. (Fig. 1).

Al piloto le interesan solamente los datos de su pasillo aéreo y los relacionados con las dos áreas terminales. Dichos datos incluyen regulaciones de despegue, condiciones atmosféricas, tráfico simultáneo, estaciones de medición en ruta, accidentes geográficos notables en ruta, accidentes geográficos peligrosos, y aproximación controlada a tierra. Por el contrario, el táctico militar o el piloto debe estar preparado para actuar en cualquier dirección y, si la base o el objetivo es móvil, entre puntos cualesquiera. La omnidireccionalidad de su operación requiere un conocimiento del área en vez del de la línea o el punto. Esto le coloca con mayor dependencia del equipo de información en ruta, tal como el radar de representación de terreno, radar de evitación de obstáculos, radar de búsqueda y contramedidas, equipo de infrarrojos o televisión para baja iluminación. Esto ha obligado a especializar tanto a los aviones como a los pilotos. Al mismo tiempo, sus misiones más rápidas y con mayor dificultad pueden encontrarse en cualquier parte, bajo todo clima, entre gentes muy distintas sin ayuda cercana.

4. Piloto

Lo anteriormente resumido sobre el futuro del avión y de la misión indica la importancia de los factores humanos y de la ayuda que una mejor comunicación hombre-máquina puede proporcionar al piloto y a la tripulación.

La automatización por modernos computadores puede ayudarles por medio de los "Sistemas de aviación integrados".

A continuación se indican, junto con sus patrocinadores, varios de estos sistemas [8-13], actualmente en estado de desarrollo para una serie de importantes tareas.

IHAAS

— Sistema integrado de aviación para helicópteros (Marina de los Estados Unidos).

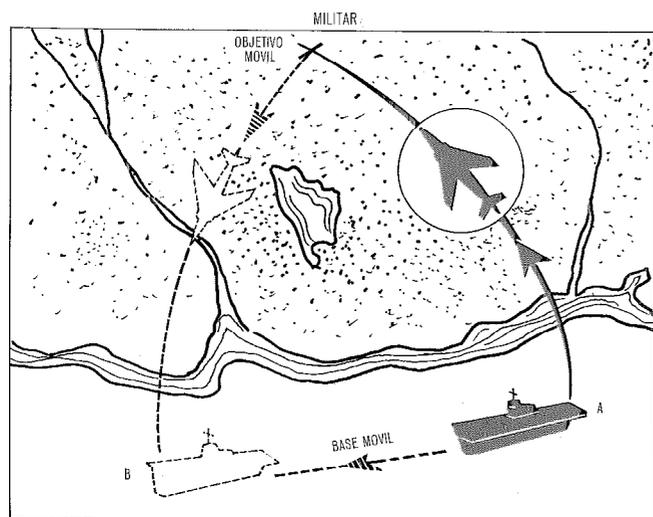


FIG. 1 (a)

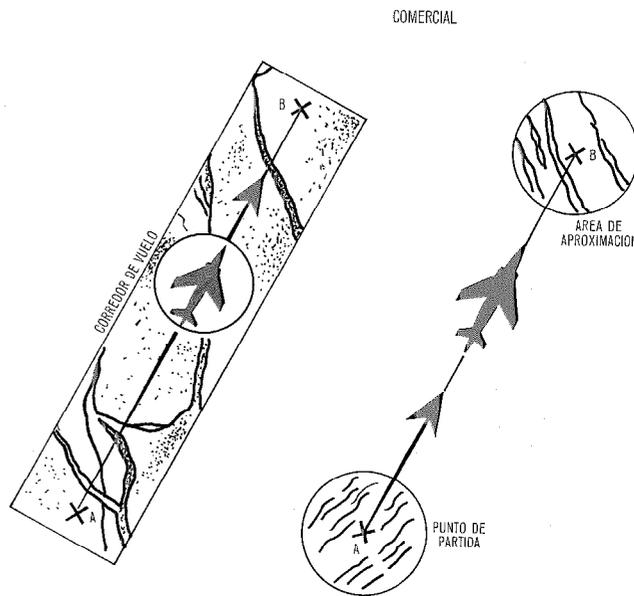


FIG. 1 (b)

Fig. 1 El tráfico comercial sigue un esquema repetitivo y utiliza cartas de dirección y requieren un conocimiento del área en vez de un conocimiento ruta o cartas terminales. Las misiones militares pueden ir en cualquier de una línea o un punto.

- ILAAS — Sistema integrado de aviación ligera de ataque (Marina de los Estados Unidos).
- AAFSS — Sistema avanzado de apoyo de fuego aéreo (Ejército de los Estados Unidos).
- F-111/MK II — Sistema avanzado F-111 de armamentos y aviación (Fuerzas aéreas de los Estados Unidos).
- A-NEW — Sistema de guerra antisubmarina (Marina de los Estados Unidos).
- SST-AVIONICS — Sistema integrado para el transporte supersónico (Compañía de aviones Boeing).

La aviación integrada representa un sistema de nueva concepción en el que se utiliza la tecnología electrónica para recibir, tratar y controlar muchos de los detalles de navegación, operacionales, y de armamento, a fin de coordinarlos hasta donde sea posible para formar *modos de vuelo* consolidados, tales como el despegue, crucero, aterrizaje y ataque. El piloto es ahora el director general de un sistema que tiene un orden de posibilidades superior al ofrecido por los sistemas anteriores.

5. Presentación de situación horizontal

La gran cantidad de necesidades y las urgencias tanto del aparato como de la misión, que recibe el piloto, ha creado el concepto de presentación integrada de situación, como acompañante al sistema integrado de aviación. Utiliza las salidas disponibles del sistema de vuelo, selecciona automáticamente los datos importantes en una situación dada, integra estos datos en imágenes pictóricas de situación en planos de referencia tanto verticales como horizontales, y los presenta al piloto continuamente y en cualquier situación atmosférica.

La presentación de situación horizontal, de ITT, ofrece un ejemplo. Ha sido desarrollada durante años en etapas conceptuales encaminadas hacia una imagen hori-

zontal completa. Empezó como una presentación geográfica de posición actual, que movía una carta de navegación servo-gobernada detrás de un marcador fijo del avión, o viceversa. Esto ofrecía un ahorro de tiempo al sustituir las cartas manejadas a mano, pero al no tener funciones adicionales, tal instrumento no estaba justificado en un cuadro de instrumentos ya sobrecargado. Posteriormente fueron añadidos, para ofrecer una imagen más útil de situación horizontal, controles de modo de navegación, incluyendo información sobre dirección y, finalmente, una simbología generada electrónicamente.

5.1 AN/JAPA-115

En su precursor desarrollo de presentadores de situación horizontal, Gilfillan entregó a las Fuerzas Aéreas, en 1961, el AN/APA-115 (Fig. 2, superior izquierda), que era inicialmente un microproyector compacto que mostraba la imagen ampliada de una microcarta servo-móvil, sobre una pantalla de proyección posterior. El marcador de posición del avión y el cursor de rumbo, eran las sombras de una retícula que estaba servo-girada dentro del mecanismo, para mostrar el actual camino sobre tierra. En un tamaño total de solamente 190×230×240 milímetros, el instrumento era capaz de almacenar la carta de navegación en blanco y negro del continente de los Estados Unidos y mostrar cualquiera de sus puntos con detalle adecuado. Las modificaciones del AN/APA-115 fueron entregadas a la National Aeronautics and Space Agency en 1965, para pruebas de vuelo en aproximaciones a tierra, de aviones de despegue rápido y vertical y para un programa de simulación de transporte supersónico. Un estudio de las fuerzas aéreas trató de su uso en aeronaves espaciales tripuladas.

5.2 Presentación Janair

En 1963, Gilfillan entregó, como subcontratista, a la Bell Helicopter Company el presentador Janair Ejército-

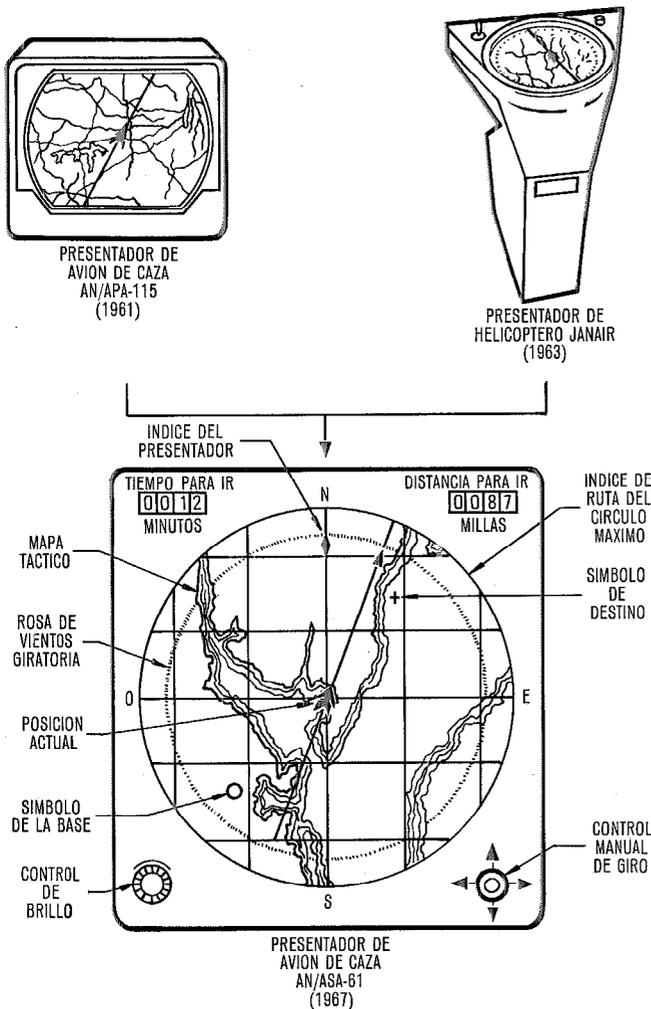


Fig. 2 El AN/ASA-61 (1967), presentador de situación horizontal, mostrado en la parte inferior, combina dos desarrollos anteriores

El AN/APA-115 (1961) era un microproyector actuado por computador, que utilizaba un tambor de carta transparente (Fig. 4) y la nueva lámpara halógena de proyección.

El presentador Janair (1963) añadía símbolos de posición sobre la carta, por medio de un tubo de rayos catódicos, y una rotación de la imagen del presentador bien en el modo directo o en dirección norte.

Marina [14]. Este, también, era un proyector óptico de microcartas. Se le añadieron tres características. El sistema óptico incluía un prisma Dove servo-girado que giraba el haz de luz antes de la proyección, lo que permitía al presentador funcionar bien de modo directo (para ver accidentes del terreno tal como aparecen a través del parabrisas), o bien en modo orientado al norte (para leer letreros de la carta y datos de situación en ruta en posición correcta. El presentador, además, utilizaba varias retículas direccionales, tales como una rosa de los vientos y cursores separados para la ruta terrestre y puntos de destino. Finalmente, se colocó un tubo de rayos catódicos en paralelo con el camino óptico. Por medio de un combinador de haz, su imagen se combinaba y contemplaba superpuesta con la presentación óptica de una carta móvil y de señales direccionales rotatorias. En esta primera versión de una combinación formada por un tubo de rayos catódicos y un presentador óptico, se utilizaban símbolos generados electrónicamente para mostrar el continuamente cambiante campo de operación del heli-

cóptero por medio de un círculo de autonomía que rodeaba al marcador de la aeronave.

5.3 AN/ASA-61 [15]

En 1967, ITT Gilfillan entregó a las fuerzas aéreas el AN/ASA-61, que combinaba las características del AN/APA-115 y del presentador Janair en un montaje compacto 200×200×500 milímetros que se adapta al panel de instrumentos de un avión de caza moderno. Habiendo completado las pruebas de banco y de ambiente, con todo éxito, este instrumento fué incluido en un programa de pruebas de vuelo de las fuerzas aéreas de los Estados Unidos, durante el cual fué evaluada su utilidad en vuelos de alta velocidad y baja altitud. Recientemente se ha entregado una nueva versión mas avanzada AN/ASA-61 (V).

6. Datos horizontales

El presentar en la tabla 1 un resumen de la información perteneciente a la situación horizontal de un avión de combate, no indica que el piloto necesite toda esta información al mismo tiempo. Cada avión, cada misión, en realidad cada fase de vuelo puede exigir una combinación diferente de entradas. No obstante, para evitar la necesidad de diales individuales para cada equipo utilizado en un determinado momento, el instrumento unificado debe ser capaz de combinar diferentes juegos de datos relacionados, en imágenes integradas, que el piloto puede seleccionar para resolver su exigencia inmediata.

Tabla 1 Información necesaria en combinaciones variables para orientar a un piloto en el plano horizontal

Navegación	Misión	Sensores	Armamento
Posición presente	Destino o localidad objetivo	Mapa de terreno por radar	Radar proyectiles
Dirección actual	Dirección de destino	Alarmas por radar	Proyectiles infrarrojos
Nivel de combustible	Millas de ida	Objetivos	Guía por televisión
Señales del terreno	Tiempo de ida	Radar de localización y seguimiento	Bombas
Radar de evitación de terreno	Instrucciones abreviadas	Televisión para nivel luminoso bajo	Alcance por Laser

6.1 Orientación geográfica [16]

El primer grupo de datos de entrada se refiere a la situación de navegación. El piloto desea información de, donde se encuentra y hacia donde se dirige. Estos datos pueden ser generados por una serie de computadores de navegación y son normalmente lecturas de contadores numéricos. Por el contrario, el presentador de situación horizontal muestra un marcador del avión moviéndose sobre la carta apropiada, que es una réplica multicolor de su área cercana actual (Fig. 2), seleccionable entre cartas de varias escalas. La rosa de los vientos periférica y el marcador rotatorio le ofrecen un cuadro pictórico y numérico de su dirección de vuelo, tanto en sentido directo como en dirección norte, según prefiera. De igual forma que en el presentador Janair, la lectura del contador convencional que representa su consumo de combus-

tible, puede reemplazarse por un círculo generado electrónicamente, alrededor del marcador del avión, que indica su autonomía actual en cualquier dirección. En vuelos de baja altitud, el radar de evitación de obstáculos, que normalmente requiere un instrumento separado, puede ser presentado sobre la pantalla por el tubo de rayos catódicos incorporado.

El segundo grupo de datos de entrada se refiere a la misión. La base de operaciones, el destino, la posición del objetivo y sus rutas pueden mostrarse sobre la carta y sobre la rosa de los vientos por medio de símbolos electrónicos y cursores, si esta información ha sido almacenada previamente en el computador. Los contadores de las esquinas superiores de la figura 2 ofrecerán la misma información en términos de millas y minutos de ida. Los detalles deseados de una misión pueden introducirse en la carta antes del despegue. El presentador puede también ser conmutado a posiciones especiales en las que aparezcan instrucciones impresas sobre la pantalla. Tales instrucciones alivian la memoria del piloto de las regulaciones de despegue y aterrizaje, instrucciones abreviadas, comprobación del equipo en ruta o procedimientos de emergencia.

6.2 Situación alrededor del avión

El campo de visión alrededor de los marcadores centrales del avión, que el presentador de situación horizontal proporciona al piloto, puede ser utilizado para una compleja tercera información concerniente a los datos electrónicos sobre los alrededores del avión. Radar, infrarrojos o sensores de televisión que un moderno avión lleva en diferente medida, pueden suministrar información adecuadamente procesada al tubo de rayos catódicos, desde donde se proyecta sobre la pantalla bien como una imagen separada o superpuesta a la carta. El radar, reproductor del terreno y las cartas, tienen sus propias distorsiones y no se adaptan exactamente entre sí. Esto, no obstante, es despreciable en distancias cortas. En resumen, el presentador reproducirá detalles del terreno por procedimientos ópticos y electrónicos, situaciones del

objetivo y señales de alarma del radar, todo para la seguridad del propio piloto.

Por el mismo procedimiento, el presentador puede sustituir a otras representaciones separadas, de tubos de rayos catódicos, que podrían necesitarse en el uso de armamento. Esta variedad de posibilidades de presentación se consigue simplemente al combinar y superponer un presentador óptico y otro de tubo de rayos catódicos en un solo aparato.

7. Descripción

La figura 3 muestra las dos unidades que componen el AN/ASA-61 en su actual estado de desarrollo. Sus dimensiones aproximadas son las siguientes:

	Indicador	Generador
Frente	200×200 milímetros	200×190 milímetros
Profundidad	500 milímetros	400 milímetros
Peso	13,6 kilogramos	11,8 kilogramos

7.1 Indicador del presentador

Como el espacio en el panel de instrumentos de un avión es muy valioso, el 60 por ciento del frente de la unidad presentadora se dedica a la pantalla presentadora de 180 mm. reservando las esquinas sobrantes para los controles, tales como el de brillo, escala de la carta, modo norte o directo, y la palanca para el giro manual de la carta. Solamente aquellos controles que son exclusivos del propio indicador horizontal se colocan en su frente. Un sistema de aviación integrado requiere que todos los controles de modo táctico, no exclusivos del presentador, se coloquen sobre un panel central donde están integrados con otras operaciones concurrentes del subsistema.

La unidad indicadora consta de dos subconjuntos principales: el conjunto exterior de servo-carta que contiene las fotografías cartográficas servo-movidas, y el conjunto interior del proyector óptico, que combina un proyector de carta de 10 aumentos con un tubo de rayos catódicos.

7.1.1 Estructura de la servo-carta

Tanto en el AN/APA-115 como en el AN/ASA-61, un tambor cilíndrico transparente lleva las transparencias microcartas (Fig. 4). Este tambor está montado en un soporte que avanza y retrocede según la longitud geográfica por medio de un tornillo de mando servo-movido que entra sobre una corredera esférica. El tambor gira según la latitud geográfica por un anillo con engranaje servo-movido, de igual tamaño. Al mismo tiempo que el tambor, con su soporte y su servo de latitud, se mueve hacia atrás y hacia adelante, divide el indicador completo en una porción interior que aloja el conjunto de proyección y un armazón exterior. Se mantienen unidos por medio de placas frontales y posteriores. El armazón hueco y su cubierta protectora de polvo representan el principal soporte estructural del instrumento y es responsable de su estabilidad y de la precisión de las posiciones latitud - longitud de la carta.

Las cuatro esquinas de la servo-estructura contienen el iluminador de la carta, el suministro de alta tensión

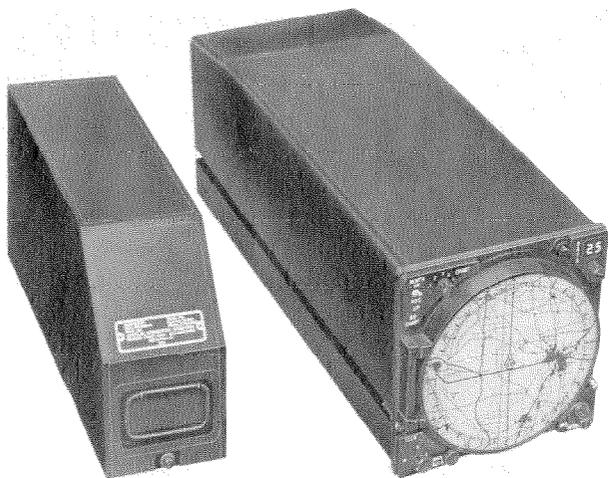


Fig. 3 El presentador de situación horizontal consta de una unidad indicadora sujeta al panel de instrumentos del avión y de una unidad generadora que puede ser emplazada en un sitio distante.

del tubo de rayos catódicos y los dos servo-mecanismos. El iluminador forma un conducto refrigerado por aire, de sección triangular, a través del indicador (parte inferior del corte de la figura 5). El área de la carta que debe ser mostrada representa 1/10 del diámetro de la pantalla, es decir 18 milímetros. Se ilumina por una lámpara halógena pequeña pero muy luminosa, colocada entre un reflector posterior y un condensador esférico. Dos de estas lám-

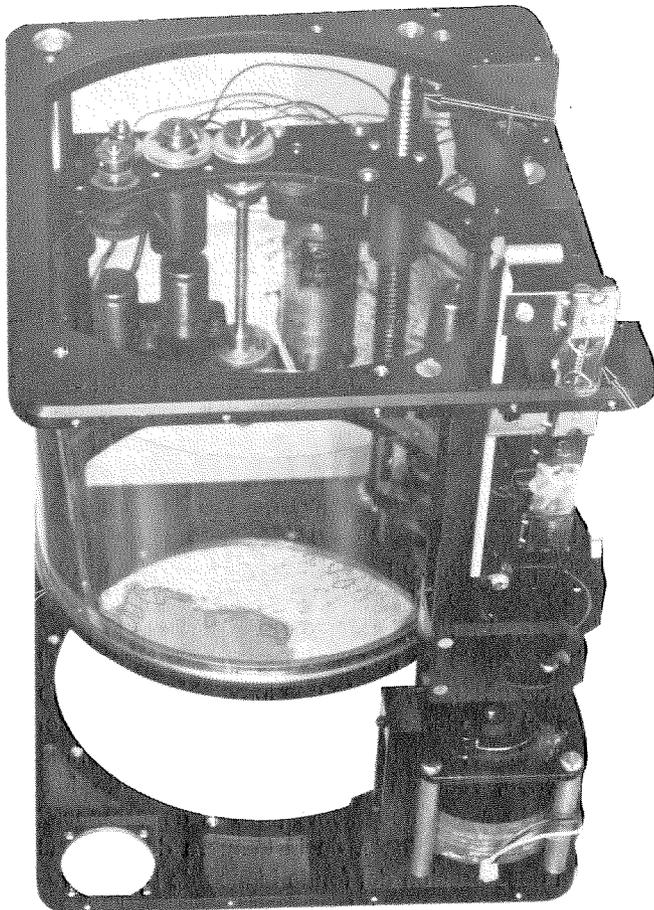
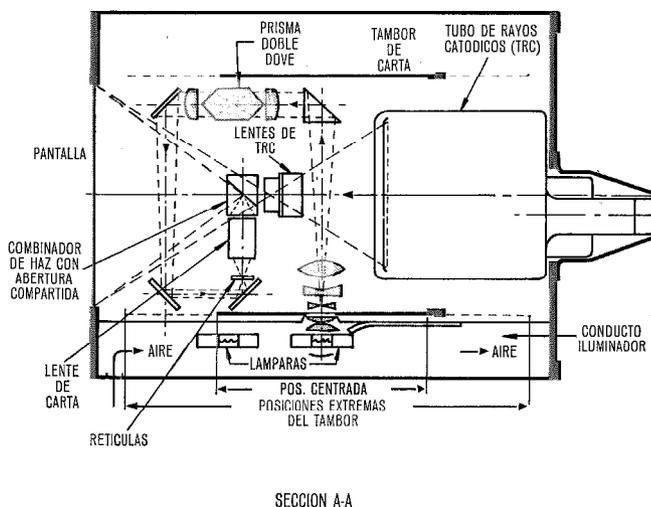


Fig. 4 Tambor de carta AN/APA-115 y servos. El AN/APA-115 y el AN/ASA-61 utilizan un tambor cilíndrico transparente como soporte de microcarta. El tambor permite el uso de elementos individuales de carta y diferentes escalas adecuadas a cada misión.



paras — una de trabajo y otra de repuesto — forman un cartucho sellado y a prueba de explosión, que sirve para 600 horas de vuelo. El cartucho se puede invertir para poner el repuesto en funcionamiento o se puede reemplazar en ruta a través de una abertura en el frente del instrumento.

7.1.2 Proyector óptico

La unidad de proyección óptica ocupa el interior del tambor. Consta de un tubo de rayos catódicos de 130 mm. colocado detrás de la pantalla. Una lente especial con una eficacia equivalente a $f/1,8$ proyecta su imagen sobre la pantalla con una ampliación de 1,75 veces. La carta se proyecta sobre la pantalla en dos etapas por medio de un sistema de proyección separado que cambia 5 veces de dirección por medio de prismas y espejos a fin de aprovechar el poco espacio disponible (Fig. 5, superior derecha). Un sistema de lentes de ampliación unidad forma primeramente una imagen intermedia de la carta en el punto de la retícula. El sistema sirve a tres propósitos.

a) Elimina la distorsión astigmática que resultaría de la utilización de transparencia cilíndrica.

b) Colima y después anticolima el haz de luz por medio de un prisma Dove doble servo-movido, que gira la imagen de la pantalla de forma alternada en los modos norte y directo.

c) Permite el uso de dos retículas servo-giradas en un plano focal intermedio. Una de ellas lleva la micro-imagen de una rosa de los vientos periférica, mientras que la otra lleva la micro-imagen de un marcador de avión centrado y un cursor diagonal. Las imágenes de estas retículas aparecen en la pantalla claramente registradas sobre la carta indicando las direcciones norte y la de ruta terrestre, así como la posición actual.

El sistema óptico completo está ensamblado sobre una pieza de fundición lo que permite una alineación relativa precisa y hermeticidad contra la humedad. La imagen intermedia se proyecta sobre la pantalla con ampliación X10 por medio de una lente de proyección especial y un original combinador de haz que combina y

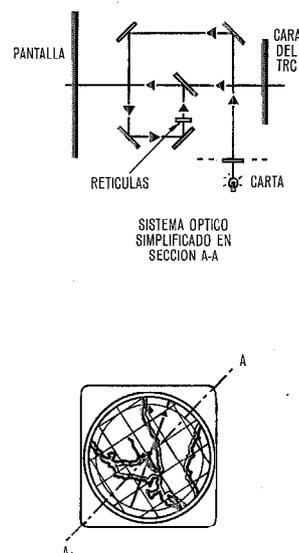


Fig. 5 Sección en corte diagonal del AN/ASA-61 en el que va colocado el sistema óptico. Los dos sistemas de proyección, uno para la carta y otro para el tubo de rayos catódicos, utilizan un combinador de haz para producir una imagen común sobre la pantalla frontal.

muestra la imagen de la carta con la del tubo de rayos catódicos.

7.2 Realización óptica

El uso de un proyector óptico en el cuadro de instrumentos de un avión no sería práctico, e incluso sería aventurado sin alguno de los siguientes avances tecnológicos en los que estos sistemas han sido precursores.

7.2.1 Lámpara halógena

La nueva lámpara halógena se desarrolló inicialmente como una lámpara de señalización robustecida del tipo "wing-tip" para aviones de reacción. Su pequeño tamaño y alto brillo la hacen idónea para el cuadro de instrumentos de un avión. Contiene un fuerte filamento de tungsteno del tamaño de la abertura óptica de entrada, dentro de una envoltura de cuarzo de solamente 10 milímetros de diámetro. Su atmósfera de yodo o bromo impide el ennegrecimiento de la pared interior, debido a los depósitos de vapor de tungsteno, que reduciría rápidamente la salida luminosa. Esto supone una larga vida con brillo alto y constante con un consumo solamente de 75 vatios. La lámpara, por tanto, no presenta problemas de vida limitada en su utilización aeronáutica. No obstante por su pequeño tamaño se calienta extremadamente en funcionamiento.

Las severas restricciones de espacio en la esquina del iluminador requieren que la lámpara trabaje dentro de solamente 25 milímetros de la película fotográfica. La protección de la película contra el calor, particularmente en climas tropicales, exige el uso de modernos reflectores caloríficos y filtros absorbentes del calor para reducir la radiación calorífica a través del condensador, y también barreras térmicas en las secciones opacas para reducir el calor por convección. Se debe suministrar una amplia refrigeración por aire a través del conducto del iluminador.

7.2.2 Tambor de la carta [15]

El uso convencional de un rollo de película entre dos carretes, como en las cámaras fotográficas, podría parecer que ofrece mayor capacidad de almacenamiento geográfico que un tambor de carta cilíndrico que contiene solamente, aunque mayores, 5 transparencias microcartográficas individuales. El concepto de tambor de almacenamiento óptico, no obstante, ofrece la importante ventaja de hacer accesible las lámparas y la película de la carta para su conveniente cambio, a través del indicador frontal abisagrado, sin quitar el instrumento del panel. El instrumento, por tanto, no está limitado a una carga de 5 trozos de carta sino que ofrece, de hecho, una variada elección de cartas que cubran cualquier área en la escala, que requiera la misión táctica. Por contraste, el uso de un rollo de película con 50 a 100 fotografías ofrece una variada elección táctica solamente al precio de gran redundancia e inflexibilidad logística. Al menos en una dirección geográfica, requiere un excesivo desplazamiento hacia las áreas adyacentes. Los trozos de carta sencillos son también preferibles a causa de la precisión en los detalles de posición requeridos en una microcarta

servo-movida. Con una amplificación X10, un error de posición de 0,025 milímetros significa tanto como 0,56 kilómetros en una carta de 1:2.000.000. Las actuales limitaciones tecnológicas de los materiales fotográficos y del proceso de reproducción presentan una mezcla de problemas, debido al uso de rollos de película con muchas fotografías cartográficas en una tira.

Finalmente, la película en rollo no permite fácilmente el uso de superposiciones tácticas separadas como lo hacen los trozos únicos de carta. En el indicador, se toman medidas para, simultáneamente, insertar, registrar y proyectar una segunda transparencia que representa una rápida fotografía de la ruta de la misión. Esto es una conveniencia logística porque separa los datos permanentes de los perecederos. Deja la producción de la fotografía precisa en cantidad a los cartógrafos profesionales y permite la planificación táctica de última hora en la base de operaciones.

7.2.3 Combinador de haz con apertura compartida [15]

Normalmente, dos haces de luz proyectados se combinan en una imagen sobre una pantalla, bien por dos lentes de proyección contiguas, o por el llamado combinador de haz, que puede ser un espejo parcial o uno dicróico de 45 grados. En el primer método, el ajuste de dos haces de proyección convergente que no siguen la misma línea central produce distorsiones importantes, lo que resulta prohibitivo para distancias cortas de proyección entre objetivo e imagen. El segundo método tiene la ventaja de que un espejo parcialmente plateado permite la combinación de un haz concéntrico sin distorsión importante. No obstante, existe una inevitable pérdida de al menos el 50 por ciento de la luz total. Los combinadores de haz dicróicos, consistentes en costosos recubrimientos multicapa, reducen las pérdidas totales de luz al 25 por ciento aproximadamente pero la descomposición espectral de la luz blanca de la lámpara de proyección origina la decoloración del fondo blanco de la carta hacia un color magenta indeseable.

En la figura 5 se muestra un nuevo combinador de haz con apertura compartida que permite la proyección concéntrica del haz, con solamente ligeras pérdidas de luz. Consta de una combinación de dos lentes de proyección, en ángulo recto con un bloque de cristal transparente, que contiene un pequeño espejo elíptico de plata en un plano interior formando 45 grados con los segmentos que componen el bloque. Una de las dos lentes tiene una abertura de gran diámetro que en su camino a la pantalla llena el bloque entero. La pequeña obstrucción debida al espejo del centro no sale en la imagen. La otra lente ha sido diseñada como un ocular de gran angular. Su abertura de salida tiene el tamaño y está en el punto del pequeño espejo. La luz de la carta, por tanto, primeramente converge hacia el espejo como punto de cruce desde el que el haz de luz se extiende con un mayor ángulo hacia la pantalla. Si el diámetro de la abertura de salida es 1,63 milímetros, y el ancho del haz de la otra lente en el punto de combinación es 3 milímetros, la relación del área de abertura es solamente del 0,18 por ciento. La pérdida de luz a través de la combinación del haz es, por tanto, muy pequeña.

7.2.4 Pantalla de Fresnel direccional

El brillo insuficiente ha sido la dificultad en muchos primitivos presentadores para el cuadro de instrumentos de un avión. Se acepta generalmente que la pantalla debe ser suficientemente brillante para poder ser interpretada claramente bajo un cielo con sol y nubes blancas (10.000 lamberts-pie). Además, la luz solar puede caer directamente sobre la pantalla y crear un umbral de iluminación ambiente que sobrepasa la luz interior del presentador. En este diseño las imágenes, tanto del tubo de rayos catódicos como de la carta, se proyectan sobre una pantalla especial, que tiene más baja reflectancia que el papel blanco de la carta observada, o que el fósforo de un tubo de rayos catódicos observado directamente. La proyección óptica posterior tiene las ventajas adicionales de que se pueden utilizar lentes de Fresnel plásticas, detrás de la pantalla y de que el propio material de la pantalla puede tener propiedades reflectoras ante la luz solar (las que tiene, por ejemplo, el material de pantalla semiespecular de Eastman Kodak). La combinación tiene la ventaja de una fuerte ganancia luminosa en la dirección de los ojos del piloto, mientras que la luz ambiente incidente o la luz solar están fuertemente atenuadas por la deflexión en otras direcciones.

7.3 Tubo de rayos catódicos

Cualquier operación sensorial en navegación aérea, bien sea basada en el radar, infrarrojos o televisión, ha necesitado hasta ahora su propio presentador de tubo de rayos catódicos. Ello ha sido un factor coadyuvante para sobrecargar el panel de instrumentos de un avión moderno. Un presentador multisensorial verdaderamente sinérgico permitiría mostrar cualquier tipo de radar a baja frecuencia de cuadro o cualquier tipo de televisión a alta frecuencia de cuadro o cualquier tipo de cartas y

símbolos de posición, electrónico, suficientemente brillante para vencer la luz ambiente adversa de un cuadro de instrumentos abierto. Los anteriores presentadores tenían un tubo de rayos catódicos colocado directamente detrás del panel frontal, con el resultado de que había que usar pantallas oscuras reductoras de brillo, o protectores contra la luz ambiente, para poder interpretar el presentador. La imagen de la carta estaba producida, bien por costosa explotación electrónica de una banda de carta completa, para que aparezca en la pantalla de un tubo de rayos catódicos, equipado con una placa frontal de naturaleza óptica que elimine el paralaje, o bien utilizando un tubo de rayos catódicos con una ventana óptica posterior a través de la que se podía hacer una proyección posterior sobre la pantalla fosforescente. El último método ofrece problemas cuando el radar tiene que presentar áreas con brillantez además de símbolos de tipo de línea.

Se decidió, por tanto, utilizar tubos de almacenamiento de visión directa especialmente brillantes y proyectar su imagen desde la oscuridad interior, por medios ópticos sobre una pantalla posterior de proyección de baja reflectancia. Este método tiene la ventaja de que la pantalla pueda ser mejorada por medio de lentes de Fresnel, lo que impide que la luz hemisférica desperdiciada se difunda desde la pantalla frontal formando un lóbulo de luz concentrada hacia los ojos del piloto, con la consiguiente ganancia de brillo. Los tubos de almacenamiento de visión directa requieren pantallas metálicas de malla fina inmediatamente detrás de la pantalla de fósforo. Esto impide su uso para proyección óptica por ventana posterior bajo luz ambiente intensa.

El tubo está fabricado por la División de tubos electrónicos de ITT en Roanoke, Virginia. Tiene enfoque electrostático y deflexión magnética. En contraste con los tubos de televisión tipo proyección, su pantalla visual

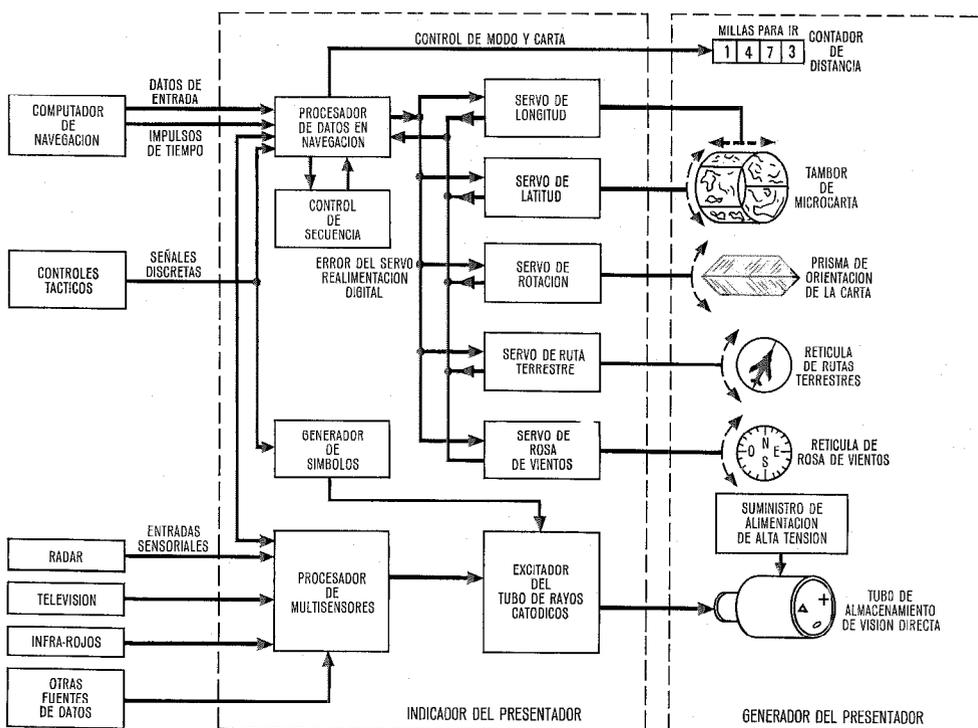


Fig. 6 Sistema eléctrico. Las entradas navegacionales y sensoriales son procesadas en el generador del presentador que las lleva bien al servosistema o al tubo de almacenamiento de visión directa.

requiere solamente 12 kilovoltios, sin efecto corona apreciable en altitudes de vuelo elevadas. El uso de este tubo de almacenamiento de visión directa en las formas descritas está basado en características de los circuitos que incluyen las técnicas de borrado rápido y un control exacto de deflexión.

7.4 Generador del presentador

La figura 6 ofrece un diagrama bloque simplificado del sistema eléctrico dentro del que el generador del presentador funciona como unidad intermedia entre las entradas de aviación o sensoriales y el indicador del presentador. Estas entradas consisten en datos de navegación e impulsos de reloj del computador digital; entradas de radar, televisión, infrarrojos y otras; y señales tácticas de control, discretas.

También el procesador de datos, que emplea circuitos microelectrónicos, acepta señales de entrada digitales, cumple una función de comprobación de paridad sobre cada palabra, determina la dirección del canal y selecciona el registrador separador en el que se almacenan los datos primitivos. Mandado por los circuitos de control de secuencia, selecciona los datos para el canal de servicio que esté siendo probado, añade cualquier complemento necesario a los datos de entrada y compara este mando de posición con las respectivas realimentaciones de posición de los órganos móviles. Los datos de error se aplican al módulo servo-controlador apropiado desde donde alimentan a los motores de avance, a 28 voltios c. c.

Los datos sensoriales de formas varias son aceptados por el procesador multisensorial que consta de preamplificadores de video y deflexión, así como de los circuitos de borrado y permanencia.

El control completo de este circuito generador, parcialmente digital y parcialmente analógico, proviene del panel de control táctico situado centralmente, desde donde alimenta al control de secuencia del procesador de datos, o a la unidad del control de modo del procesador multisensorial.

El piloto es capaz, por tanto, de obtener instantánea y automáticamente cualquier modo de presentación o combinación de imagen que su situación táctica exija.

Referencias

- [1] J. McGrath y G. Borden: Geographic Orientation in Aircraft Pilots: a Problem Analysis, informe técnico 751-1 para la Joint Army Navy Instrument Committee (Janair) por la Human Factors Research, Inc. Los Angeles, California, 1963.
- [2] A. William, Jr. y C. Hopkins: Aspects of Pilot Decision Making, informe técnico WADC 58—522 por el Aero Medical Laboratory, Wright Air Development Center, 1958.
- [3] I. Stambler: Big New Transports, Space/Aeronautics, volumen 46, número 3, páginas 54—64, Septiembre 1966.
- [4] L. H. Dulberger: Advanced Fighter-Attack Aircraft, Space/Aeronautics, volumen 45, número 4, páginas 80—93, Abril 1966.
- [5] L. H. Dulberger: Advanced Interceptor Aircraft, Space/Aeronautics, volumen 46, número 6, páginas 54—66, Diciembre 1966.
- [6] L. H. Dulberger: Advanced Strategic Bombers, Space/Aeronautics, volumen 45, número 6, páginas 62—75, Junio 1966.
- [7] L. H. Dulberger: Advanced Rotary-Wing Aircraft, Space/Aeronautics, volumen 47, número 4, páginas 68—82, Abril 1967.
- [8] B. Miller: IHAS Program May Establish Precedents in Concepts, Technology, Aviation Week and Space Technology, volumen 82, número 25, páginas 40—55, 21 Junio 1965.
- [9] B. Miller: Cost Factors Key to Future of ILAAS, Aviation Week and Space Technology, volumen 82, número 8, páginas 62—72, 22 Febrero 1965.
- [10] D. Brown: Sikorsky Plans Semi-Compound AAFSS, Aviation Week and Space Technology, volumen 82, número 19, páginas 105—106, 10 Mayo 1965.
- [11] B. Miller: Wide Use of F-111A Mk. 2 Avionics Seen, Aviation Week and Space Technology, volumen 84, número 23, páginas 93—103, 6 Abril 1966.
- [12] C. M. Plattner: A New System Readied for Tests on P-3C, Aviation Week and Space Technology, volumen 86, número 13, páginas 72—88, 27 Marzo 1967.
- [13] B. Miller: SST Avionics to Combine Proven Systems with Growth in Technology, Aviation Week and Space Technology, volumen 85, número 18, páginas 191—204, 31 Octubre 1966.
- [14] E. S. Guttman: Integrated Cockpit Displays, ITT Gilfillan Inc., Los Angeles, California, informe TEPL-2, Marzo 1964.
- [15] Navigational Situation Display with Cylindrically Shaped Film, patente 3209645 de los Estados Unidos and Integrated Navigational Situation Display with High Efficiency Light Beam Combiner, patente 3368448 de los Estados Unidos.
- [16] E. S. Guttman: Navigation Chart as a Design Element of an Integrated Avionics System presentado en el Symposium Dia/Janair sobre cartas aeronáuticas y presentadores cartográficos, Washington, distrito de Columbia, Noviembre 1966.

Eric S. Guttman nació en Berlín, Alemania, el 6 de Abril de 1904. Se graduó como doctor ingeniero en la Universidad Técnica de Berlín-Charlottenburg. Llegó a los Estados Unidos de América en 1938.

Sus actividades de investigación anteriores incluían calibres eléctricos de tensión, indicadores de disco de largo alcance, microscopios escolares y una variedad de instrumentos de inspección ópticos.

Cuando ingresó en la ITT Gilfillan en 1953, se especializó inmediatamente en presentadores aeronáuticos. En la actualidad es subdirector de la división de instrumentación electro-óptica.

El presente artículo describe su desarrollo de un presentador de situación de navegación por el que recibió una de las recompensas de 1966 concedidas por la International Telephone and Telegraph Corporation a los empleados por trabajos sobresalientes.

Cálculo numérico de la función de Erlang mediante un algoritmo de fracción continua

G. LEVY-SOUSSAN

ITT Laboratorios de España, Madrid

1. Introducción

La utilidad de la función de Erlang, es bien conocida para la resolución de los problemas de tráfico telefónico. Se han hecho distintas aproximaciones para el cálculo numérico, por una parte para los valores enteros del número de órganos x por medio de una relación de recurrencia, y por otra, para valores fraccionarios con fórmulas aproximadas. En algunos casos normales, son útiles estos métodos y gracias a ellos han podido obtenerse tablas, pero pueden perfeccionarse para problemas de algunos tipos, principalmente en la optimización de redes telefónicas y más generalmente para el caso de tener que resolver un sistema de ecuaciones implícitas en las que aparecen las funciones $E(A, x)$ por iteraciones sucesivas.

Se discute el principio mismo de estos métodos; no emplean un algoritmo continuo, que permitiría calcular el número de cifras exactas necesarias tomando la cantidad adecuada de términos, como por ejemplo, una serie convergente, una fracción continua o una serie asintótica.

Esta clase de algoritmo es muy práctica para utilizar calculadores electrónicos.

Se ha estudiado el desarrollo en fracción continua de la función de Erlang, desde los puntos de vista, de existencia, convergencia y rapidez de convergencia.

2. Definiciones

2.1 Función de Erlang

La función de Erlang está definida por:

$$E(A, x) = \frac{A^x e^{-A}}{\int_A^\infty e^{-t} t^{-x} dt} \quad (1)$$

donde "x" y "A" son números reales y positivos. Una fórmula equivalente es

$$E(A, x) = 1 - \int_0^\infty \left(1 + \frac{t}{A}\right)^x e^{-t} dt. \quad (2)$$

La función $E(A, x)$ es la probabilidad de pérdida en un grupo perfecto de "x" órganos, que sirven a un tráfico ofrecido de A erlangs, sobre la base de eliminación de llamadas pérdidas.

Para valores enteros de "x", esta función obedece a la ecuación recurrente.

$$E(A, x+1) = \frac{A \cdot E(A, x)}{x+1+A \cdot E(A, x)}, \quad (3)$$

$$E(A, 0) = 1.$$

que también es correcta, para valores no enteros de "x".

2.2 Fracciones continuas

Dada la función $f(x_0, x_1, \dots, x_p)$, se llama desarrollo en fracción continua de $f(x_0, x_1, \dots, x_p)$ a la expresión:

$$f(x_0, x_1, \dots, x_p) = F(x_0, x_1, \dots, x_p) \equiv \equiv b_0 + \frac{a_1}{b_1 + \frac{a_2}{b_2 + \frac{a_3}{b_3 + \frac{a_4}{\dots}}}} \quad (4)$$

Donde todas las a_i y b_i son funciones de variable real ó compleja x_j . Esta fracción continua se escribirá más fácilmente con el siguiente simbolismo:

$$F(x_i) = b_0 + \frac{a_1}{|b_1|} + \frac{a_2}{|b_2|} \dots + \frac{a_n}{|b_n|} + \dots; \quad (5)$$

Cuando ambas secuencias de a_i y b_i tienen solamente un número finito de términos, la fracción continua se dice limitada, si no, recibe el nombre de ilimitada. Todo lo más, un número finito de a_i y b_i puede ser igual a cero. La siguiente fracción continua limitada.

$$F_n(x_i) = b_0 + \frac{a_1}{|b_1|} + \frac{a_2}{|b_2|} \dots + \frac{a_n}{|b_n|} \equiv \frac{A_n}{B_n}. \quad (6)$$

Donde A_n y B_n son polinomios en a_i y b_i , se llama la n-ésima aproximante de $F(x_i)$. A_n y B_n son respectivamente el numerador y denominador de la aproximante n-ésima. Obedecen a la siguiente relación recurrente:

$$\begin{aligned} A_n &= b_n A_{n-1} + a_n A_{n-2}, \\ B_n &= b_n B_{n-1} + a_n B_{n-2}. \end{aligned} \quad (7)$$

$F_{2n}(x_i)$ es la aproximante de orden par y $F_{2n+1}(x_i)$ la aproximante de orden impar. En algunos casos es posible deducir dos fracciones continuas $P(x_i)$ e $I(x_i)$, cuyas aproximantes sucesivas son respectivamente las aproximantes pares e impares de $F(x_i)$.

2.3 Convergencia y velocidad de convergencia

Decimos que la fracción continua

$$F(x_i) = b_0 + \frac{a_1}{|b_1|} + \dots + \frac{a_n}{|b_n|} + \dots \quad (8)$$

converge hacia la función $f(x_i)$, si como máximo se anula un número finito de sus numeradores A_p , si la secuencia de sus aproximantes A_n/B_n tiende a un límite finito, y si:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (A_n/B_n) \equiv f(x_i)$$

Si estas condiciones no se satisfacen plenamente se dice que la fracción continua es divergente. A una fracción continua divergente no se le asigna ningún valor. Puede crecer indefinidamente u oscilar entre dos o más valores.

Una fracción continua converge uniformemente en un dominio D si converge para todos los valores de las variables en D y si la secuencia de sus aproximantes converge uniformemente en D .

Llamaremos velocidad de convergencia a la razón del número de dígitos significativos obtenidos por el orden de la aproximante que proporciona estos dígitos. Cuanto mayor es esta razón, tanto más rápida es la convergencia.

El error de la n-ésima aproximante es:

$$f(x_i) - F_n(x_i) = \varepsilon_n(x_i).$$

Entonces el número α de dígitos significativos será:

$$|e| < 1 \quad \frac{\varepsilon_n(x_i)}{F_n(x_i)} = e \cdot 10^{-\alpha} \quad (10)$$

y la velocidad de convergencia "r":

$$r = \frac{\alpha}{n} = \log_{10} \left[\frac{e \cdot F_n(x_i)}{f(x_i) - F_n(x_i)} \right]^{\frac{1}{n}} \quad (11)$$

3. Desarrollo en fracción continua de $E(A, x)$

3.1 Generalidades

La función gamma incompleta se define como:

$$\Gamma(a, x) = \int_x^\infty e^{-t} t^{a-1} dt \quad \begin{cases} \text{Re}(a) > 0, \\ \text{Re}(x) > 0. \end{cases} \quad (12)$$

De aquí $E(A, x)$ puede expresarse en términos de $\Gamma(1+x, A)$

$$E(A, x) = \frac{A^x e^{-A}}{\Gamma(1+x, A)} \quad (13)$$

supuesto $1+x > 0$ y $A > 0$.

Se ha probado (Stieltjes, Wall) que la función gamma incompleta puede desarrollarse en la siguiente fracción continua convergente.

$$\Gamma(1-a, x) = e^{-x} x^{-a} \times \left[\frac{1}{1} + \frac{a}{x} + \frac{1}{1} + \frac{a+1}{x} + \frac{2}{1} + \frac{a+2}{x} + \dots \right] \quad (14)$$

cuyo término general $\frac{a_i}{b_i}$ se expresa por:

$$\begin{cases} a_{2K} = a + K - 1 & b_{2K} = x \\ a_{2K+1} = K & b_{2K+1} = 1 \\ a_1 = 1 & b_0 = 0. \end{cases} \quad (15)$$

Si se escribe:

$$F(x, a) = \frac{1}{1} + \frac{a}{x} + \frac{1}{1} + \frac{a+1}{x} + \frac{2}{1} + \dots \quad (16)$$

Se obtiene así el desarrollo en fracción continua de $E(A, x)$:

$$E(A, x) = \frac{1}{F(A, -x)} \quad (17)$$

3.2 Aproximantes pares e impares

Como la fracción continua $F(a, x)$ puede contraerse, podemos escribir las fracciones continuas $P(A, -x)$ e $I(A, -x)$ que dan respectivamente las aproximantes par e impar de $E(A, x)$:

$$E(A, x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{P_n(A, -x)} \sim \frac{1}{I_n(A, -x)} \right] \quad (18)$$

con

$$P_n(A, -x) = \frac{A}{A-x} + \frac{x}{A-x+2} + \frac{2(x-1)}{A-x+4} + \dots + \frac{n(x-n+1)}{A-x+2n} \quad (19)$$

$$I_n(A, -x) = 1 + \frac{x}{A+1-x} + \frac{x-1}{A+3-x} + \dots + \frac{(n-1)(x-n+1)}{A+2n-1-x} \quad (20)$$

El cálculo simultáneo de $P_n(A, -x)$ e $I_n(A, -x)$ es particularmente conveniente porque en el dominio de convergencia dan límites superior e inferior del valor de la función buscada.

Se pueden considerar tres casos:

- Caso 1: $1/P_n(A, -x) < E(A, x) < 1/I_n(A, -x)$
- Caso 2: $1/I_n(A, -x) < E(A, x) < 1/P_n(A, -x)$ cualquiera que sea "n" en ambos casos.
- Caso 3: Los casos 1 y 2 ocurren alternativamente al crecer "n".

De este modo en cada paso del cálculo, se obtienen límites superior e inferior de la función. Además, de acuerdo con Euler, las aproximantes par e impar dan una mejor aproximación a la función que el correspondiente desarrollo asintótico.

4. Resultados

4.1 Algoritmo de cálculo, coste por aproximante

El proceso de cálculo puede hacerse empezando por el fin o por el principio de la fracción continua.

En el último caso, ha de usarse la relación recurrente (7); la estabilidad no está garantizada; el resultado se obtiene como la razón de dos números grandes casi iguales, lo que no es conveniente en análisis numérico.

Hemos preferido en consecuencia el algoritmo de "empezar por el final" que da la secuencia fácilmente programable:

$$\begin{aligned} & b_n \\ & a_n/b_n \\ & b_{n-1} + a_n/b_n \\ & a_{n-1}/(b_{n-1} + a_n/b_n) \\ & \dots \\ & \dots \end{aligned}$$

El coste del cálculo simultáneo de las aproximantes n -ésimas I_n y P_n es

$$n \text{ (1 multiplicación + 2 divisiones).}$$

Con el tipo de ordenador empleado, este tiempo llega en doble precisión a $1,2n$ milisegundos.

Por ejemplo se han obtenido los siguientes tiempos de cálculo:

$$61.2 \text{ milisegundos para } E(1, 10^{-3}).$$

$$12.0 \text{ milisegundos para } E(10, 0,9).$$

$$4.8 \text{ milisegundos para } E(100, 0,9).$$

Los tiempos son válidos para un IBM 360-40, usando Fortran IV y doble precisión (16 cifras significativas). El cálculo se detiene cuando se cumple una de las dos condiciones siguientes:

$$\text{— si } n = 200$$

$$\text{— si } \left[\frac{I_n - P_n}{I_n} \right] < 10^{-14},$$

Lo que asegura un mínimo de 14 cifras significativas iguales para I_n y P_n .

La impresión de los resultados se hace con coma flotante con 11 cifras significativas.

Los resultados se han comparado con los valores dados en las tablas de C. Palm.

El margen explorado ha sido el siguiente:

— para A , entre 10^{-2} y 10^6 , para las potencias enteras de 10;

— para x , entre 10^{-5} y 10^6 , para potencias enteras de 10, para los valores $5 \cdot 10^i$, y para algunos valores enteros o fraccionarios especiales.

4.2 Dominio de convergencia práctica

Sabemos que el desarrollo en fracción continua de $E(A, x)$ converge para todos los valores positivos de A y x . Sin embargo, cuando x es entero, la fracción continua es limitada, con $2x$ términos (p. ej. para I_n y P_n , $n = x$). Puede verse que en este caso $I_x = P_x$. Se alcanza así la mayor precisión; depende de los errores de redondeo, de acuerdo con el número de cifras con que se ha realizado el cálculo, cuyos errores pueden variar con A y x .

La exactitud obtenida es de hecho bastante buena en el "dominio de convergencia práctica" que se define posteriormente; llega hasta 14 cifras significativas por ejemplo en los siguientes casos con las n -ésimas aproximantes:

- $x = 5 \quad A = 10 \quad n = 5$
- $x = 10 \quad A = 10 \quad n = 10$
- $x = 10 \quad A = 10^2 \quad n = 5$
- $x = 10^2 \quad A = 10^3 \quad n = 4$.

Para $x > A > 1$, la convergencia es muy lenta, y hay casos en que la precisión no puede estimarse porque una de las aproximantes I_n ó P_n es divergente o converge hacia un valor negativo. La frontera desde la que la convergencia se hace demasiado lenta no es fácil de definir. El único resultado que hemos obtenido es que tal frontera solamente existe si $x > A$, y estos valores de x varían con A .

Entonces tenemos que definir un "dominio de convergencia práctica", para realizar las aplicaciones prácticas, como sigue:

- $A > 0$: tan grande como se desee.
- $0 < x < A$: "x" debe estar limitada por los valores de A .

4.3 Velocidad de convergencia según "A"

La velocidad de convergencia de I_n ó P_n aumenta rápidamente con A . La figura 1 muestra en escala semilogarítmica el número de cifras significativas exactas de I_n , en función de n , para los siguientes valores de A : $10^{-1}, 10^0, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6$.

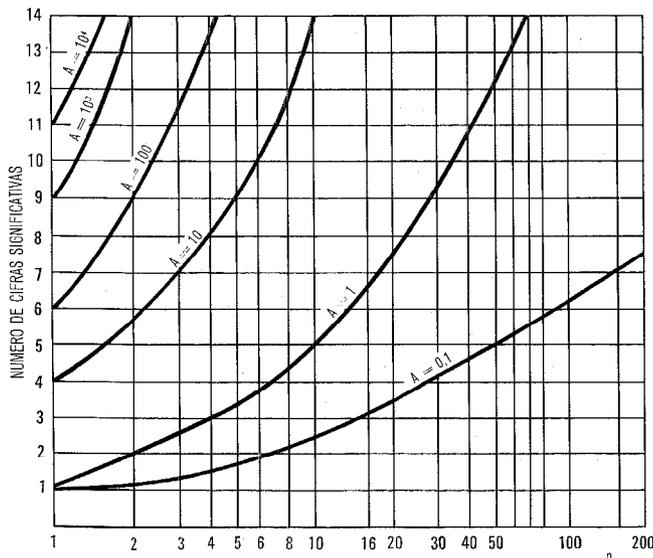


Fig. 1 Variación del número de cifras significativas exactas en función del orden de la aproximante para $x = 0,9$ y diversos valores de A .

Tabla 1 -

$x = 0,9, A_1 = 0,1, A_2 = 1, A_3 = 10, A_4 = 10^2, A_5 = 10^3, A_6 = 10^4$

Nº. de cifras exactas	A_1		Nº. de cifras exactas	A_2		Nº. de cifras exactas	A_3	
	$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$
1	1	7	1	1	1	1	↓	↓
2	↓	9	2	2	↓	2	↓	↓
3	15	29	3	↓	3	3	↓	↓
4	30	58	4	6	6	4	1	1
5	52	↓	5	11	8	5	↓	↓
6	83	112	6	14	12	6	↓	2
7	151	125	7	15	↓	7	3	3
8	173	178	8	20	↓	8	4	4
9			9	26	29	9	↓	5
10			10	33	34	10	6	↓
11			11	39	44	11	7	6
14			14	68	68	14	10	10

Nº. de cifras exactas	A_4		Nº. de cifras exactas	A_5		Nº. de cifras exactas	A_6	
	$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$
1	↓	↓	1	↓	↓	1	↓	↓
2	↓	↓	2	↓	↓	2	↓	↓
3	↓	↓	3	↓	↓	3	↓	↓
4	↓	↓	4	↓	↓	4	↓	↓
5	↓	↓	5	↓	↓	5	↓	↓
6	↓	↓	6	↓	↓	6	↓	↓
7	↓	↓	7	↓	↓	7	↓	↓
8	↓	↓	8	↓	↓	8	↓	↓
9	↓	↓	9	↓	↓	9	↓	↓
10	↓	↓	10	↓	↓	10	↓	↓
11	3	2	11	↓	1	11	↓	↓
14	4	4	14	2	2	14	2	2

El valor de x se ha mantenido constante, igual a 0,9. Estas curvas se han dibujado a partir de la tabla 1.

Debe hacerse notar que la cuarta aproximante, da ya 14 cifras, significativas exactas para $A \geq 100$.

Para $A \geq 1$, $n = 68$ es suficiente para asegurar estas 14 cifras significativas y para $A = 0,1$ solamente se obtienen 7 cifras con $n = 200$.

4.4 Velocidad de convergencia en función de "x"

La velocidad de convergencia de I_n ó P_n disminuye cuando x aumenta y hemos dicho un límite práctico sería $x \leq A$ cuando $A > 1$.

La figura 2, dibujada de la tabla 2, muestra el número de cifras significativas obtenidas para I_n , de nuevo en escalas semilogarítmicas, en función de n . Los valores elegidos han sido $A = 10^{-1}$ y:

$$x = 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}, 1, 0,5.$$

Se ha elegido el último valor $x = 1,05$ para evitar el valor singular $x = 1$ para el cual la fracción continua es limitada y converge muy rápidamente ($n = 1$ da ya 14 cifras exactas).

La velocidad de convergencia aumenta cuando x disminuye pero de una forma menos marcada que lo que aumenta con A . Necesitamos llegar hasta $n = 100$ para obtener respectivamente 9, 8, 7, 6, 5, 5 cifras exactas para estos valores de x . Nótese que la velocidad de convergencia aumenta aproximadamente como el logaritmo de (A/x) .

Cálculo de la función de Erlang

Tabla 2 -

$A = 10^{-1}, x_1 = 10^{-5}, x_2 = 10^{-4}, x_3 = 10^{-3}, x_4 = 10^{-2}, x_5 = 10^{-1}, x_6 = 1,05$

Nº. de cifras exactas	x_1		Nº. de cifras exactas	x_2		Nº. de cifras exactas	x_3	
	$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$
1			1			1		
2			2			2	1	1
3			3			3		4
4	1	1	4	1	1	4	24	13
5		4	5	23	14	5	37	31
6	23	14	6	33	33	6		51
7	33	33	7	57	58	7	95	84
8	54	62	8	80	104	8	114	158
9	97	83	9	153	116	9		
10	121	130	10			10		
11			11			11		
14			14			14		

Nº. de cifras exactas	x_4		Nº. de cifras exactas	x_5		Nº. de cifras exactas	x_6	
	$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$
1	1	1	1	2	10	1	11	11
2	2		2	12	17	2	14	
3	10		3	26	43	3	37	41
4	27	46	4	56	55	4	67	62
5	55	59	5	77		5	87	100
6	86	90	6	112	140	6		123
7	130	122	7	198	154	7	175	174
8	165	173	8			8		
9			9			9		
10			10			10		
11			11			11		
14			14			14		

Tabla 3 -

$A = 1, x_1 = 10^{-5}, x_2 = 10^{-4}, x_3 = 10^{-3}, x_4 = 10^{-2}, x_5 = 10^{-1}, x_6 = 1,05$

Nº. de cifras exactas	x_1		Nº. de cifras exactas	x_2		Nº. de cifras exactas	x_3	
	$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$
1			1			1		
2			2			2		
3			3			3	1	1
4			4	1	1	4	2	
5	1	1	5	2		5	4	4
6	2		6	4	4	6	8	6
7	4	4	7	7	6	7	10	10
8	7	6	8	10	9	8	13	15
9	10	10	9	13	16	9	18	26
10	14	14	10	19	18	10	23	27
11	17	25	11	24	24	11	30	29
14	37	37	14	43	43	14	51	51

Nº. de cifras exactas	x_4		Nº. de cifras exactas	x_5		Nº. de cifras exactas	x_6	
	$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$		$n(I)$	$n(P)$
1			1	1	1	1	1	
2	1	1	2	2	3	2	2	1
3	2		3	3	4	3	3	3
4	4	4	4	7	6	4	4	5
5	7	7	5	9		5	5	7
6	10	10	6	13	16	6		
7	13		7	18	18	7	15	15
8	17	22	8	22	26	8	20	20
9	23	26	9	28	33	9	26	27
10	28		10	35	39	10	31	32
11	36	36	11	48	41	11	38	38
14	60	60	14	69	69	14	65	68

La figura 3 y tabla 3 son las correspondientes para $A = 1$ y los mismos valores de x . El aspecto es similar, pero la pendiente de las curvas ha aumentado. La curva $x = 1,05$ es más pendiente que las otras; ésto es debido igualmente a su vecindad con $x = 1$, es decir, $x = A$.

También para $n = 10$ se obtiene respectivamente 9, 8, 7, 6, 5 cifras exactas.

La comparación de las figuras 2 y 3 puede mostrar también la velocidad de convergencia según A ; se obtiene el mismo número de cifras exactas con $n = 10$ para $A = 1$ y $n = 100$ para $A = 0,1$.

4.5 Límites superior e inferior suministrados por P_n e I_n

En el dominio de convergencia práctica, las aproximantes P_n e I_n siempre proporcionan un límite superior e inferior de $E(A, x)$.

Si $2p < x < 2p + 1$, la aproximante $I_n(A, -x)$ dá un límite superior y la aproximante $P_n(A, -x)$ un límite inferior a $1/E(A, x)$, caso nº 1.

Si $2p - 1 < x < 2p$, los papeles de I_n y P_n se cambian, caso nº 2.

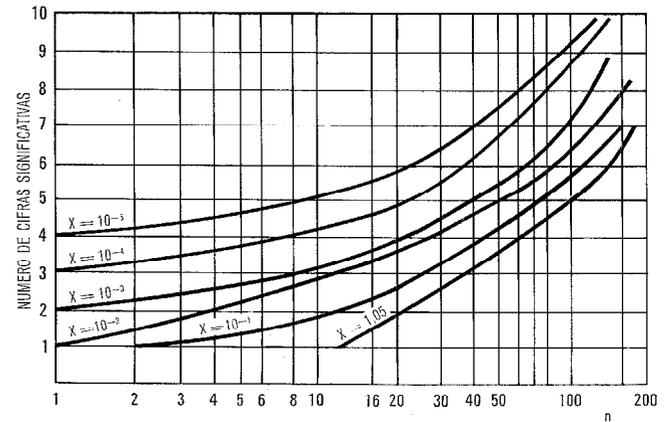


Fig. 2 Variación del número de cifras significativas exactas en función del orden de la aproximante para $A = 0,1$ y diversos valores de x .

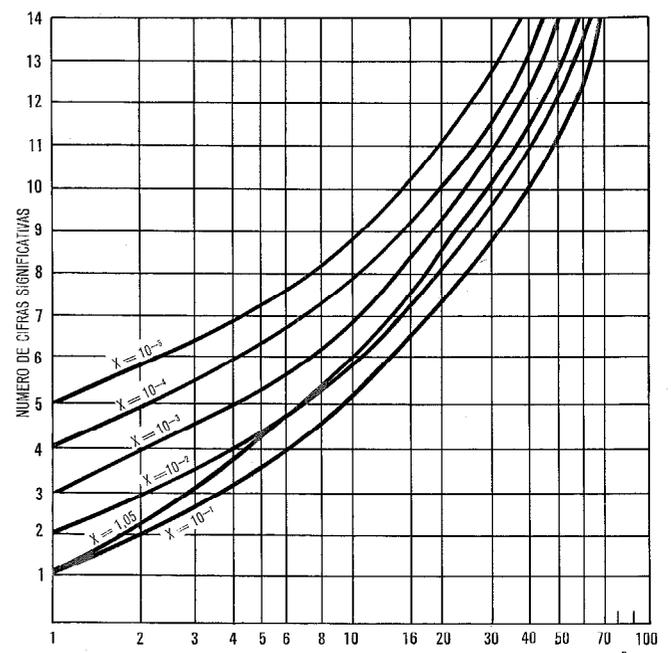


Fig. 3 Variación del número de cifras significativas exactas en función del orden de la aproximante para $A = 1$ y diversos valores de x .

Si x es un entero, I_n y P_n proporcionan alternativa- mente un límite superior e inferior. Las aproximantes pares de $I(A, -x)$ y las impares de $P(A, -x)$ propor- cionan límites superiores; las impares de I y las pares de P suministran límites inferiores, caso n° 3.

La figura 4 ilustra estos 3 casos, mostrando la peculiar aproximación que ocurre en el caso n° 3.

4.6 Método de cálculo de $E(A, x)$ usando fracciones continuas continuas

Se ha visto que para $x \leq A$, el algoritmo de fracción continua puede usarse directamente, porque entonces la convergencia es regular y rápida. Pero en los cálculos de tráfico usuales, x es mayor que A . Puede escribirse entonces $x = p + \theta$, siendo θ la parte fraccionaria de x y $p > A$.

Si se calcula $E(A, A-1 + \theta)$ mediante el algoritmo de fracciones continuas, entonces puede emplearse la fórmula clásica de recurrencia para obtener $E(A, x)$. Haciendo ésto se conservan las ventajas de precisión controlada de las fracciones continuas y se puede calcular $E(A, x)$ cualquiera que sea x . Se ahorran $A-n$ pasos de la recurrencia clásica respecto de su aplicación desde el principio, siendo n el orden de la aproximante que proporciona la exactitud requerida. Esto no siempre significa ahorro en tiempo de máquina porque el coste

de un paso de recurrencia es solamente 1 multiplicación + 1 división.

Esta elección es un punto óptimo para conservar la aplicación de las fracciones continuas en un dominio en que convergen con suficiente rapidez.

5. Comparación con otros métodos de cálculo

Para determinar un valor deseado de $E(A, x)$, existe el inconveniente de que aún no se ha encontrado un desarrollo en serie útil de esta función. Para valores no enteros de x , han de usarse fórmulas aproximadas, cuya exactitud puede discutirse.

5.1 Recurrencia clásica

Solamente puede aplicarse con precisión conocida cuando se conoce el valor de partida, es decir, para valores enteros de x . Todas las tablas existentes se basan en su empleo. R. Fortet y L. Gautier han demos- trado que los errores de redondeo solo aumentan lenta- mente con x . También es útil una vez que se conoce un valor de comienzo para valores no enteros de x .

5.2 Método de Y. Rapp

Es una extensión de la recurrente clásica, comenzando desde $E(A, \theta)$ donde θ es la parte fraccionaria de x . Y Rapp propone el cálculo $E(A, \theta)$ mediante una fór- mula de aproximación parabólica. Compara la exactitud de su aproximación por comparación con $E(A, 0,5)$, por- que es cierto que el error sería máximo para $\theta = 1/2$. Pero ya usa una aproximación de $E(A, 0,5)$ que sola- mente puede decirse que es buena para grandes A . El valor de la aproximación es, por consiguiente, discutible para pequeños valores de A .

5.3 Método de E. Szybicki

Sólo difiere del precedente por el tipo de la fórmula de aproximación, se usan tres puntos y es válido hasta $x = 2$.

5.4 Comparaciones

Puede ser interesante calcular con exactitud el error alrededor de los valores exactos con los métodos de Rapp y Szybicki, y mediante fracciones continuas para $x = 0,5$ y diferentes valores de A .

En todos los casos se ha comprobado la convergencia de este último método.

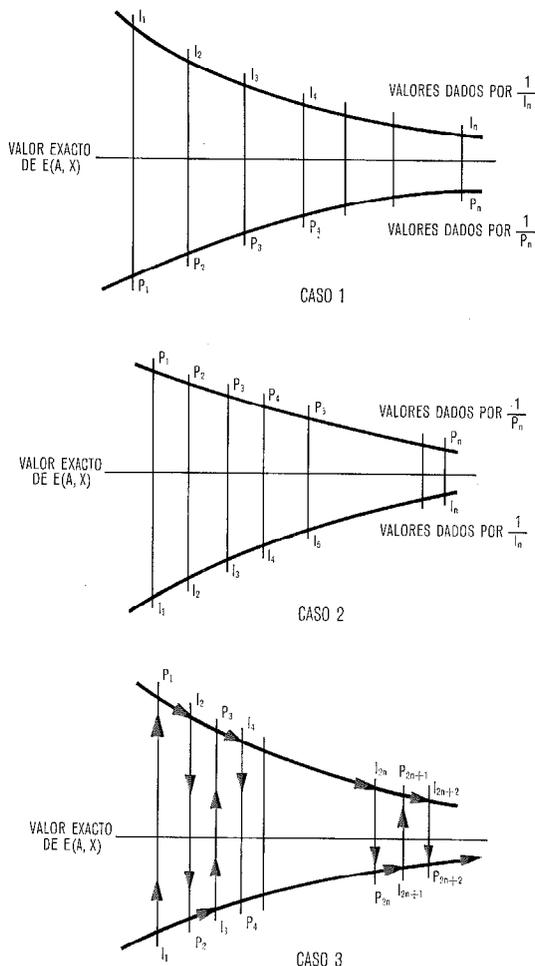


Fig. 4 Diagrama que muestra los tres casos posibles en la acotación del verdadero valor de la función mediante las sucesivas aproximantes.

A	Szybicki	Rapp	Levy-Soussan	
0.1	$1 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$n = 200$
1	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-14}$	$n = 73$
10	$2 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-14}$	$n = 10$
100	$1 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-14}$	$n = 4$

Está claro que para varios valores de A , los errores no son de igual magnitud, de forma que el uso de la fórmula aproximada no es muy interesante cuando se dispone de ordenadores.

Además la estimación del dominio en que pueden ser útiles, y fuera del cual pueden dar resultados erróneos, no puede hacerse fácilmente con el ordenador. En optimización de redes por ejemplo, la subrutina "cálculo de $E(A, x)$ " se usa frecuentemente dentro de procesos iterativos, sin ningún conocimiento de los valores intermedios de A y x utilizados. La exactitud obtenida en el resultado final es por tanto desconocida, y puede ser insuficiente en algunos casos.

Por el contrario parece más ventajoso usar el algoritmo automático en el que siempre se alcance la exactitud requerida incluso si cuesta más tiempo de máquina.

6. Conclusión

Se pueden resumir las siguientes ventajas del algoritmo de fracciones continuas para el cálculo numérico de $E(A, x)$:

- Es aplicable para todos los valores de x , enteros o fraccionarios.
- Puede programarse fácilmente en un ordenador electrónico.
- Garantiza la precisión requerida porque proporciona límites superior e inferior de la función.

Se ha mostrado como el uso de un desarrollo en fracción continua puede ser útil cuando no se dispone de los medios clásicos para el cálculo numérico de una función.

El algoritmo presentado anteriormente es conveniente porque es de gran aplicación en los ordenadores disponibles actualmente. E incluso cuando existe y converge

un desarrollo en serie, se ha demostrado (Lévy-Soussan) que ambos métodos son complementarios: la velocidad de convergencia de uno aumenta cuando la del otro disminuye.

Bibliografía

I. Sobre fracciones continuas

- [1] H. S. Wall: Continued Fractions, Van Nostrand, N. Y. 1948.
- [2] T. J. Stieltjes: Recherches sur les fractions continues. Mémoire présenté par divers savants à l'Académie des Sciences, tome 32, série, n°2, p. 1—197. Imprimerie Nationale, Paris, 1902.
- [3] L. Euler: Introduction in analysis infinitorum, Vol. 1, chapitre 18, 1748.
- [4] G. Levy-Soussan: Applications des fractions continues à la programmation de quelques fonctions remarquables, Tesis, Grenoble, 1962.

II. Sobre la función de Erlang

- [5] Y. Rapp: Planning of junction network in a multi-exchange area, Ericsson Tech. 1, p. 77—130, 1964.
- [6] E. Szybicki: Some numerical methods used for telephone traffic theory applications, Ericsson Tech. 2, p. 204—209, 1964.
- [7] C. Palm: Table of the Erlang Loss formula, Kingl. Telestyrelsen, Stockholm, 1964.

Guy Levy-Soussan nació en 1936 en Casablanca (Marruecos). Recibió su diploma de ingeniero de la Ecole Nationale Supérieure de Besançon, Francia, y posteriormente se doctoró en matemáticas aplicadas en el Institut de Mathématiques Appliquées de Grenoble, Francia.

De 1962 á 1966, estuvo trabajando en el Instituto Oceanográfico de Mónaco, bajo la supervisión del Comandante Cousteau. Entre sus varias funciones fué jefe del Centro de Proceso de Datos para el proyecto "Précontinent III".

De 1966 á 1967, ha sido jefe de proyecto en el grupo C. A. D. E. de los Laboratorios ITT de España en Madrid.

Es ahora consultor técnico para información en Mónaco.

Cálculo de redes de enlace urbanas con ruta alternativa por ordenador

K. W. OTT
 F. J. DE LOS RIOS
 ITT Laboratorios de España, Madrid

1. Introducción

1.1 En 1966 se inició en el Laboratorio de ITT en Madrid un proyecto, cuyo propósito era desarrollar medios y métodos de asistencia, mediante ordenador, para la planificación de redes telefónicas. Las ventajas del empleo de ordenadores en este campo son importantes.

a) *Ganancia de tiempo.* Usando un ordenador puede realizarse mucho más rápidamente la planificación. En un caso práctico, el tiempo necesario de 3 semanas para la planificación manual, fué reducido a 2 días usando un ordenador, de los cuales solamente una hora fué tiempo de ordenador.

b) *Muchas alternativas.* Por los métodos manuales, uno está evidentemente limitado en el número de alternativas que puede calcular, por la mano de obra y el tiempo disponible. Mediante el empleo de un programa de ordenador pueden calcularse muchas soluciones diferentes, basadas en distintas hipótesis, con la misma mano de obra y el mismo tiempo.

c) *Aumento de confianza en los resultados.* Una vez que el programa de ordenador está completamente probado, no puede haber más errores de cálculo. Los resultados obtenidos son correctos. Además, la confianza en una propuesta puede verse sustancialmente incrementada si está soportada por una comparación con un cierto número de alternativas diferentes.

1.2 Uno de los primeros problemas atacados en el ITTLE fué el "Cálculo de redes urbanas de enlace en ruta alternativa". Este programa de ordenador se describirá en las siguientes páginas. Aunque basados en firmes consideraciones teóricas, no intentamos desarrollar ninguna teoría en particular; el programa tiene una aplicación práctica inmediata.

Debe ponerse de relieve que no se intenta usar el ordenador simplemente como una calculadora de mesa más potente. De acuerdo con ésto, el esfuerzo se ha dirigido a encontrar nuevas hipótesis y nuevos algoritmos para facilitar la optimización con respecto a criterios económicos y a las restricciones de la explotación práctica de la red.

El presente estudio permite, para un área urbana dada, el cálculo del número de enlaces entre las centrales y entre centrales y tandem de este área, teniendo en cuenta el encaminamiento alternativo. (Implicando el cálculo de rutas de primera y segunda elección). Los enlaces se suponen unidireccionales. Las reglas y métodos se aplican tanto a las extensiones de redes existentes (etapas final e intermedia), como al cálculo de la red inicial.

2. El método

2.1 Planteamiento del problema

El programa calcula a partir de una cierta información de entrada el número de enlaces entre todas las centra-

les, entre centrales y tandem y entre tandem y centrales para un grado de servicio dado.

Se requieren los siguientes *datos de entrada*:

- matriz de tráfico A_{ij} conteniendo el tráfico entre todas las centrales en el área (en Erlangs),
- matriz de costes C_{ij} conteniendo el coste por enlace entre cada pareja de centrales i y j ,
- matrices de coste C_{ik} y C_{kj} conteniendo el coste por enlace entre cada central i y tandem k y entre cada tandem k y central j respectivamente,
- matriz de rutas conteniendo datos acerca de los encaminamientos posibles entre dos centrales, p. ej. posibilidad de una ruta directa y/o ruta tandem para el encaminamiento de segunda elección.
- mínimos y máximos. Para cada pareja de centrales pueden especificarse números máximo y mínimo de enlaces. Esta característica permitirá tener en cuenta la planta existente o cualquier otra restricción.
- grado de servicio. Ha de especificarse el grado de servicio total medio.
- coste de conmutación. El coste medio marginal de conmutar un erlang en una central tandem.

Se supone, por el momento, que el tráfico tiene solamente dos alternativas para pasar de la central origen a su destino: la ruta directa y la ruta de segunda elección pasando a través de un solo tandem (ver Fig. 1). Una generalización del programa cubrirá el caso de dos tandem en serie (ver Fig. 2).

Se calcularán por el programa de ordenador los siguientes resultados:

- número de enlaces directos entre todas las centrales en el área,
- número de enlaces entre todas las centrales y los tandem, así como entre todos los tandem y las centrales,
- el tráfico cursado por todas estas rutas (media, varianza, degeneración),
- costes.

Los resultados representan un óptimo económico.

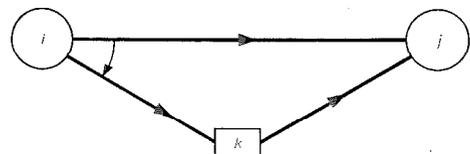


Fig. 1 Ruta directa y tandem.

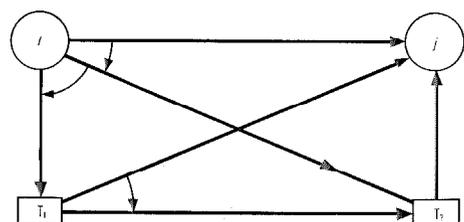


Fig. 2 Ruta con dos tandem en serie.

2.2 Algoritmo de resolución

El algoritmo de resolución consiste en el cálculo de una solución básica seguida por iteraciones sucesivas (ver Fig. 3).

a) Cálculo de la solución básica

Se calcula un número aproximado de uniones directas entre todas las centrales usando una fórmula empírica (ver 3.2).

Basado en estos números, se calcula el tráfico de desbordamiento para todas las rutas directas y de aquí las rutas tandem usando la inversa de las fórmulas de Wilkinson.

La exactitud de la solución básica influye en la rapidez de convergencia de la siguiente iteración.

b) Iteración

Partiendo de la solución básica se calcula una serie de iteraciones, iteración 1, 2, etc. Cada paso de iteración

produce una nueva red más económica. Este proceso continúa, hasta que no ocurren en la red más cambios, entre dos iteraciones sucesivas. Normalmente se requieren de tres a cinco iteraciones.

Para cada iteración se deduce la nueva red mediante otra serie de iteraciones: cada pareja de centrales se optimiza, teniendo en cuenta los enlaces tandem previamente calculados. Cuando se considera una pareja única, es imposible aislar el tráfico de desbordamiento del tráfico que pasa a través del tandem considerado, y en consecuencia los cálculos (para las parejas) son interdependientes a causa de las rutas tandem, que son comunes para varias centrales. Puede observarse un fenómeno análogo al que se produce por los acoplamientos mecánicos.

c) Grupos y rutas comunes

Por razones prácticas se ha introducido el concepto de "grupo". Un "grupo" es un conjunto de centrales que tienen comunes los enlaces a ó desde los tandem. (Típicamente, serían centrales situadas en el mismo edificio). Es posible entonces hablar de "grupos origen" y "grupos destino".

También se ha introducido el término "ruta común". Una ruta común es una ruta directa utilizada conjuntamente por dos o más centrales origen. (Esto disminuye el número de enlaces: todo el tráfico se supone concentrado en una de las centrales origen, mientras el resto de ellas se considera no tienen tráfico alguno).

Estos dos conceptos son necesarios en la descripción de casos prácticos (ver Fig. 4).

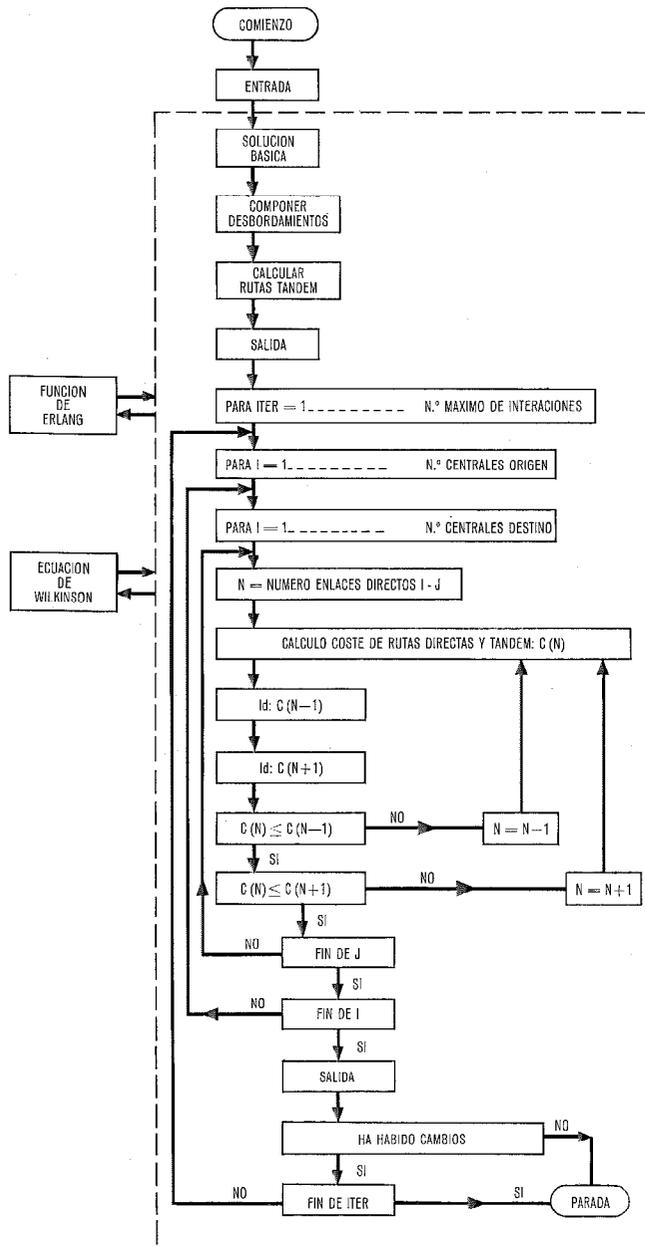


Fig. 3 Diagrama lógico del algoritmo.

3. Las ecuaciones

3.1 Notaciones

Grupo de origen	<i>I</i>
Grupo destino	<i>J</i>
Central origen	<i>i</i>
Central destino	<i>j</i>
Tandem	<i>k</i>
Tráfico sobre <i>i</i> y <i>j</i>	A_{ij}
Coste por enlace entre <i>i</i> y <i>j</i>	C_{ij}
Coste por enlace entre <i>i</i> y <i>k</i>	C_{ik}
Coste por enlace entre <i>k</i> y <i>j</i>	C_{kj}
Coste medio marginal de conmutación en el tandem (por Erlang)	<i>SW</i>
Número de enlaces entre <i>i</i> y <i>j</i>	n_{ij}
Media y varianza del tráfico sobre la ruta tandem	M_I y V_I
Tráfico de desbordamiento	M_{ij}
Congestión en ruta directa	$E(A_{ij}, n_{ij})$
Congestión condicional en ruta tandem	E_{iI} ó E_{iJ}
Grado de servicio	E_{ij}

3.2 Fórmulas

Para una primera aproximación, solución básica, el número de enlaces en una conexión directa está dado por: n_{ij} de forma que,

$$E(A_{ij}, n_{ij}) - E(A_{ij}, n_{ij} + 1) = \frac{\epsilon}{A_{ij}} [1 - 0.3(1 - \epsilon^2)]. \quad (1)$$

Donde $E(A, n)$ representa la función de congestión de Erlang y la razón entre los costes de la ruta directa y de la ruta tandem.

$$\varepsilon = \frac{C_{ij}}{C_{Ik} + C_{kJ} + \frac{1}{2} SW} \quad (2)$$

La congestión en las rutas directas se calcula por:

$$E(A_{ij}, n_{ij}) = \frac{\frac{A_{ij}^{n_{ij}}}{n_{ij}!}}{\sum_{v=0}^{n_{ij}} \frac{A_{ij}^v}{v!}} \quad (3)$$

Las medias y varianzas de los tráficos tandem están dados por la fórmula de Wilkinson:

$$\begin{aligned} M_{ij} &= A_{ij} E(A_{ij}, n_{ij}) \\ V_{ij} &= M_{ij} \left[1 - M_{ij} + \frac{A_{ij}}{n_{ij} + 1 + M_{ij} - A_{ij}} \right] \end{aligned} \quad (4)$$

tráfico total de un "grupo" a un tandem

$$M_I = \sum_j M_{ij}; \quad V_I = \sum_j V_{ij} \quad (5)$$

tráfico total de un tandem a un "grupo"

$$M_J = \sum_i M_{ij}; \quad V_J = \sum_i V_{ij} \quad (6)$$

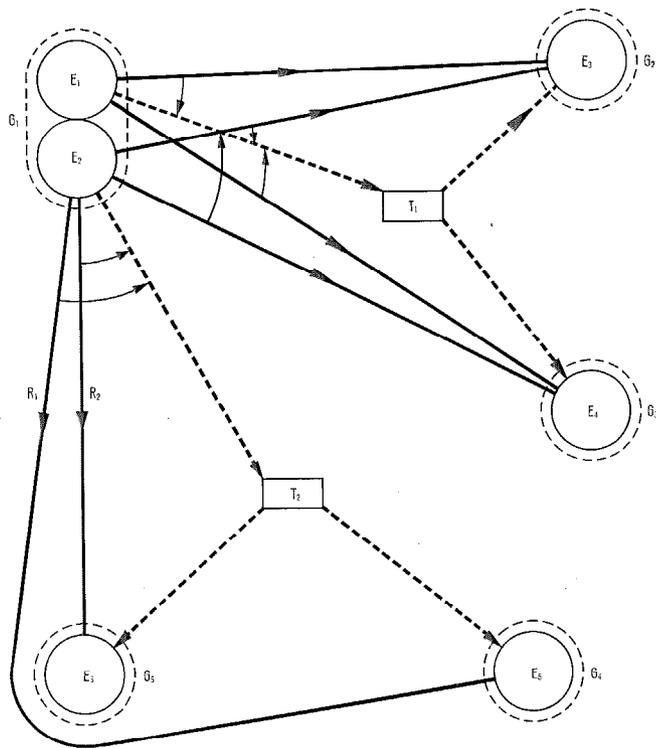


Fig. 4 Esquema de un caso práctico para
 — seis centrales,
 — dos tandem,
 — cinco grupos,
 — R₁ ruta común desde las centrales 1 y 2 a la central 5.
 — R₂ ruta común desde las centrales 1 y 2 a la central 5.
 (Solo se muestran las rutas de salida del grupo 1)

El tráfico de puro azar, equivalente al tráfico en la ruta tandem, se calcula por inversión de las ecuaciones de Wilkinson:

Se buscan n_I y A_I para que:

$$\left. \begin{aligned} A_I E(A_I, n_I) &= M_I \\ 1 - M_I + \frac{A_I}{M_I + 1 + n_I - A_I} &= \frac{V_I}{M_I} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Esta inversión se hace por medio de un proceso de iteración de segundo grado, partiendo de un valor inicial aproximado:

$$(A_I)_0 = V_I + 3 \frac{V_I}{M_I} \left(\frac{V_I}{M_I} - 1 \right) \quad (8)$$

El coste en el caso de "n" enlaces directos entre i y j es:

$$Cn_{ij} = C_{ij} n_{ij} + C_{Ik} m_I + C_{kJ} m_J + (M_I + M_J) \frac{SW}{2} \quad (9)$$

El número de enlaces entre grupo/tandem es m_I de forma que:

$$\frac{A_I E(A_I, n_I + m_I)}{\sum_j A_{ij}} = \frac{\bar{E}}{2} \quad (10)$$

donde \bar{E} es el grado de servicio medio impuesto sobre el conjunto de la red. Una fórmula análoga se usa para calcular m_I (tandem/grupo).

La congestión condicional en grupo/tandem es tal que:

$$E_{tI} = \frac{E(A_I, n_I + m_I)}{E(A_I + n_I)} = \frac{A_I E(A_I, n_I + m_I)}{\sum_j M_{ij}} \geq \frac{\bar{E}}{2} \quad (11)$$

Aproximadamente, el grado de servicio, para cada pareja, está dado por:

$$E_{ij} = E(A_{ij}, n_{ij}) [E_{tI} + E_{tJ}] \quad (12)$$

y el grado de servicio medio por:

$$\sum_i \sum_j A_{ij} E_{ij} = \bar{E} \sum_i \sum_j A_{ij} \quad (13)$$

Las degeneraciones para las rutas tandem se definen como:

$$\frac{V_I}{M_I}; \quad \frac{V_J}{M_J} \quad (14)$$

4. Herramientas matemáticas

4.1 Función de Erlang

Las ecuaciones y fórmulas necesitan hacer un uso continuo de la función de congestión de Erlang. Esta función se define (3), para valores enteros de n , y por

$$E(A, x) = \frac{A^x e^{-A}}{\int_A^\infty e^{-t} t^x dt} \quad (15)$$

para valores positivos de x que pueden ser enteros o no.

Tendremos que utilizar esta fórmula en dos formas distintas, para el cálculo de la pérdida $P = E(a, x)$, conociendo P y A , y para el cálculo de la inversa (número de enlaces, dados pérdida y tráfico).

Para ésto, es necesaria una aproximación muy buena de la función misma, y también una forma de obtener los resultados con la precisión deseada.

Esto nos hizo introducir un nuevo método, basado en un desarrollo en fracción continua de la función de Er-

lang: (relacionado con el desarrollo de la función gamma incompleta). En efecto:

$$E(A, x) = \frac{A^x e^{-A}}{\Gamma(1+x, A)} \quad (16)$$

con

$$\Gamma(a, u) = \int_u^\infty e^{-t} t^{a-1} dt \quad (17)$$

Stieltjes ha probado:

$$\Gamma(1-a, u) = e^{-u} u^{-a} F(u, a)$$

con

$$F(u, a) = \frac{1}{1} + \frac{a}{u} + \frac{1}{1} + \frac{a+1}{u} + \frac{2}{1} + \frac{a+2}{u} + \dots \quad (19)$$

así,

$$E(A, x) = \frac{1}{F(A, -x)} \quad (20)$$

Se ha estudiado esta fracción continua. Converge con rapidez especialmente para $x < A$.

Usando esta forma de F , se obtienen sucesivas aproximaciones "pares" e "impares", que encierran a la función entre límites superior e inferior. La precisión alcanzable está limitada solamente por el número de aproximaciones calculadas y el número de dígitos en el cálculo.

Este método es especialmente ventajoso en el cálculo de $E(A, x)$ en un ordenador electrónico. El cálculo se interrumpe automáticamente cuando se ha obtenido una cierta precisión. Esto es de gran importancia en programas del tipo del descrito en este trabajo, porque en muchos casos la función debe calcularse sin conocer los parámetros "a priori". Toda la red se calcula usando una precisión idéntica independiente del número de enlaces y del tráfico.

Comparando este método en las fórmulas aproximadas establecidas por: Szybicki y Rapp, pueden observarse las siguientes precisiones para $x = 1/2$.

A	Szybicki	Rapp	IttIs
1	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-14} \quad n = 73$
10	$2 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-14} \quad n = 10$
100	$1 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-14} \quad n = 4$

"n" es el número de aproximaciones requerido para obtener la precisión deseada $1 \cdot 10^{-14}$. Las fórmulas de Szybicki y Rapp no son iterativas, y su exactitud es variable.

4.2 La inversión de la función de Erlang

Cálculo del número de enlaces para una pérdida y un tráfico dados.

Usamos el método de Newton.

Ponemos:

$$G = A E(A, x) - P. \quad (21)$$

Tenemos:

$$\frac{\delta G}{\delta x} \sim -\frac{A}{2} \left[\frac{x}{A(1-E(A, x))} - \frac{A}{1+x+A E(A, x)} \right] \times E(A, x). \quad (22)$$

Empezando en un valor inicial x_0 ; se ejecutan iteraciones usando la fórmula:

$$(x)_{u+1} = (x)_u - \frac{(G)_u}{\left(\frac{\delta G}{\delta x}\right)_u} \quad (23)$$

la convergencia es buena, a pesar del empleo de una expresión aproximada para G .

4.3 La inversión de la fórmula de Wilkinson

Necesitamos esta inversión en el cálculo del grupo equivalente de enlaces para tráfico de puro azar (7).

Ponemos

$$H = A_i E(A_i, n_i) - M_i \quad (24)$$

y

$$B = \frac{\delta H}{\delta A_i} + \frac{1}{Q} \cdot \frac{\delta H}{\delta n_i} \quad (25)$$

con

$$Q = 1 - \frac{1}{M_i + \frac{V_i}{M_i}} \quad (26)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\delta H}{\delta A_i} &= E(A_i, n_i) [1 - n_i - A_i + A_i E(A_i, n_i)] \\ \frac{\delta H}{\delta n_i} &\sim \frac{A}{2} \left[\frac{n}{A_i(1-E(A_i, n_i))} - \frac{A}{1+n_i+A_i E(A_i, n_i)} \right] \cdot E(A_i, n_i) \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

Los valores iniciales son:

$$\left. \begin{aligned} (A_i)_0 &= V_i + 3 \frac{V_i}{M_i} \left(\frac{V_i}{M_i} - 1 \right) \\ (n_i)_0 &= \frac{A_0}{Q} - M_i - 1 \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

Las siguientes iteraciones vienen dados por:

$$\left. \begin{aligned} (A_i)_{u+1} &= (A_i)_u - \frac{(H)_u}{(B)_u} \\ (n_i)_{u+1} &= \frac{(A_i)_u}{Q} - M_i - 1 \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

El proceso es de segundo orden; hay una convergencia rápida. Los dos procedimientos, usados en la inversión de las fórmulas de Erlang y Wilkinson, son iterados hasta alcanzar la precisión deseada. Es decir, p. ej. para el último caso:

$$\left| \frac{(H)_u}{M_i} \right| \leq 5 \cdot 10^{-5}. \quad (30)$$

5. El programa

5.1 Características generales

El programa se ha escrito de acuerdo con las normas de ITT referentes a "software" y "hardware". De forma que muchas compañías asociadas a ITTE puede ejecutar el programa en su propio ordenador sin ninguna modificación en la programación. El programa está escrito en Fortran IV (E). Consta de 600 instrucciones, y requiere una memoria de unos 19.000 bytes.

Los datos y resultados requieren 100.000 bytes de memoria adicionales. Programa y datos se almacenan

en discos, los resultados también se colocan en el disco gradualmente. Esto permite interrumpir la ejecución del programa en cualquier momento y continuar después en un momento posterior. Actualmente, el programa puede aplicarse a una red que contenga hasta 100 centrales y 12 tandem. Estos números pueden incrementarse fácilmente. En el disco sólo se utilizan 40 cilindros de los 200 disponibles.

Pero como el método es iterativo, y teniendo en cuenta la influencia de todas las centrales, una sobre cada otra, es fácil ver que el número de centrales no debe ser demasiado grande, de otra forma el método perdería aplicación a causa de un tiempo de cálculo excesivamente largo. Para una red que contenga 30 centrales y 3 tandem, el tiempo de cálculo requerido para alcanzar el óptimo (4 ó 5 iteraciones), es alrededor de una hora y media en un ordenador IBM 360/40.

5.2 Entrada/Salida

Los datos de entrada necesarios son:

- la matriz de tráfico entre centrales,
- los costes de cables entre centrales y centrales/tandem. Estos costes están dados por una matriz de distancias, por una matriz dando los tipos de cable empleados, y por los precios de los tipos de cable.
- Matriz de números máximo y mínimo fijados para los enlaces, en las rutas directas,
- la matriz de tandem que será usada (segunda elección) en las rutas de desbordamiento,
- grado de servicio,
- precisión deseada para los diversos procesos matemáticos,
- coste medio marginal de conmutación por erlang conmutado, en un tandem.

Los resultados se presentan en forma de tabla. Hay una tabla por cada central de origen a las otras centrales, para cada central a los diferentes tandem y para cada tandem a las centrales.

Después de cada iteración se imprimen los siguientes costes:

- coste de los enlaces,
- coste del equipo de conmutación,
- coste total.

Los resultados para las rutas directas son:

- número de enlaces (un número entero),
- tráfico total ofrecido,
- congestión,
- tráfico cursado por la ruta directa,
- tráfico de desbordamiento.

Se da el total de cada columna.

Los resultados para las rutas tandem son:

- número de enlaces,
- tráfico — media,
 - varianza,
 - degeneración,
- congestión.

Se da el total de cada columna.

Los resultados se imprimen sobre una impresora después de cada iteración. El programa se termina automáticamente cuando después de un paso de iteración la

variación no excede de un enlace comparado con el paso de iteración anterior.

6. Generalización

Recientemente, el programa descrito antes, ha sido generalizado para manejar más de una ruta alternativa entre dos centrales. Pueden emplearse hasta dos tandem en serie (ver Fig. 2).

El tráfico de la central i a la central j , puede usar cualquiera de las siguientes alternativas:

- a) la ruta directa $i-j$,
- b) las rutas tandem $i-T_2$ y T_2-j ,
- c) las rutas tandem $i-T_1$ y T_1-j ,
- d) las rutas tandem $i-T_1, T_1-T_2$ y T_2-j .

El algoritmo utilizado en la resolución del problema es similar al expuesto anteriormente.

7. Críticas y limitaciones del método

El programa descrito en este trabajo debe considerarse únicamente como una herramienta, que ayuda al ingeniero en su trabajo. No pretendemos dar soluciones hipótesis definitivas. Basado en este método, el ingeniero puede decidir acerca de la red final para el proyecto, teniendo en cuenta ciertas limitaciones que no han sido empleadas en el cálculo.

En el momento presente del estudio, consideramos únicamente enlaces unidireccionales. Esta limitación no es importante y puede evitarse fácilmente.

La suposición de que todas las centrales tienen accesibilidad total, es más importante; en muchos casos prácticos, ha de tenerse en cuenta la interconexión graduada (grading). Algunos problemas teóricos, que permiten la resolución de las dificultades causadas por esta interconexión no han sido aún resueltos en forma satisfactoria para nosotros, p. ej. en el caso de los tandem y de las rutas de segunda elección.

El coste de un enlace se calcula multiplicando la distancia entre centrales, y el precio por kilómetro del tipo de cable empleado. Esto supone, sin embargo, la disponibilidad de tipos de cable con cualquier número de enlaces. En la práctica, estos cables están normalizados, y contienen números de enlaces definidos. Debe encontrarse una forma de tener ésto en cuenta, e incluso determinar el tipo de cable adecuado, en función de la longitud (atenuación, pérdidas, ...) y las clases de las centrales y tandem afectados (Rotary ó Pentaconta).

La matriz de rutas se impone desde el comienzo, así como la situación de los tandem.

Todos estos puntos están bajo estudio, y se espera introducir pronto un método más general, que esté, al mismo tiempo, más elaborado y más próximo a la realidad técnica correspondiente.

8. Aplicaciones prácticas

El programa de ordenador ha sido aplicado con éxito a varios casos prácticos.

La primera aplicación práctica fué "Nobelville" una ciudad que tiene actualmente 250.000 abonados (ver Figs. 5 y 6). Se requería la red para una etapa intermedia

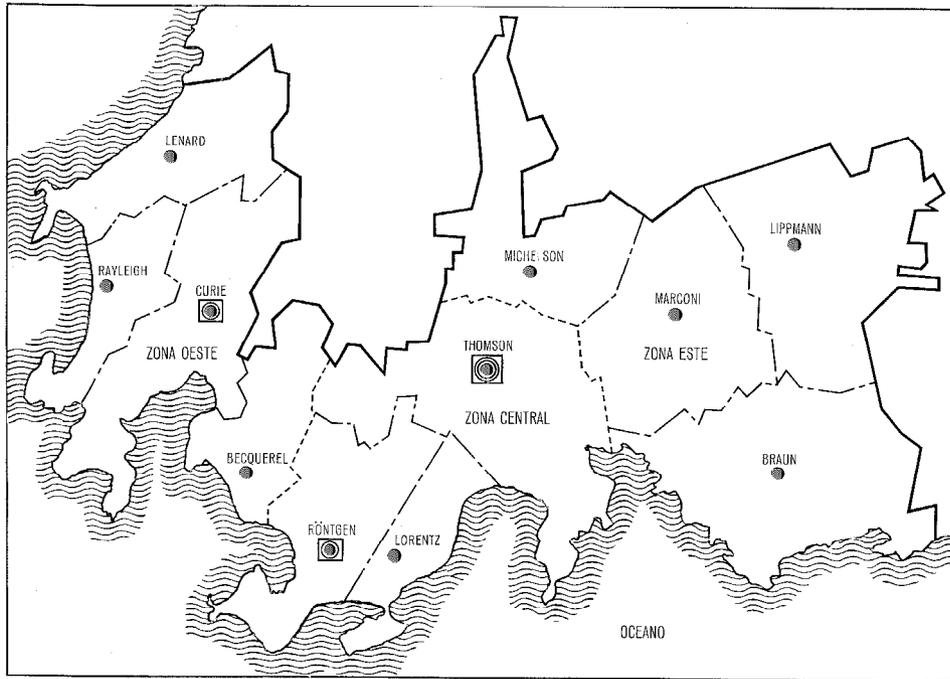


Fig. 5 Mapa de situación de centrales en "Nobelville".

y para la etapa final. El número de abonados iba a ser, inmediatamente, incrementado en 150.000. El tráfico medio por abonado era 0.1E. Se usaban centrales de ambos tipos Rotary y Pentaconta. Había 30 centrales (24 grupos) y 3 tandem. El tiempo de ordenador fué aproximadamente 1,5 horas en un ordenador IBM 360 modelo 40.

Bibliografía

J. Chastang: "Contribution to studies of Overflow Traffic" — Electrical Communication ITT — Volumen 38, nº 1, 1963.
 D. Combelic: "Proposed ITT Standard for Computer Program Interchange" — sin publicar — Paris, Abril 1966.
 A. H. Freemant: "Network planning investigations using an Electronic Computer" — IV I.T.C. — Londres 1964.
 G. Levy Soussan: Cálculo numérico de la función de Erlang mediante un algoritmo de fracción continua — Comunicaciones Eléctricas 43/2, pág.
 Y. Rapp: "Planning of Junction Network in a Multi-Exchange Area". Parte I: Ericsson Technics nº 1 — 1964. — Parte II: Ericsson Technics nº 2 — 1965.
 R. I. Wilkinson: "Theories for Toll Engineering in the USA" — B.S.T.J. 35 (1956), 2.

	ROTARY	PENTAONTA	
RÖNTGEN	22	10 400	TANDEM 1
	42	10 000	
	32	10 000	
	52	10 000	
	31	4400	
CURIE	26	10 100	TANDEM 2
	46	10 000	
THOMSON	28	10 000	TANDEM 3
	48	10 200	
	94	10 000	
	54	4230	
LORENTZ	23	8760	
	43	10 400	
BRAUN	30	10 200	
		40 5200	
RAYLEIGH	37	10 300	
	57	10 000	
	36	8000	
	56	10 000	
MARGONI		39	10 400
		59	10 400
		69	7280
MICHELSON	38	10 100	
	58	10 000	
LENARD	27	10 000	
	47	10 300	
LIPPMANN	29	8000	
	49	10 200	
BECOUREL	25	10 200	
	45	10 000	

Fig. 6 Diagrama de centrales de "Nobelville".

Karl-Wilhelm Ott, nació el 26 de Septiembre de 1934 en Bochum, Alemania. Después de estudiar matemáticas en la Johann-Wolfgang-Goethe Universität en Frankfurt-Main trabajó como analista programador en Univac y NCR. Ingreso en Standard Elektrik Lorenz AG en Stuttgart en 1958. Después de varias funciones en diseño y programación de sistemas digitales, ingresó en L.M.T. en 1962 como analista experimentado para el programa de alambrado de Pentaconta. Después de algunos destinos especiales en el ITT Data Systems Group en París, fué designado en 1966 jefe de la división de aplicaciones de ordenadores en los nuevos Laboratorios de España (ITTLS).

Francisco Javier de los Rios, nació el 20 de Julio de 1940 en Reinosa, España. Obtuvo el título de Ingeniero de Telecomunicación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, en Madrid, 1964. De 1964 á 1966 trabajó como programador y analista científico en NCR en Madrid. Ingresó en los Laboratorios de España de ITT en 1966. Es ahora jefe del grupo de "Ayudas de ordenador a la planificación de redes telefónicas".

Normas de un sistema europeo de televisión en color

El sistema SECAM

J. L. DELAITRE

Oceanic Radio, París

R. A. REDARD

Le Matériel Téléphonique, S. A., París

1. Introducción

En un artículo publicado en el número anterior de Comunicaciones Eléctricas, se ha explicado la obtención de las normas europeas de T.V. en color a partir del sistema americano NTSC. Allí se daban unas breves descripciones de los sistemas NTSC y PAL. Ambos sistemas utilizan modulación de amplitud en una subportadora en cuadratura. El presente artículo se refiere al sistema SECAM que utiliza modulación de frecuencia.

2. Principales características del sistema SECAM

El sistema SECAM (en francés: séquentiel à mémoire) fué inventado por Mr. de France. Después ha tenido varias mejoras que condujeron a la versión "optimizada" que se presentó en la sesión del CCIR de Viena, en 1966.

Al igual que otros sistemas, el SECAM emplea la transmisión de una señal de luminancia E_Y y dos señales de crominancia E_{DR} y E_{DA} , pero difiere esencialmente en que las últimas dos señales modulan sus respectivas subportadoras alternadamente, una en el curso de la duración de una línea, la otra durante la próxima línea, etc.

En el transmisor (Fig. 1), un conmutador, actuado a la frecuencia de línea, conecta el modulador a los canales E_{DR} y E_{DA} , sucesivamente.

En la parte receptora (Fig. 2), la señal compuesta detectada encuentra dos pasos, uno directo y el otro retrasado el tiempo de duración de una línea, por medio de una línea de retardo ultrasónica. A continuación se encuentra un conmutador que dirige, simultáneamente, las dos señales de color por caminos distintos. Después de la demodulación, estas señales se inyectan en una matriz que, por medio de combinaciones lineales, entrega las tres señales de color en su forma original.

Para obtener la máxima ventaja del sistema y, especialmente, de la utilización de la modulación de frecuencia, las señales de crominancia reciben unos tratamientos complementarios que se describirán en las dos próximas secciones.

3. El codificador SECAM

La figura 3 muestra el diagrama bloque del codificador que convierte las tres señales primarias en señales compuestas. Las primeras se aplican a una matriz que genera, por medio de combinaciones lineales, por un lado la señal de luminancia E_Y que se lleva al mezclador de salida y, por otro, las señales de crominancia E_{DR} y E_{DA} . Después de haber pasado por un filtro paso-banda y un circuito de pre-énfasis, estas últimas señales se aplican sucesivamente al modulador de modulación de frecuencia MF por medio de un conmutador actuado a la frecuencia de línea. El pre-énfasis se utiliza por la misma razón que para la transmisión de sonido en MF, es decir, la amplitud de las señales moduladoras de frecuencia más alta se aumenta respecto a las componentes de fre-

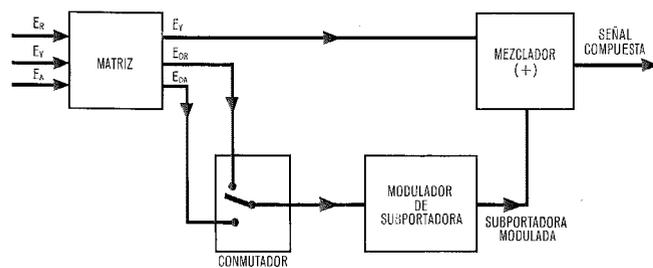


Fig. 1 Transmisor SECAM — Esquema parcial simplificado.

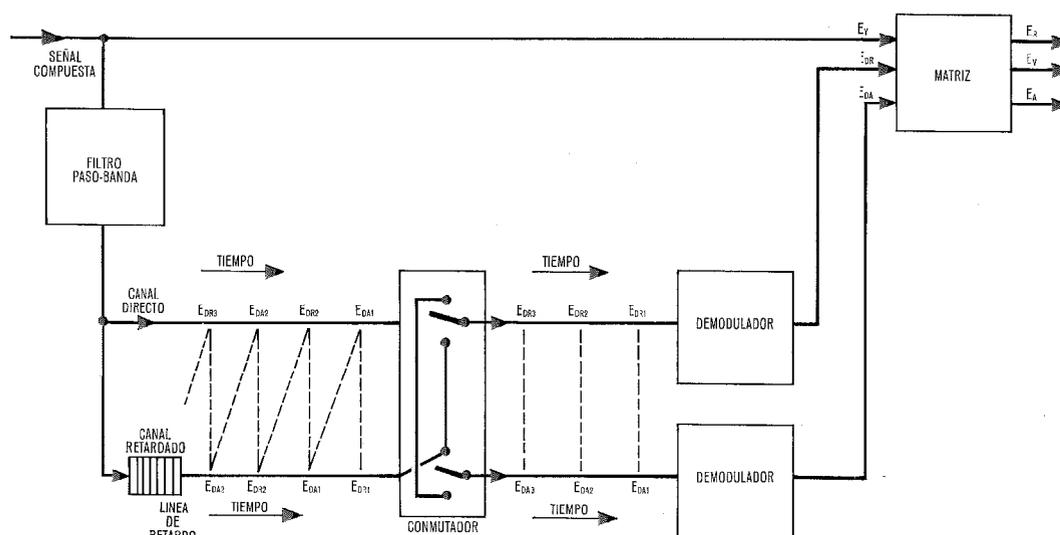


Fig. 2 Receptor SECAM — Esquema parcial simplificado.

cuencia más baja, a fin de mejorar la relación señal a ruido en la parte del espectro donde es mayor la ventaja.

En el modulador, las subportadoras se modulan por las señales de crominancia correspondientes. Se utilizan dos frecuencias diferentes de subportadora para el rojo y el azul, respectivamente, para obtener la mejor relación señal a ruido en los diferentes colores. Estas frecuencias son múltiplos de la frecuencia de línea; ello permite, por medio de periódicos y adecuados desplazamientos de fase de las líneas correspondientes, minimizar considerablemente la interferencia, debida a las subportadoras, que afecta a las imágenes compatibles en blanco y negro. Además, la conformación (curva de campana invertida) de la amplitud de las señales moduladas a la salida del modulador, protege eficientemente contra el

ruido y la interferencia a pesar del bajo nivel de la subportadora.

A fin de que, en el receptor, las señales sean dirigidas a los canales de crominancia con la fase correcta (no invertida), se introducen señales de identificación de línea en los intervalos entre cambios (verticales) de cuadro del tubo de imagen. Durante estos breves intervalos de tiempo, la subportadora se transmite con la amplitud creciente en sentido positivo o negativo dependiendo de la crominancia correspondiente. En el receptor, estas señales aparecen con una polaridad que depende de si el conmutador actúa, o no, con la fase correcta. La restauración automática de la fase correcta se efectúa a base de esta polaridad.

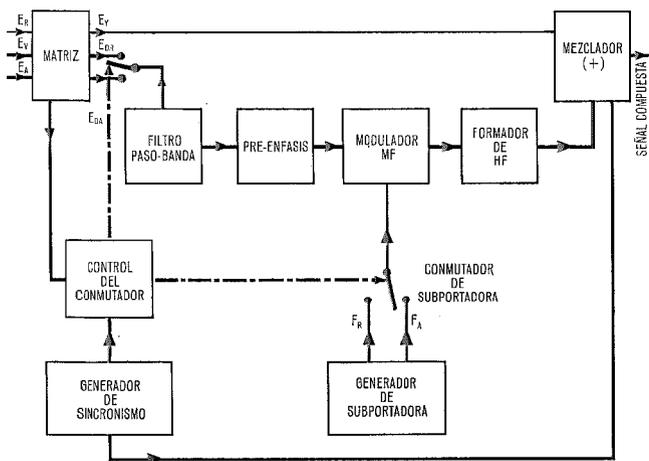


Fig. 3 Codificador SECAM. — Esquema.

4. El decodificador SECAM

La figura 4 muestra el diagrama bloque del decodificador. La señal compuesta entregada por el detector del receptor está aplicada, por un lado al amplificador de luminancia cuya salida se conecta a los cátodos del tubo de imagen, y por otro al canal de crominancia.

Este último comprende, sucesivamente; un filtro paso-banda, un circuito compensador de la conformación de amplitud efectuada en el transmisor, y un amplificador, que está bloqueado cuando se reciben señales sin color; y se libera por la acción de un circuito biestable de las señales de identificación, emitidas durante el retroceso del haz en el tubo de imagen.

La salida del último amplificador comprende dos conexiones a un conmutador automático; una es directa y la otra está retrasada el tiempo de exploración de una

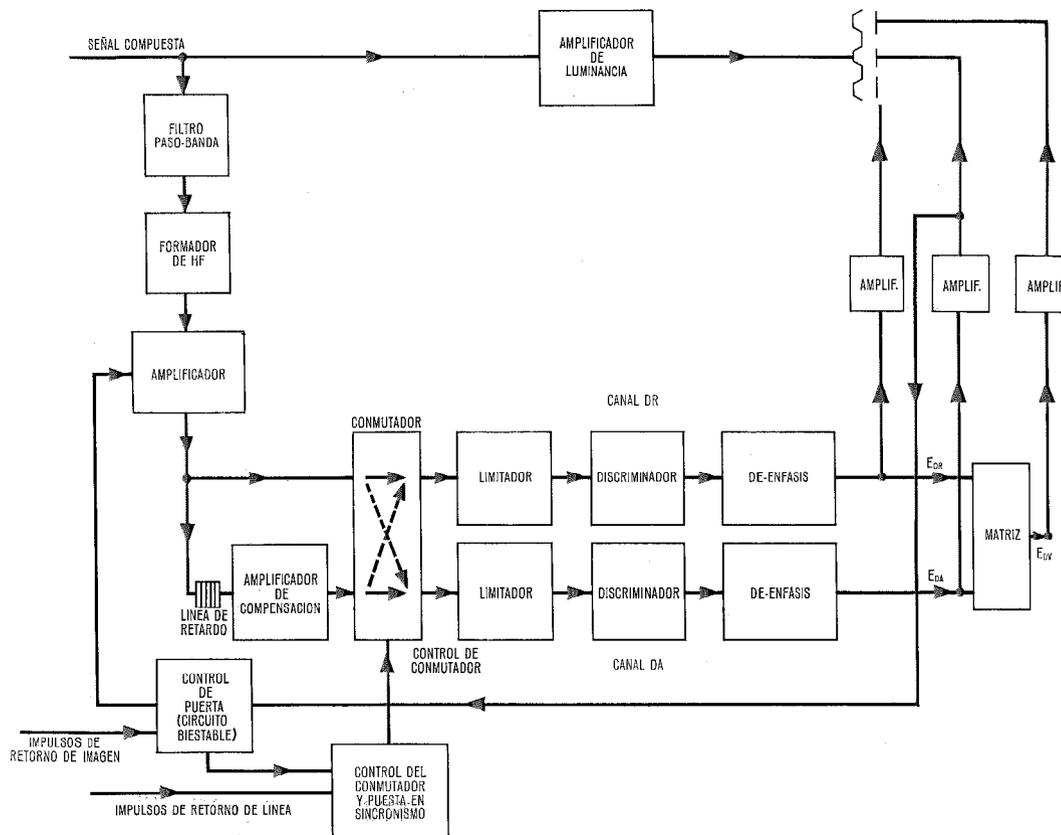


Fig. 4 Decodificador SECAM. — Esquema.

línea por medio de una línea de retardo ultrasónica, seguida de un amplificador que compensa su atenuación. El conmutador automático dirige las señales de entrada a sus respectivos pasos *DR* y *DA*. Cada uno de éstos consta, sucesivamente, de: un limitador de amplitud, un discriminador, un circuito de de-énfasis que produce en la amplitud de las señales de crominancia los efectos opuestos a los producidos por el pre-énfasis del transmisor. Las salidas de los dos caminos se combinan después, linealmente, en una matriz para obtener las señales de crominancia E_{DV} .

El conmutador automático se dispara por los impulsos de retroceso de línea. Además, los impulsos de identificación tomados de la señal de crominancia de uno de los canales, controlan el circuito biestable mencionado anteriormente que envía si es necesario, un impulso adicional al conmutador para asegurar el establecimiento correcto del sincronismo.

Resumiendo, el decodificador SECAM incorpora las siguientes funciones:

- extracción de las dos subportadoras que están moduladas en frecuencia por las señales de crominancia E_{DR} y E_{DA} ;
- utilización de una vía, retardada por una línea ultrasónica, para obtener simultáneamente las dos señales de color;
- utilización de un conmutador automático, funcionando a la frecuencia de línea, para dirigir las señales de color a sus caminos respectivos;
- utilización de señales de identificación para asegurar el establecimiento correcto de sincronismo del conmutador automático de línea;
- combinación matricial de las señales E_{DR} y E_{DA} para generar la señal E_{DV} .

5. El receptor SECAM

Siguiendo los principios anteriormente descritos, Océanic Radio, empresa francesa afiliada a ITT, construyó un

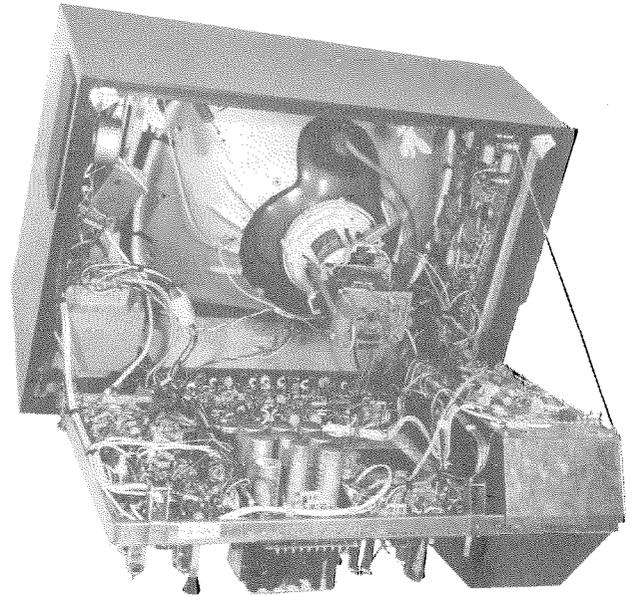


Fig. 5 Vista general del receptor SECAM de Océanic Radio.

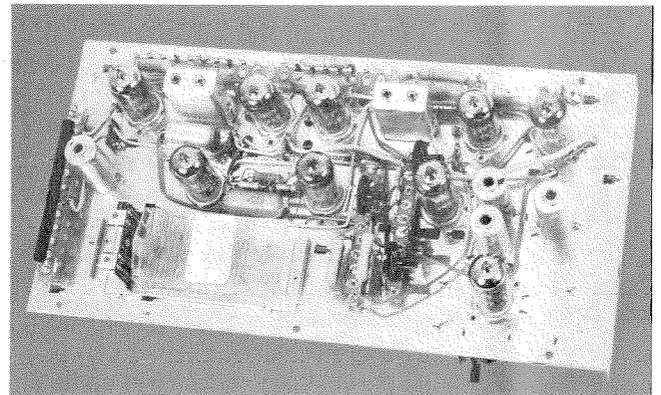


Fig. 6 Receptor SECAM — Unidad de decodificación y línea de retardo.

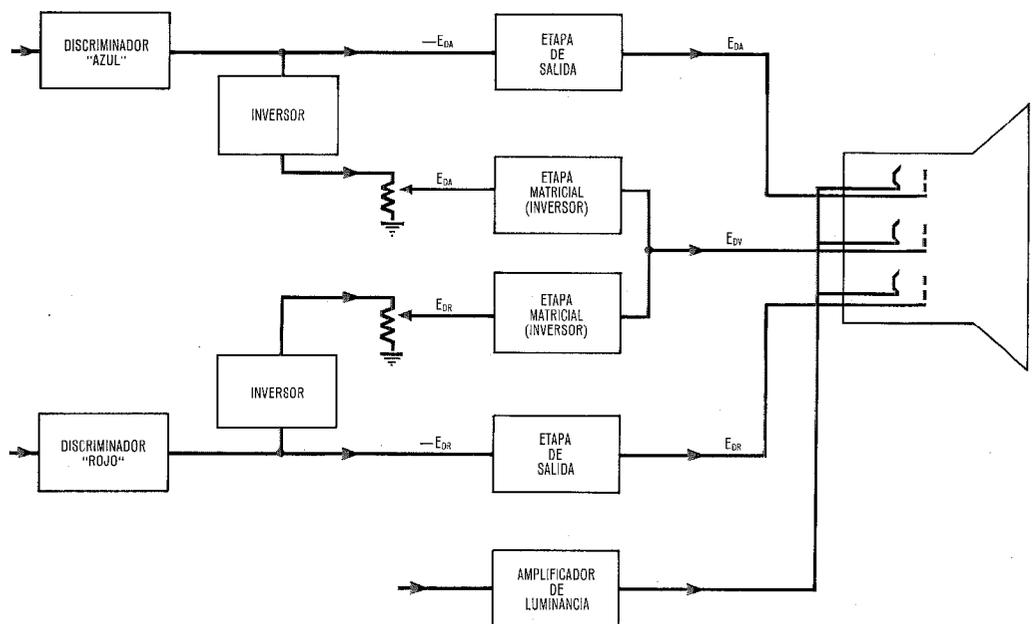


Fig. 7 Combinación matricial de las señales de crominancia.

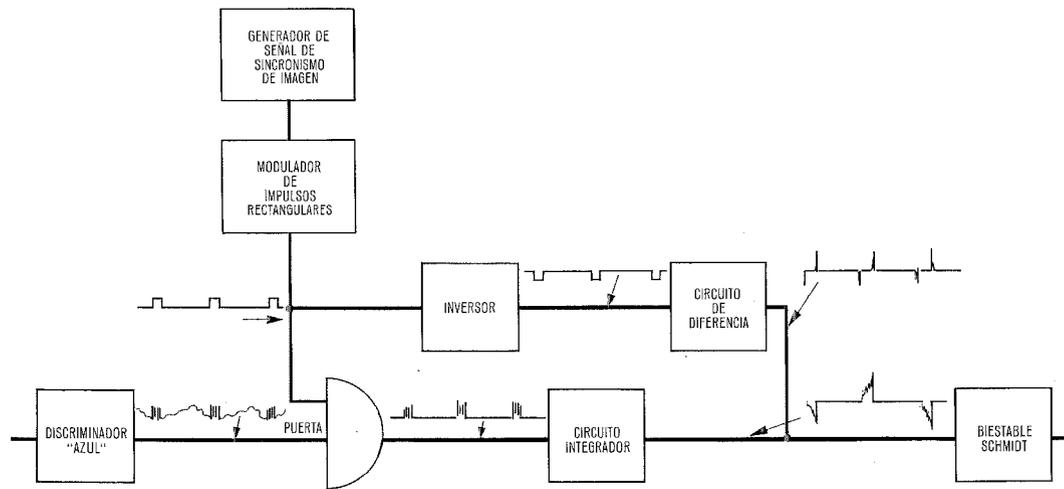


Fig. 8 Extracción y utilización de las señales de identificación

receptor SECAM de TV en 1967. Las figuras 5 y 6 muestran el aspecto general del mismo y sus unidades decodificadoras con la línea de retardo, respectivamente.

En este receptor se han incorporado un cierto número de mejoras patentadas, entre las cuales:

a) una de ellas (Fig. 7) se refiere a la combinación matricial de las señales de crominancia azul y roja para obtener la verde, de forma que protege la operación de los efectos debidos a variaciones en el voltaje de alimentación. Para ello, las señales de crominancia E_{DA} y E_{DR} , entregadas por los demoduladores de frecuencia, se aplican, por un lado, a las etapas de salida que controlan los electrodos Wehnelt del tubo de imagen; por otro lado, y después de una inversión de fase y un ajuste de amplitud, se aplican a las etapas matrices cuyas salidas se ponen en paralelo para obtener la señal de crominancia verde. Este dispositivo hace que la relación de las señales de crominancia sea substancialmente constante, con independencia de las posibles variaciones en la tensión de alimentación aplicada a los tubos de las diferentes etapas;

b) otra mejora se refiere a la extracción de las señales de identificación para el control del conmutador automático de canal. Consiste en utilizar una puerta de coincidencia para aislar las líneas de identificación y rechazar las posibles perturbaciones de otro tipo de señales. La figura 8 muestra el dispositivo bloque de la unidad. Las entradas de puerta reciben la señal del canal azul y un impulso rectangular originado en la exploración vertical (imagen). La puerta transmite, de esta forma, las señales de identificación solamente durante el período de retorno del haz, y exclusivamente estas señales. Los restantes circuitos, que actúan el circuito de control del conmutador automático, son convencionales.

6. Conclusión

En conclusión, hay que recordar que las técnicas de transmisión de T.V. en color siguen los principios desarrollados en los EE. UU.

Las mejoras subsiguientes, principalmente en relación con la modulación de la subportadora de crominancia,

han conducido a los sistemas PAL y SECAM. Aunque no mantenidos al final como propuestas oficiales, otros desarrollos han aportado una valiosa contribución al estimular fructíferos debates.

Aunque el establecimiento de varias normas internacionales puede considerarse inconveniente desde un punto de vista económico, debe observarse que la técnica ha hecho tales progresos que el paso de una norma a otra no supone problemas hoy en día.

Bibliografía

- [1] Richard Theille: Principle of compatible color signal transmission with special reference to the various European proposals for the subcarrier modulation technique: IEE Transactions on Broadcast and Television Receivers, Mayo 1966.
- [2] Asociación de fabricantes franceses (SCART): Spécifications du signal de télévision en couleurs SECAM III B diffusé selon la norme L (especificación de la señal T.V. de color SECAM III B de acuerdo con la norma L), Enero 1966.

J. L. Delaitre nació en París el 9 de Marzo de 1908, hizo sus estudios secundarios y a continuación, desde 1926, fundó con su nombre una firma para fabricación de receptores de radiodifusión, y posteriormente de televisores en 1945. En 1952 se asoció con la firma Evernice, constituyendo la sociedad Burel-Delaitre que fué absorbida en 1963 por Oceanic-Radio de donde es ahora director técnico.

R. A. Redard, nació en Le Raincy, (área de París) el 2 de Octubre de 1903.

Obtuvo el diploma de ingeniero de las Escuelas de Artes y Oficios y Escuela Superior de Electricidad, ingresando en Le Matériel Téléphonique como ingeniero encargado de los equipos de las primeras centrales automáticas tipo Rotary de París, y después fué jefe de inspección y pruebas de receptores de radiodifusión.

Transferido al Laboratoire Central des Télécommunications en 1934, fué responsable del proyecto y realización de repetidores de banda ancha para transmisión en cables coaxiales, del equipo de televisión de la Torre Eiffel en 1936, de la estación de Port Cros de recepción de radar en 1939, y receptores de simple banda lateral para comunicaciones transoceánicas. Después, como director del departamento de radio tomó parte en el desarrollo de radar moderno.

En 1954 fué designado director de la división de receptores de radiodifusión y televisión, participando en los estudios por esta división de televisión en color que se iniciaron en 1964.

Dejó esta actividad en 1965, quedando agregado a la Dirección técnica.

Aspectos económicos, operacionales y técnicos de los sistemas modernos de comunicación global

A. D. MACKAY
B. M. DAWIDZIUK
H. F. PRESTON

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

1. Introducción

Después de haberse tendido los primeros cables transatlánticos submarinos de 36 canales en 1956, se ha alcanzado un nivel de crecimiento, casi explosivo, de las comunicaciones intercontinentales.

La disponibilidad de canales rápidos para comunicación de alta calidad, ha producido una reacción en cadena, en la cual la satisfacción de las necesidades actuales, origina una mayor demanda, motivando un estímulo poderoso para el desarrollo creciente de las redes de comunicación transoceánica. En este artículo se discuten los medios, ahora disponibles, para satisfacer esta demanda creciente, valorando las tecnologías de satélite y cable, dentro del margen de sus posibilidades, costes y ventajas relativas.

2. Desarrollo histórico de los sistemas de cable y de satélites

2.1 Principios iniciales

El término "comunicaciones" tal como hoy lo entendemos, tiene su origen en la revolución industrial, cuando aumenta rápidamente el ritmo de la vida. El telégrafo eléctrico, maravilla de su época, se estableció con rapidez y no pasó mucho tiempo para extenderse fuera de los límites nacionales. A fines del siglo 19, en el lecho del océano estaba tendido un laberinto de cables telegráficos.

Tuvo que transcurrir todavía un cuarto de siglo, sin embargo, para que la comunicación telefónica transoceánica pudiera realizarse, cuando los dispositivos termiónicos se hicieron más eficaces, disponiendo alrededor del mundo, una trama de circuitos de radio de alta frecuencia, que proporcionaba gran parte de la red básica en servicio actualmente.

De nuevo, veinticinco años más tarde, se hizo con completo éxito la demostración de la primera aplicación de cables, con repetidores, para telefonía transoceánica, y este medio se afianzó rápidamente, suplementándose en los últimos años por un nuevo concepto "satélites".

2.2 Sistemas de cables telefónicos transoceánicos

Inicialmente, se hizo un gran esfuerzo de desarrollo, concentrado en la mejora de las comunicaciones por cable submarino y al conseguirse experiencia se obtuvo una anchura de banda de frecuencias más amplia para la explotación, resultando una generación de sistemas que evolucionó desde 36 a 80, 160 y 360 canales de capacidad en el Reino Unido [1]. Estos sistemas estaban basados en las técnicas de válvulas, puesto que en aquel tiempo el arte de los semiconductores estaba en el estado de probar la confiabilidad de los dispositivos de estado sólido.

Cuando, al perfeccionarse los dispositivos de estado sólido, se comprobó que eran capaces de cumplir las necesidades de confiabilidad y larga vida, exigidas en los sistemas de cables submarinos, los proyectistas y los ingenieros, tomaron rápidamente estas nuevas técnicas, resultando una segunda generación de mayor ancho de banda, de sistemas de estado sólido con capacidad para 640 circuitos, y en desarrollo sistemas con capacidad para 1520 circuitos que se aplicarán a principios de la década de años 1970.

En Estados Unidos, también ha tenido lugar un desarrollo en paralelo, del que han salido con todo éxito, sistemas de válvulas con capacidad para 36 y 128 circuitos y sistemas más modernos de estado sólido, en los que se emplea anchura de banda, capaz de acomodar 720 circuitos. Se sigue investigando para la realización de sistemas con capacidad superior a 2500 circuitos para la mitad de la década de los años 70.

Transcurridos diez años desde el éxito de la demostración del primer enlace por cable transoceánico, se han desarrollado una amplia cantidad de sistemas por cable, capaces de satisfacer la demanda de tráfico correspondiente sobre las mayores rutas mundiales.

En la figura 1 se representa esquemáticamente los desarrollos en la capacidad de cables transoceánicos.

2.3 Comunicaciones por satélite

El éxito con los primeros dispositivos pasivos en los Estados Unidos, estimuló rápidamente el concepto de satélites activos de comunicación, con unos parámetros en el diseño que permitieron una capacidad de circuitos,

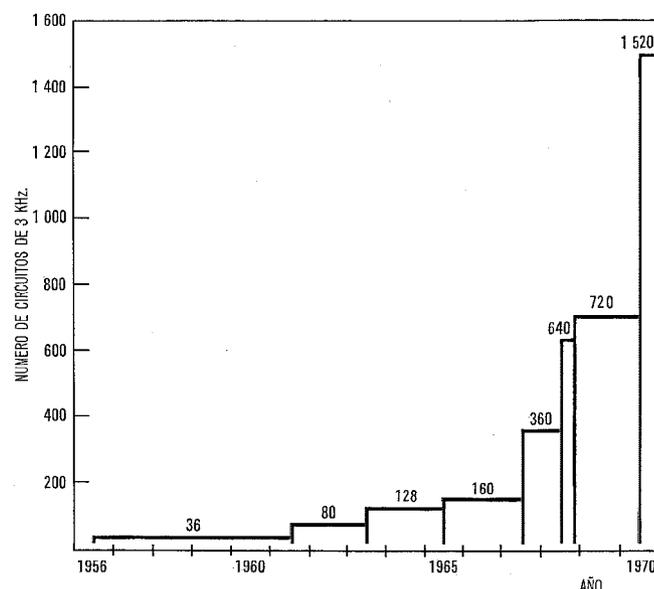


Fig. 1 Crecimiento de la capacidad disponible en circuitos de sistemas por cable para rutas transoceánicas.

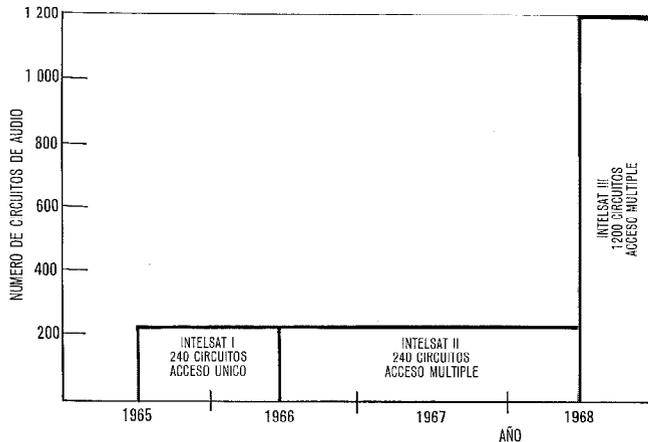


Fig. 2 Crecimiento de la capacidad disponible en circuitos por satélite.

por lo menos igual a la de los sistemas existentes de cables. El éxito de los proyectos de baja órbita, Telstar y Relay, por medio de los esquemas sincronicos desde Syncom a Early Bird demostró la posibilidad comercial de los satélites de comunicaciones, hasta el punto, que la International Telecommunications Satellite Consortium (INTELSAT), ha emprendido las primeras fases de un sistema global de satélites del tipo sincrono, que al completarse en 1968, pudiera dar acceso y cubrir la disponibilidad para la mayor parte de las redes nacionales del mundo.

De momento, la capacidad de circuitos está limitada, aunque adecuada, por la explotación de 240 circuitos; sucesivas fases del programa de Intelsat, mostradas en la figura 2, consideran una capacidad de hasta 1200 circuitos con facilidades de acceso múltiple a finales de 1968 [2].

2.4 Sistemas integrados

Se ha producido inevitablemente una situación de gran competencia, por la actividad en cada uno de los medios de comunicación, en la cual pueden discutirse extensamente los méritos y limitaciones de ambos sistemas, cable y satélite.

Particularmente en los Estados Unidos, esta situación de competencia, se ha aclarado mucho por el volumen de argumentos en pro y en contra llevados ante la Federal Communications Commission (FCC). Los acontecimientos han mostrado, sin embargo, que ambos medios pueden coexistir y, con un pensamiento razonado, se reconoce ahora el hecho de que los cables y satélites, pueden llenar cada uno su papel, en la provisión de las comunicaciones globales.

Podría establecerse una comparación acerca de su naturaleza complementaria, con la práctica bien establecida en las comarcas muy desarrolladas en telecomunicaciones, en las que los cables coaxiales y enlaces de microondas se utilizan para llenar su papel específico en una red interior integrada, ofreciendo cada sistema sus ventajas al considerar la economía en relación con la capacidad necesaria para los sistemas, facilidad de instalación en un terreno difícil y sensibilidad a un espectro de frecuencias congestionado.

Simultáneamente a la perspectiva de que los sistemas de cable cubren por algún tiempo los más ortodoxos y ya establecidos medios de comunicaciones, los satélites pueden encontrar su aplicación, suplementando estos servicios, particularmente en los campos más sofisticados de televisión en banda ancha, redes de trabajo de computadores y otros sistemas de datos, o bien proporcionando facilidades para un relativamente pequeño número de circuitos sobre distancias intercontinentales muy grandes.

Del mismo modo, los diseñadores de ambos sistemas, pueden aprender uno del otro acerca de la futura aplicación de la tecnología de circuitos integrados, técnicas de transmisión digital y así sucesivamente. Estas técnicas, más bien que estrechando el campo, abren vistas más amplias para una red global de comunicaciones integradas, en la cual, los cables y satélites jueguen ambos una partida equilibrada.

3. Ejecución y limitación de satélites

3.1 Vida probable y éxito

Cualquier excursión en las nuevas ciencias se extiende hasta tener sus fundamentos, los satélites de comunicación no son una excepción, y se ha obtenido una experiencia valiosa por un camino duro. Con la rápida marcha que se ha logrado en el avance tecnológico en el campo de los satélites en tan pocos años, el margen de fallos se ha estrechado considerablemente, pero no han sido eliminados completamente los fracasos.

Los primeros satélites de baja altura Telstar y Relay realizaron una función valiosa para la evaluación de características de un sistema en un espacio cercano y en demostraciones prácticas de transmisión transoceánica de televisión, pero ambos satélites fueron de vida corta.

Los vehículos espaciales Syncom II y III no presentaron dificultades en obtener sus posiciones prescritas. Estos dos satélites facilitaban la consolidación de descubrimientos experimentales anteriores y demostraban el potencial comercial de los satélites de comunicaciones por las agencias del gobierno de los Estados Unidos que condujeron al lanzamiento y actuación con todo éxito del Early Bird.

Operado por la Communication Satellite Corporation (Comsat), el satélite Early Bird proporcionó el primer sistema de comunicación espacial comercial de 240 circuitos, en el cual un gran número de naciones (60 cuando se escribe este artículo) han llegado a ser participantes activos.

Por el momento, Intelsat está construyendo sobre los cimientos de la experiencia conseguida con los satélites Syncom y Early Bird, para estudiar los problemas del acceso múltiple y otros factores exclusivos del modo de comunicación por satélites, respaldado por un programa experimental de la National Aeronautic and Space Agency (NASA), bajo la dirección de la Applications Technology Satellites (ATS), para la evaluación de los tipos de antena, espectro de frecuencia para servicios especializados y otros problemas afines. Los datos obtenidos tendrán valor para la determinación de los parámetros de

Tabla 1 – Probabilidad de vida y de éxito de los satélites síncronos Intelsat; posteriores al Comsat [2].

Nombre del satélite	Capacidad en circuitos (doble dirección)	Años de vida	Probabilidad de lanzamiento y éxito operacional	Proporción de fallos en lanzamiento
Intelsat I (Early Bird)	240	1,5	—	—
Intelsat II (Lani Bird etc.)	240	3	0,75	0,25
Intelsat II (Antena "Squinted")	240	3	0,75	0,25
Intelsat III	1.200	3	0,75	0,25

los vehículos espaciales básicos, incluidos en las posteriores generaciones de Intelsats.

Comsat ha mostrado anteriormente su confianza en la creciente longevidad de los satélites; como se muestra en la tabla 1, el tiempo medio para fallo (TMPF) se ha extendido desde 18 meses a 5 años, sobre las 3 generaciones sucesivas de vehículos Intelsat.

Debe hacerse notar que en el pensamiento de algunas escuelas se ha predicho una probabilidad de éxito en el lanzamiento de 0,95 para los satélites de la última generación.

3.2 Reacciones subjetivas a los circuitos de satélites

Es incuestionable, que el éxito del programa Intelsat, ha producido un impacto considerable en el concepto total de comunicaciones transoceánicas, pero los frutos del éxito están empezando a ser dañados por cierto número de limitaciones.

Entre otras importantes, están las cuestiones de demora de transmisión y de eco. Ante el oído tutelar del ingeniero de telecomunicación, estos efectos pueden considerarse poco significativos cuando se contrapesan con las ventajas totales del sistema de satélites, pero ¿qué reacción tiene el usuario? El público como un conjunto no está preparado para aceptar una explicación abstracta cuando, por ejemplo, al hablar entre Nueva York y Londres, dice "¡ hay algo que no suena bien!".

Dos series de pruebas subjetivas realizadas en ambos lados del Atlántico en 1964 (utilizando una red de demora simulada) y en 1965 (vía Early Bird) han mostrado una marcada reacción del usuario a circuitos con largo tiempo de demora [3].

Al disponerse del Early Bird para una segunda serie de pruebas, se hizo una comparación entre circuitos de satélite y circuitos de cable tomados al azar, empleando técnicas de Time Assignment Speech Interpolation (TASI) y sin su utilización.

Los resultados mostraban el pequeño significado estadístico que presentaba la experiencia de dificultades en cualquier tipo de circuito de cable, pero podía obtenerse un significado considerable para la diferencia entre circuitos de cable y de satélite. Esto se presenta en la tabla 2 que da los resultados obtenidos de un muestreo en el que no se han tomado precauciones especiales [3].

Tabla 2 – Resultado subjetivo de la opinión, en muestreo tomado de usuarios de circuitos transatlánticos.

Calidad de transmisión	Calificación de usuarios	Circuitos por cable	Circuitos por satélite
Satisfactoria	Excelente o buena	87 %	77 %
No satisfactoria	Clara ó pobre	13 %	23 %
Nº total del muestreo		1.294	1.335

La introducción de supresores de eco en ambos tipos de circuito, condujo a la conclusión de que la calidad de transmisión sobre tales circuitos disminuye al aumentar la demora. Los distintos tipos y combinaciones de supresores usados en las pruebas producían resultados análogos.

También puede verse, que la tendencia de los usuarios era desconsiderar la experiencia anterior de las llamadas por satélite y la opinión se fundaba en las condiciones predominantes del circuito a la hora del muestreo.

Estas pruebas han proporcionado un punto de vista muy útil, acerca de lo que gusta y desagrade al usuario, y tienden a indicar que el público aceptará una disminución de la calidad de transmisión, solo hasta cierto grado, lo que podría ocasionar la impopularidad de los circuitos de satélite marginalmente.

3.3 Limitaciones sobresalientes

Puede aducirse un cierto número de factores para ilustrar las limitaciones presentes de los satélites.

a) La primera transmisión de televisión vivida, desde Australia al Reino Unido, se completaba por medio de facilidades en cable para canales de sonido, puesto que solo se disponía de anchura de banda limitada en la estación de tierra de Carnavon. Por lo tanto, para el suministro de tráfico con propósitos múltiples, son necesarios en los terminales de tierra de los satélites convertidores para banda ancha.

b) Con las tarifas actuales, las administraciones europeas de radiodifusión, encuentran menos costoso registrar los programas de televisión transatlánticos, por técnicas de exploración lenta sobre circuitos de cable, aunque puedan transmitirse "en caliente" las noticias en directo por satélites.

c) Relacionado con b) es notable que, Early Bird desde su puesta en marcha, hasta fines de 1966, ha realizado sólo aproximadamente 250 horas de programa de televisión en directo [4].

d) Los informes preliminares indican que para reducir los problemas de demora y de eco, una red de satélites en los Estados Unidos puede proporcionar solamente el camino de ida, acomodándose el de vuelta en un sistema terrestre.

e) A medida que se extienden los sistemas de microondas se ha evidenciado que se experimentan dificultades de señalización (y los satélites son dispositivos en micro-ondas) lo que podría conducir al concepto de canales de señalización separados a través de medios alternativos.

f) Puesto que los sistemas de satélites, comparten la misma colocación de frecuencias que las redes de microondas, deben tomarse precauciones especiales para seleccionar una colocación apropiada del terminal de tierra, con objeto de minimizar la interferencia mutua. De ello resulta una colocación de los edificios de las estaciones de tierra, que está distante de los centros principales de tráfico, con la necesidad de una prolongación de los sistemas terrestres, especialmente diseñados para conectar el terminal de tierra con la red existente.

g) Tal vez, la más importante limitación en las comunicaciones espaciales, es tal como están planeadas hoy, la necesidad de abandonar los satélites existentes y reemplazarlos por satélites de mayor anchura de banda, mucho antes del fin de su vida programada. Este abandono prematuro motivado por el avance tecnológico, produce probablemente un considerable aumento en el coste total del segmento del espacio, que a su vez se reflejará en los niveles de las tarifas por utilización de satélites.

4. Ejecución de los sistemas en cable y limitaciones

4.1 Tendencia hacia los cables en el tráfico global

La última década ha acelerado el brote masivo en la demanda de facilidades para comunicaciones. Empezando por las redes nacionales, el rápido crecimiento de la demanda, se ensanchó al nivel internacional, resultando lo que se denominó popularmente "explosión de las comunicaciones".

Los enlaces de alta frecuencia existentes para las facilidades internacionales, eran inadecuados en la mayor parte de las rutas transoceánicas, para las presiones de la demanda. La oportuna llegada de los sistemas de repetidores sumergidos marcaba la tendencia del futuro.

Los primeros cables transatlánticos, considerados de capacidad adecuada cuando se planearon, estimularon más bien que satisficieron la demanda pública, de tal modo, que se saturaron a los doce meses de estar en operación.

Esta circunstancia se ha repetido en todo el mundo, cuando se han provisto cables. La reducción en la anchura de banda del canal desde 4 KHz. a 3 KHz. y la aplicación del TASI, ha probado en muchos casos que es un paliativo pero no una solución.

Se ha registrado un aumento de los valores del crecimiento anual del tráfico, así como de la duración media de la llamada.

En la tabla 3 se ve claramente el efecto de los cables sobre el tráfico internacional.

4.2 Planeamiento actual y futuro

En la tecnología de sistemas submarinos se conocen con toda amplitud las ejecuciones ya realizadas y existe documentación comprensiva en todo el mundo. Es suficiente decir, sin embargo, que aunque en la escala del tiempo, los sistemas submarinos no han producido el impacto espectacular que los satélites, su utilidad entre países relacionados por entendimientos comerciales y políticos, prosigue de un modo continuo sin frenados.

Los proyectistas y los ingenieros que aplican técnicas modernas de componentes, han extendido ya varias

veces la capacidad de los sistemas de cable submarino.

El British Post Office, junto con la industria británica, han ido a la cabeza del desarrollo de sistemas de estado sólido de 12 MHz. de anchura de banda durante la década de los últimos años 60 [5]. Tal sistema será capaz de acomodar 1520 canales sobre rutas de longitud de 7400 Km. (4.000 millas náuticas).

En los Estados Unidos se piensa en sistemas con 20 MHz. de anchura de banda, capaces de acomodar 2.500 canales, para disponer de ellos a mediados de la década de los 70.

Más allá de estas anchuras de banda, sin embargo, los factores económicos pueden dictar una transición desde los sistemas múltiplex tradicionales de división de frecuencias (MDF) a los de transmisión digital. Se ha mostrado la posibilidad de sistemas terrestres de 224 megabit de capacidad, y con el rápido avance en la tecnología digital, sería relativamente fácil para los diseñadores de sistemas submarinos, adaptar el arte a su campo particular.

Cualquiera que sea el modo final de transmisión, se planearán sistemas de anchura de banda ampliada, cuando la demanda para estas facilidades se haga manifiesta.

Así, de este modo, la versatilidad de los cables submarinos podría aumentar, más bien que disminuir como predecían los pesimistas en el alborico de la era de los satélites.

4.3 Factores de limitación

Debe exponerse una clara distinción entre la aplicación de sistemas de cable submarino y su contrapartida de satélites.

Esencialmente, los sistemas de cable submarino, en primer lugar, pueden solamente proporcionar un enlace transoceánico de punto a punto, debe confiarse en la seguridad de poder establecer prolongaciones de interconexión para extender el servicio a varios destinos. Por otra parte los satélites tienen capacidad de acceso desde varios puntos como una característica inherente a su diseño, aunque la provisión de pequeños haces de circuitos pueda resultar costoso por este medio.

Tabla 3 - Crecimiento en el tráfico telefónico internacional.

Comarca	Porcentaje anual de aumento del tráfico internacional					
	1960 1961	1961 1962	1962 1963	1963 1964	1964 1965	1965 1966
Reino Unido	3,5	11,3	12,8	11,3	22,7 ⁽²⁾	21,4
Estados Unidos	25,6 ⁽¹⁾	11,8	18,7	16,2	20,3 ⁽²⁾	26,0 ⁽³⁾
Japón	9,0	8,0	10,0	13,8	48,0 ⁽⁴⁾	38,1
Australia	7,7	1,5	36,3 ⁽⁵⁾	48,1	73,9 ⁽⁶⁾	33,2
Nueva Zelanda	24,5	11,8	85,0 ⁽⁵⁾	76,7	55,7 ⁽⁶⁾	29,5

(1) TAT-2 En servicio a Europa continental.

(2) TAT-3 En servicio al Reino Unido.

(3) TAT-4 En servicio a Europa continental.

(4) TRANSPAC En servicio Japón—Estados Unidos.

(5) COMPAC En servicio Australia—Nueva Zelanda.

(6) COMPAC En servicio Nueva Zelanda—Canadá.

A causa de las diferentes formas de inversión para los dos medios, como se discute en la sección [5] de este artículo, la provisión de sistemas en cable, requiere una mayor inversión de capital que en el caso de los satélites.

Es importante por consiguiente, que los fabricantes proporcionen sistemas de cable a un nivel de coste por milla que sea atractiva, teniendo en cuenta los dos factores de que depende, que crean las principales limitaciones para los cables submarinos transoceánicos, principalmente coste del material y topografía del sistema.

El coste puede variar, naturalmente, en forma muy amplia, dependiendo de la longitud de la ruta y de la capacidad del sistema, discutiéndose este aspecto más adelante. Sin embargo, al examinar los factores de limitación para sistemas en cable, este aspecto del coste final, se hermana, a esta discusión, puesto que está regido principalmente por consideraciones teóricas.

Al aumentar la capacidad de los sistemas en cable, se hacen mucho más importantes, cierto número de factores básicos, como son:

- a) distancia entre repetidores,
- b) igualación del sistema,
- c) parámetros del cable,
- d) suministro de energía.

Los factores a), b) y c) son interdependientes, siendo función directa de la capacidad del sistema.

El aumento de la anchura de banda, requiere menos distancia entre los repetidores, aumentando la cantidad de ellos, así como de igualadores sumergidos. Hay un límite, al que puede llegarse antes de que el sistema sea antieconómico, a causa de la corta longitud de la sección entre repetidores.

Se deduce, entonces, que para sistemas en cable de banda ancha, es decir 600 circuitos, debe concederse una gran atención al proyecto del cable, puesto que la atenuación por unidad, llega a ser un factor predominantemente importante.

En la actualidad, el cable británico denominado de peso ligero y 25,2 milímetros (0,99 pulgadas), es adecuado para todas las aplicaciones de inmersión a profundidad hasta 640 circuitos, pero para sistemas de más amplia anchura de banda, es necesario el diseño de un cable de menor atenuación por unidad de longitud, haciendo, por consiguiente, necesario un mayor diámetro.

Actualmente, se dispone de un diseño de cable de 38,1 milímetros (1,5 pulgadas), para la nueva generación de sistemas, con capacidad superior a 640 circuitos.

Por el contrario que los satélites, los sistemas en cable no pueden contar con la energía solar, como fuente de alimentación. Inevitablemente, en el actual estado del arte, los repetidores necesitan ser alimentados de energía desde los terminales de tierra.

Los métodos de alimentación por corriente constante que se utilizan en la actualidad, necesitan normalmente voltajes de varios kilovoltios, aplicados en los terminales, introduciendo problemas de protección contra posibles sobretensiones, en los repetidores, cuando se presentan condiciones de avería en el cable, por roturas en el circuito. Para poder conservar, tanto el voltaje aplicado,

como el riesgo de sobretensión, en un nivel manejable, tienen que aplicarse, necesariamente, ciertos límites a la longitud de la ruta y se escogen puntos de amarre intermedios en tierra, que determinan, una separación máxima de los terminales de aproximadamente 7200 Km. (4000 millas náuticas).

Se ha producido una ayuda en este problema por la disminución de la corriente necesaria en el cable con los sistemas transistorizados, aunque con esto, se presentan problemas complicados de protección de los circuitos transistorizados, para asegurarse que se alcanza larga vida de los transistores.

5. Valoración comparativa de los medios de satélite y de cable

5.1 Aspectos económicos del sistema

Una de las áreas de mayor dificultad para la comparación económica de los sistemas de cable con los de satélite, está en el coste del sistema. Los parámetros de coste, están perfectamente definidos en el caso de sistemas en cable submarino, pero necesitan un grado considerable de calificación y una apreciación de los diferentes conceptos, implicados en la propiedad del sistema de satélites.

5.1.1 Descomposición de la inversión de capital en los satélites de comunicación

Mediante el progreso en el desarrollo de los sistemas operacionales de comunicación por satélite, se ha hecho más fácil determinar las normas de coste y las áreas de inversión de capital y propiedad de los sistemas de satélite.

Los primeros análisis de costes, tendían a proyectar una imagen simplificada, frecuentemente confusa, mediante la concentración en el coste del segmento del espacio o parte de terminal de tierra del sistema.

Es esencial, comprender los intereses implicados con la propiedad, y con la operación del presente sistema de satélite, dentro del marco de Intelsat.

La propiedad del segmento del espacio, es decir, de los satélites colocados en su órbita correcta, reside en un consorcio internacional de 60 naciones que se conoce como Intelsat.

Actualmente, Comsat es propietaria del 52 % de Intelsat y tiene su dirección. Además Comsat es propietaria del 50 % de las estaciones de tierra en los Estados Unidos, el 50 % restante se comparte por otras entidades de Estados Unidos, de acuerdo con una fórmula convenida, basada en las necesidades de tráfico presentes y futuras de cada usuario.

Administraciones exteriores a los Estados Unidos han contribuido a la distribución de inversión de capital de la Intelsat, además han hecho la inversión relacionada con la provisión de sus terminales a tierra.

También, todas las administraciones usuarias, tienen que arrendar las facilidades de segmento de espacio, de Intelsat, a base de alquiler del número de circuitos utilizados.

De este modo, los costes de capital involucrado en el establecimiento de enlaces de comunicación por satélite, constan básicamente de dos partes:

Tabla 4 - Inversión planificada de Intelsat en miles de dólares.

Año	Inversión anual total
1966	39.595
1967	40.251
1968	60.386
1969	35.937
1970	9.266
1971	1.459
	<u>Total</u> 186.894

a) Un pago a prorrato a Intelsat, proporcional a la participación de las administraciones que comparten la propiedad y que varía en relación con la inversión de capital de Intelsat.

b) El coste del terminal o terminales de tierra.

5.1.1.1 Costes del segmento del espacio

Limitando las consideraciones solamente, a un sistema de satélite tipo Intelsat, se dá en la tabla 4, la presente inversión total de capital, prevista en el período 1966—1971, tal como se suministró en el informe de Comsat [4].

La previsión de gastos hasta 1971 no comprende los futuros debidos al programa de Intelsat IV, que serán del orden de más de 100 millones de dolares.

La inversión total de Intelsat, se compartirá por las organizaciones que son miembros participantes, en el consorcio internacional, que a su vez derivará beneficios financieros procedentes de la explotación del segmento del espacio, por el arrendamiento de los canales del satélite.

5.1.1.2 Costes de la estación en tierra

El coste típico para una estación de tierra equipada con una antena de 26 metros, capaz de manejar 600 circuitos de frecuencia audio, es ahora del orden de 6 millones de dólares [2].

En este coste se incluye:

Edificios y equipo	92 %
Terrenos	3 1/2 %
Gastos de facultación previa	4 1/2 %

Como unidades fijas o transportables, pueden disponerse estaciones más sencillas, con antenas de 13 á 14 metros de diámetro, capaces de manejar hasta 240 circuitos de frecuencia audio.

El coste típico para estas estaciones es:

Fijas	3 millones de dólares
Móviles	1,9 millones de dólares

Aunque presenta una inversión de capital más reducida, este tipo de estación, tiene la desventaja inherente, de una menor ganancia en antena y una capacidad más limitada, que a su vez produce un efecto directo sobre los costes de operación.

Una estación de tierra con antena de 13 metros exige una potencia efectiva, en el satélite, 6,5 veces mayor que la estación normal con antena de 26 metros, por consiguiente, un aumento similar se hace en el pago a Intelsat por el uso del segmento del espacio por canal audio, operado a través de un terminal terrestre menor.

Tabla 5 - Inversión programada de Comsat en sistemas de satélites para 1966—1971.

Detalles del coste	Millones de dólares
Pagos acumulativos anuales del segmento de espacio a Intelsat	95
Inversión de capital en construcción y mejora de estaciones en tierra	37
Desarrollo del sistema y gastos de investigación y diseño	40
Varios de plantas y edificios	5
<u>Inversión total</u>	<u>177</u>

5.1.1.3 Descomposición del capital total

En la tabla 5 se expone un ejemplo de la inversión total de capital de la estimación de Comsat [2].

Del mismo modo, puede valorarse la inversión de capital por cualquier otra administración, teniendo en cuenta la consideración de distribución en Intelsat y sus planes para terminales en tierra.

5.1.2 Distribución de capital en inversiones de cable

La técnica de los repetidores sumergidos para cable tiene ya, veinte años y los parámetros de coste están ahora muy bien definidos.

En los sistemas de cable, por su propia naturaleza, los costes de capital varían directamente con la capacidad del sistema y la longitud de la ruta.

Es conveniente al aplicar valores típicos, expresar el coste del capital en función de la longitud del sistema en millas o de la cantidad de millas de circuito.

En la tabla 6 se da algunos costes típicos para sistemas de largo alcance, tomado entre estaciones terminales donde están los repartidores de supergrupo, y en la figura 3 se presentan gráficamente los mismos datos.

Por el contrario a lo que ocurre en el caso de los satélites, una vez que el sistema se ha instalado y puesto en servicio, no hay ninguna inversión de capital relacionada con el sistema. (Cualquier aumento de inversión de capital de equipo multiplex, para aumentar el servicio, caería en la categoría de inversiones para ampliación, y son igualmente aplicables en el caso de satélites que en cables).

En la tabla 6, puede verse que un cable transatlántico de 5 MHz. que proporcionará 640 canales de audio, oca-

Tabla 6 - Costes típicos (instalado) para sistemas de cable largos (más de 2000 millas náuticas).

Ancho de banda aproximada del sistema	1 MHz	3 MHz	5 MHz	12 MHz
Capacidad del sistema (circuito de 3 KHz.)	160	360	640	1.520
Coste por milla náutica sistema	8.800 \$	12.250 \$	16.000 \$	19.750 \$
Coste por milla náutica circuito	55 \$	35 \$	25 \$	13 \$

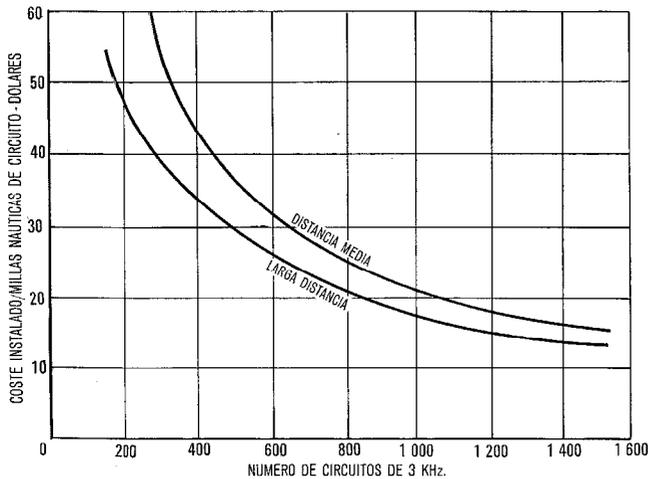


Fig. 3 Curvas típicas de coste instalado/millas náuticas de circuito para sistemas por cable.

sionaría 5 veces más inversión de capital que la provisión de dos estaciones en tierra para operación con satélites que diera 600 circuitos.

Para los abogados del sistema de cable este hecho es desanimador a primera vista, pero examinado ampliamente, considerando el análisis del coste operacional y beneficios a largo plazo, está claro que los sistemas por cable son más que competitivos.

5.1.3 Evaluación de la inversión de capital para ambos medios

Tal como se ha indicado en las secciones anteriores, es necesario seguir una forma distinta para evaluar las inversiones de capital, necesarias en los sistemas de cable submarino y de satélite, junto con la distribución directa en la propiedad de las facilidades de la comunicación.

En el caso de los sistemas por cable submarino, las compañías de operación son asimismo propietarias de las facilidades, y habiendo contribuido al gasto inicial, gozan el control completo del medio de comunicación, junto con los beneficios resultantes procedentes de la explotación de este medio.

Por otra parte, la participación en los enlaces de comunicación por satélite, aunque envuelven una menor contribución en la inversión de capital, coloca a la compañía de operación, en la posición de un agente que trata con el organismo principal (Intelsat en este caso), para proporcionar las facilidades totales de comunicación. A causa de ser una entidad intermedia, se produce una inversión considerable con las facilidades de alquiler proporcionadas por el propietario Intelsat, y por tanto se reducen considerablemente los beneficios financieros, para amortización.

Por consiguiente, la comparación de inversión de capital, no proporcionan una información completa significativa, para la consideración del estudio económico, relativo a los dos métodos alternativos de comunicación, a menos que se tenga en cuenta en la evaluación los costes de operación y mantenimiento.

Tabla 7 - Distribución de los costes anuales de operación para sistemas transoceánicos como porcentaje del coste del capital.

Partida	Sistema de cable	Estaciones de tierra
Operación del sistema y conservación	3%*	10%
Depreciación	5%	10%
General y administración	1%	1%
Intereses	6%	6%
Carga por utilización de medios de comunicación	—	x
Total	15%	27% + x

* En los cables transoceánicos esta figura es algo más baja. Recientemente se han publicado datos para TAT-1 a TAT-4 que dan 2,8%. Los costes proyectados de conservación para TAT-5 son solo de 1,2%.

5.2 Aspectos operacionales

5.2.1 Deducción de los costes operacionales

Los costes anuales de operación para los enlaces transoceánicos pueden señalarse en función del coste de capital del sistema.

En la tabla 7 se muestran valores típicos obtenidos con una escala de tiempo de 10 años para las estaciones en tierra y 20 años para los sistemas de cable.

Los participantes en un sistema de satélite, pagarán además una carga anual recurrente por la utilización del segmento del espacio que se ha llamado *x* en la tabla 7. Este pago es un múltiplo directo del número de circuitos en operación, expresado como unidades de utilización de satélite.

Las tarifas anuales propuestas pagaderas por la agencia de operación terminal a Intelsat por unidad de utilización de satélite, se han tabulado como sigue [2]:

	1967	1971
Estación de tierra tipo de 26 metros	20.000 \$	9.000 \$
Estación de tierra tipo de 13 metros	130.000 \$	58.500 \$

Puede anticiparse que las cargas anteriores, se reducirán en años sucesivos, aunque la extensión actual de estas reducciones, dependerá críticamente de las futuras inversiones de capital en el establecimiento de nuevos sistemas, tales como la red de satélites Intelsat IV.

De lo que precede, puede deducirse claramente que en el caso de necesitarse solamente un pequeño paquete de circuitos, en un sistema de satélite, los costes básicos de la estación de tierra, contrarrestarían difícilmente el peso de las tarifas de utilización del segmento del espacio. Esto se pone de manifiesto en la tabla 8 mientras la figura 4 muestra la curva característica en todo el margen.

Los costes de operación típicos, por kilómetro de distancia en la tierra pueden deducirse, tanto para los enlaces por cable, como por satélite, con ayuda de los datos de las tablas 6 a 8.

Estos costes están indicados en las tablas 9 y 10.

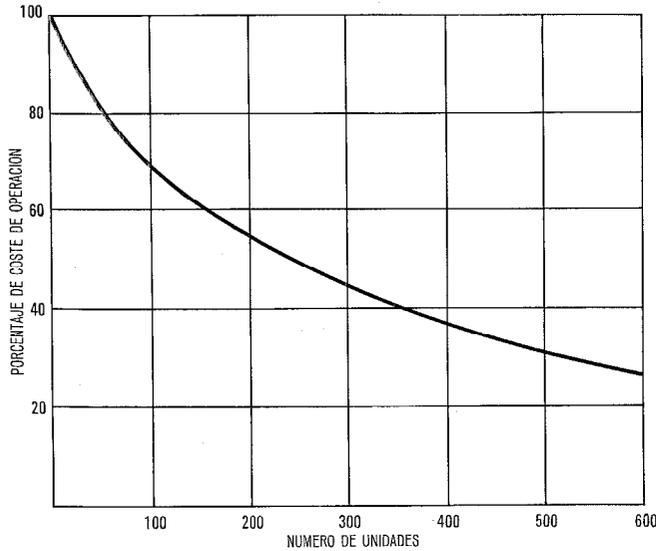


Fig. 4 Contribución por la estación de tierra al costo de operación de sistemas por satélites (antena de 26 metros y 600 unidades de utilización).

Tabla 8 - Contribución de la estación de tierra al costo de operación del sistema de satélites (antena de 26 metros - capacidad máxima de utilización del satélite, 600 unidades).

Parámetros básicos:

Coste de capital de la estación (A) 6 millones de dólares.
 Coste anual de operación (tabla 7) 27 % de A.
 Pagos a Intelsat 8.000 dólares por unidad de utilización de satélite.

Número de unidades de utilización de satélite	40	100	300	600
Coste de operación anual de la estación (millones de dólares)	1,62	1,62	1,62	1,62
Pagos anuales por segmento de espacio (millones de dólares)	0,32	0,80	2,40	4,80
Total (millones de dólares)	1,94	2,42	4,02	6,42
Porcentaje de contribución por estación de tierra	84 %	67 %	46 %	25 %

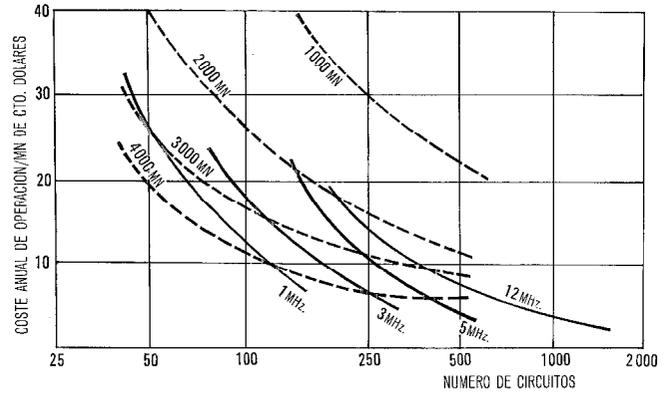


Fig. 5 Coste anual de operación por milla náutica de circuito (basado en las tarifas actuales de utilización de Intelsat).

MN = millas náuticas;
 — cable por sistema de banda ancha;
 - - - satélite por distancia en tierra y 20.000 dólares por unidad de utilización de espacio.

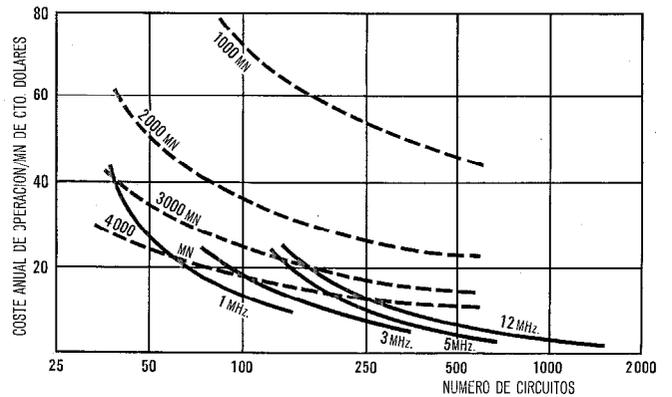


Fig. 6 Coste anual de operación por milla náutica de circuito (basado en las tarifas futuras de utilización).

MN = millas náuticas;
 — cable por sistema de banda ancha;
 - - - satélite por distancia en tierra y 8.000 dólares por unidad de utilización de espacio.

Tabla 10 - Costes típicos de operación para sistemas por satélite.

Número de unidades de utilización de satélite	40		100		300		600	
	Corriente	Futuro	Corriente	Futuro	Corriente	Futuro	Corriente	Futuro
Coste anual de operación para dos estaciones de tierra (millones de dólares)	3,24		3,24		3,24		3,24	
Pagos a Intelsat (millones de dólares)	0,80	—	2,0	—	6,0	—	12,0	—
Enlaces de entrada a 20.000 \$ por unidad de utilización de satélite (1967)	—	0,32	—	0,80	—	2,40	—	4,80
Enlaces de entrada a 8.000 \$ por unidad de utilización de satélite (futuro)	0,80	—	2,0	—	6,0	—	12,0	—
Enlaces de salida a 20.000 \$ por unidad de utilización de satélite (1967)	—	0,32	—	0,80	—	2,40	—	4,80
Enlaces de salida a 8.000 \$ por unidad de utilización de satélite (futuro)	4,84	3,88	7,24	4,84	15,24	8,04	27,24	12,84
Coste total anual								
Coste en miles de dólares por milla náutica de distancia en tierra para distancia de:								
1.000 millas náuticas	4.840	3.880	7.240	4.840	15.240	8.040	27.240	12.840
2.000 millas náuticas	2.420	1.940	3.620	2.420	7.620	4.020	13.620	6.420
3.000 millas náuticas	1.610	1.290	2.410	1.610	5.080	2.680	9.080	4.280
4.000 millas náuticas	1.210	970	1.810	1.210	3.810	2.010	6.810	3.210

Tabla 9 – Costes típicos de operación para sistemas en cable.

Ancho de banda en MHz.	1,0	3,0	5,0	12,0
Capacidad de circuitos (3 KHz.)	160	360	640	1.520
Coste instalado del sistema por milla náutica en dólares	8.800	12.250	16.000	19.750
Coste anual de operación por milla náutica del sistema en dólares (15% del instalado, tabla 7)	1.320	1.840	2.400	2.960

También pueden expresarse con facilidad los costes de operación por milla náutica de circuito. La figura 5 y la figura 6 establecen comparaciones completas entre los dos medios, sobre esta base, tomando la carga por segmento de espacio, corrientemente en vigor (20.000 dólares por unidad de utilización de satélite) y un valor futuro medio de 8.000 dólares, también por unidad de utilización de satélite.

En las figuras 5 y 6 se representa el efecto de la carga del segmento de espacio sobre los costes de la anualidad, demostrando que en general, los sistemas en cable mostrarían mejor aprovechamiento para un margen amplio de distancias de punto a punto.

5.2.2 Ecuación del coste como función de ocupación del sistema

La ecuación del coste dada en las tablas anteriores, facilitará la obtención de una fórmula, que dará el factor de ocupación de cable necesario para equilibrar el coste entre los sistemas de cable y de satélite.

En la figura 7 se representa gráficamente esta ecuación mostrando la ocupación del cable en función de la distancia en tierra entre los terminales para igualdad de costes de operación con el satélite, demostrando con claridad el beneficio de las ventajas económicas por la operación en sistemas de banda ancha en cable para las rutas de larga distancia, típicas de los sistemas trans-

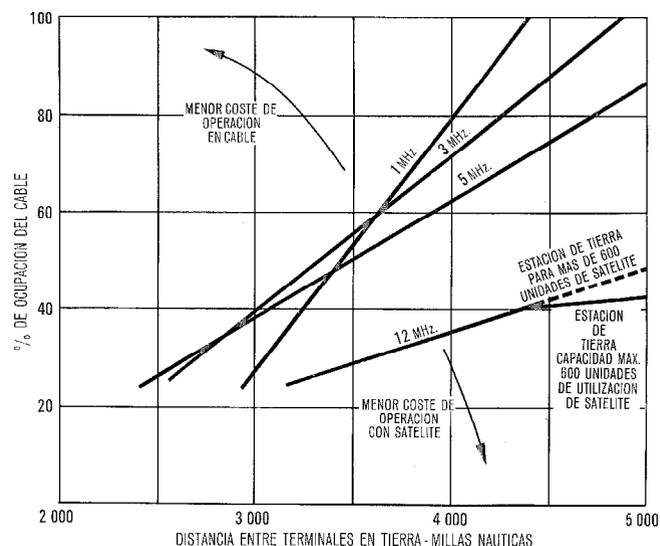


Fig. 7 Porcentaje de ocupación para igualdad de costes de operación de cable y satélites (basado en las futuras tarifas de Intelsat para el segmento de espacio).

oceánicos, aún con factores de ocupación relativamente bajos de la capacidad del cable.

5.2.3 Personal y su entrenamiento

Sin considerar la instalación del tendido por mar de un sistema por cable, la utilización y dirección posterior del mismo no requiere técnicos con mayor especialización que los que son normales de una red de transmisión convencional.

Por tanto, el personal entrenado en los servicios de conservación particulares de las redes de comunicaciones terrestres, puede adaptarse fácilmente a esta otra rama del mismo asunto básico, y la formación del personal se convierte en un ejercicio poco dificultoso, para extender un cuadro ya existente dentro del programa de entrenamiento de la administración. No puede decirse lo mismo acerca de las técnicas para los satélites que necesitarán indudablemente arrancar, de un nuevo tema, en una organización de entrenamiento con los consiguientes

Tabla 11 – Desarrollo en los satélites sincrónicos.

Designación	"Early Bird" – HS 303	"Lani Bird" etc. F 1, 2, 3.	En construcción
Intelsat Nº	I	II	III
Fabricante	Hughes	Hughes	TRW
Capacidad de canales	240 de simple acceso	240 de acceso múltiple	1.200 de acceso múltiple
Amplificador	Lineal, frecuencia – intermedia 4–6 GHz.	Lineal, frecuencia – intermedia 4–6 GHz.	Lineal, frecuencia – intermedia 4–6 GHz.
Ancho de banda (para ambos sentidos)	50 MHz.	125 MHz.	500 MHz.
Sistema de antena	Bocina toroidal "Spin" estabilizado	Bocina de 4 elementos bicónicos	Conjunto de antenas en fase
Ganancia de antena (mínimo)	6 db.	6 db.	16 db.
Potencia efectiva mínima radiada	+ 8 dbw.	+ 14 dbw.	+ 24 dbw.

altos gastos necesarios para obtener personal experto y comprar equipo costoso.

Una empresa de explotación de operación embarcada en una solución de satélites para accesos internacionales, podría encontrarse enfrentada con una serie masiva de problemas tan amplios, como es, el margen de conocimientos técnicos y cuidados necesarios. Los países en desarrollo cuya reserva de técnicos indígenas es limitada, pueden encontrar sus recursos restringidos por la demanda obligada para la provisión y dirección de las estaciones de tierra. En estas áreas podrían proporcionar ayuda un núcleo de consultores y expertos del exterior, pero este esquema normalmente es muy costoso.

5.3 Aspectos técnicos

Se ha descrito hasta ahora el rápido avance del estado del arte, tanto en los sistemas de cable como en los de satélite. En el momento actual, ¿qué ofrecen ambos?

5.3.1 Sistema de satélites. Parámetros y facilidades

Se abarcan tres generaciones sucesivas de satélites desde el establecimiento inicial de la red global de satélites por el Early Bird; la tabla 11 resume los parámetros principales del diseño.

Los transmisores del móvil orbital, han sido hasta ahora dispositivos amplificadores de onda progresiva de relativamente baja potencia para mantener una relación económica eficacia/peso, aunque la Unión Soviética reivindica haber tenido un transmisor operacional de 40 vatios en sus repetidores tipo Molnya [6].

5.3.2 Complejo terrestre

Puesto que los repetidores manejan necesariamente pequeños niveles de señal, es necesario una gran cantidad de sofisticación en las estaciones de tierra [7]. Es esencial una transmisión de alta potencia para obtener una baja relación de ruidos en el receptor. Se necesitan grandes estructuras mecánicas para las antenas, con objeto de optimizar la relación señal ruido y proporcionar inmunidades contra el ruido, razonables. Por consiguiente el terminal de tierra consta de un considerable volumen de aparatos, esenciales para el trabajo de la

comunicación, en sí misma, pero que no forman parte del camino físico de la comunicación como son:

- a) refrigeración sofisticada por liquefacción de gas de amplificadores paramétricos o masers,
- b) control electrónico de "bloqueo" de antena,
- c) sistema de antena a prueba de variaciones atmosféricas ocasionales (presurización y calentamiento de los mástiles),
- d) dispositivos especiales de suministro de energía,
- e) centro complejo de control.

Todo lo cual, agrega una cantidad significativa al coste total y complejidad de mantenimiento.

Las limitaciones actuales en la tecnología, implican el uso de grandes estructuras de antena con diámetros entre 26 y 30 metros. Pueden ser factibles terminales de tierra más pequeños y se emplean en los primeros sistemas globales, pero la operación de estos sistemas está penalizada considerablemente con respecto a las cargas para utilización de segmento de espacio (ver sección 5.2.1).

A causa de esta penalidad, los mayores terminales de tierra futuros, incluirán antenas de gran diámetro. También para proporcionar cierto grado de flexibilidad operacional, tendrán que especificarse probablemente en el futuro, antenas ajustables capaces de trabajar en direcciones Este y Oeste.

5.3.3 Facilidades y parámetros en los sistemas por cable

Los modernos sistemas en cable de banda ancha, aunque esencialmente son enlaces entre dos puntos, proporcionan todas las facilidades exigidas de las comunicaciones por portadoras. En la tabla 12 se resumen los parámetros principales de los sistemas modernos en cable, donde puede verse, que una capacidad de 1500 á 2500 canales de audio está ahora en desarrollo normal y estará disponible para rutas transoceánicas a primeros de la década de los 1970.

Sistemas de banda tan amplia, podrían acomodar si se necesita, señales de video libres de redundancia, y proporcionarán anchuras de banda mayores para transmisión de datos con alta velocidad, además de numerosos circuitos de audio de calidad excelente.

Tabla 12 - Sistemas modernos submarinos transoceánicos.

Capacidad del sistema (circuitos de 3 KHz.)	Primer uso		Diámetro del cable (milímetros)	Frecuencia máxima KHz.	Repetidores		Corriente en línea (mA)	Voltaje del repetidor
	Año	Ruta			Ganancia (db)	Separación millas náuticas		
128	1963	TAT-3	25,4	1.052	50	20	389	45
160	1965	PENCAN	22,8	1.164	50	17,3	415	86
360	1966	ATLANTICA	25,4	2.964	40	9,5	500	55
640	1969	REINO UNIDO - LISBOA	22,8	4.772	43	7,5	150	25
720	1968	FLORIDA - ISLAS VIRGENES	38,1	5.884	40	10	145	16
1.520		EN DESARROLLO	38,1	12.000	ND	7	ND	ND
2.500		EN DESARROLLO	38,1	20.000	ND	5	ND	ND

N. D. = No disponible información al escribir el artículo.

5.3.4 Confiabilidad y secreto

Los sistemas de cable a gran profundidad tienen un excelente record de confiabilidad. Las áreas de aguas de poca profundidad, cercanas a los extremos de tierra, están expuestas a cortes en el cable debido a los rastreadores, pero estas roturas se reparan facilmente. Además, un nuevo desarrollo por los Laboratorios Bell de un equipo especial para enterrar el cable sumergido en las proximidades de las costas, se ha anunciado recientemente, y suprimirá la mayor causa de interrupciones en el circuito del cable. La vida probable de 20 años que es normal en los sistemas de cable, puede sobrepasarse en muchos casos.

La confiabilidad de los sistemas satélite, está relacionada directamente con el tiempo de vida del satélite y con la conservación operacional del equipo terminal de tierra asociado. La vida probable actual de los satélites síncronos, es de cinco años. Se espera que en el futuro esta vida probable aumente.

La confiabilidad del sistema de satélite, puede proporcionarse al coste de tener satélites redundantes en el espacio. Se tiene la evidencia de que esta solución está aceptándose por Intelsat. Si bien, proporciona una seguridad de la facilidad de comunicación, ésta se obtiene solamente por una considerable inversión adicional de capital en el segmento del espacio. Del mismo modo, se están introduciendo subsistemas para la redundancia, en el proyecto del equipo terminal de tierra, que aseguren una completa confiabilidad, en el conjunto de los enlaces de comunicaciones.

Finalmente, los sistemas en cable no producen interferencia, ni son, en general, interferidos. Puesto que los dos tipos de sistemas de microondas, satélites y terrestres, utilizan un espectro común de frecuencias, en la cuestión de interferencia mutua (o deliberada), podrían presentarse dificultades, asociadas con la selección de un emplazamiento adecuado para el terminal. El problema

de la interferencia mutua puede resolverse con precauciones apropiadas [8], pero con las limitaciones actuales que hay para la colocación de las bandas de frecuencia, puede esperarse alguna restricción en el empleo de facilidades de transmisión en microondas para las comunicaciones terrestres o espaciales. Otras formas de complicación caen dentro del ámbito de la legislación internacional.

Aunque los aspectos legales de utilización de cualquier medio, se salen fuera de los límites de este artículo, es importante mencionar que éstos se revisan frecuentemente por varios organismos internacionales [9], de tal modo que no se perjudique la libertad de comunicaciones.

Sin embargo, toda la expansión de las comunicaciones por satélite se limitará, a menos que se llegue a un convenio internacional para colocar nuevas bandas, y exclusivas, de frecuencia en el margen superior a 10 gigahertz.

5.4 Costes anuales del sistema

Mediante una discusión de la inversión de capital, bajo los aspectos operacional y técnico, para los dos medios de comunicación, se hace un intento para resumir la imagen total económica, asociada con la propiedad, operación y explotación del sistema de cable y de satélite.

Esto se hace por una estimación de los costes anuales para una facilidad de comunicación, equivalente a la de punto a punto, basada en rutas de enlaces "fuertes" y "ligeras", de 600 y 80 circuitos audio de capacidad, respectivamente.

Los costes anuales relacionados con el sistema de satélite se presentan en la tabla 13.

Los costes anuales correspondientes para sistemas en cable submarino se muestran en la tabla 14. En la figura 8 se da un gráfico comparativo de los gastos

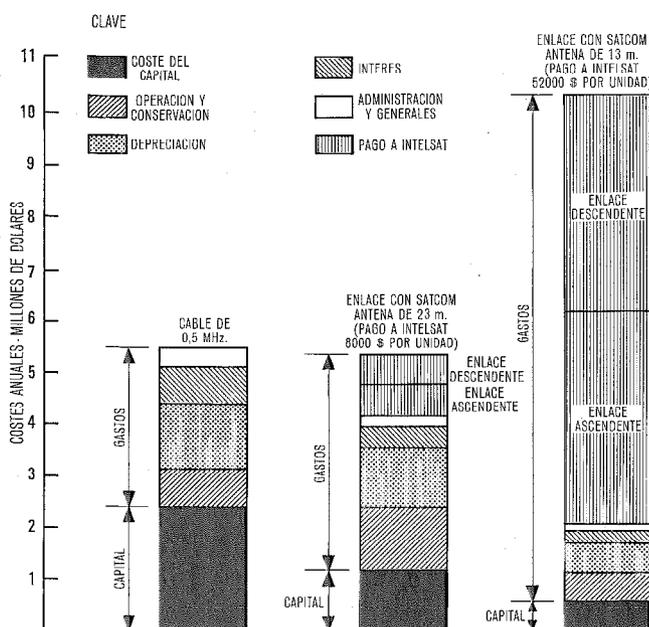


Fig. 8 Comparación de los costes anuales para rutas de enlace transoceánico "ligeras" (2.500 MN).

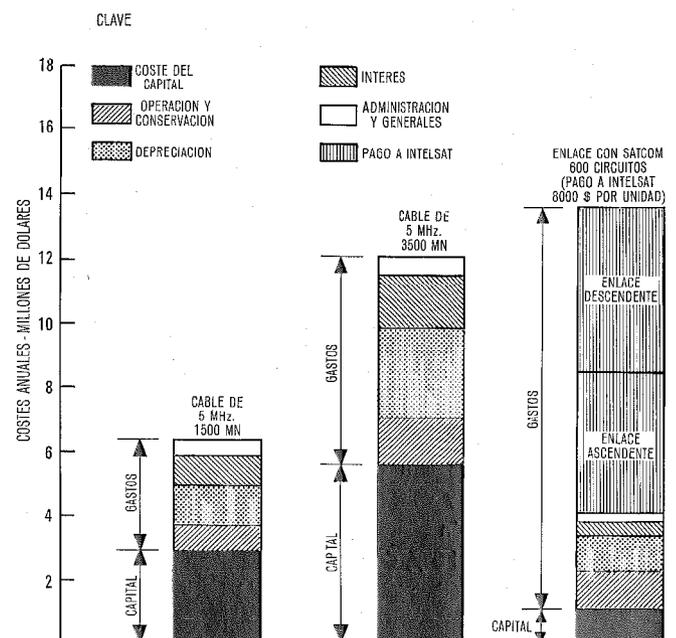


Fig. 9 Comparación de los costes anuales para rutas de enlace transoceánico "fuertes" (distancia media y grande).

Sistemas de comunicación global

anuales para rutas "ligeras" de enlaces y para rutas "fuertes" en la figura 9.

Las figuras 8 y 9 indican con claridad la diferente mezcla básica de las partes de capital y gastos de los costes anuales, indicando espectacularmente, que una gran proporción de la cantidad total de coste en el caso

del sistema Satcom, es el pago de la cuenta de gastos de Intelsat. Adicionalmente, este diagrama demuestra claramente la situación competitiva de los enlaces en cable, cuando se comparan desde un principio financiero equivalente.

Motivado por la compleja presentación financiera inte-

Tabla 13 - Coste anual para el sistema Satcom en millones de dólares.

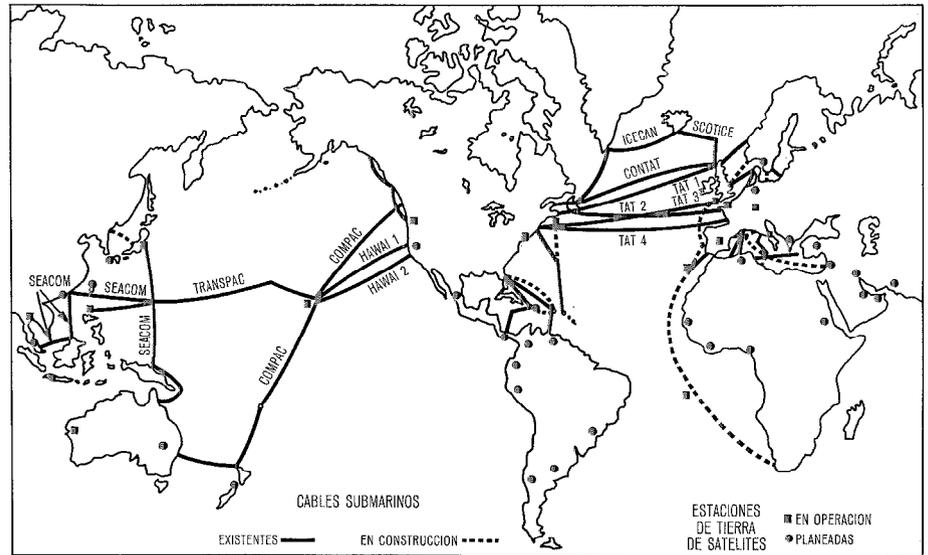
	Ruta de enlace fuerte (600 circuitos) Antena de 26 metros	Ruta de enlace ligera (80 circuitos)	
		Antena de 26 metros	Antena de 13 metros
Cuenta del capital			
Coste de 2 estaciones de tierra	1,20	1,20	0,60
Modificaciones y mejoras	0,01	0,01	0,01
Suscripción de capital a Intelsat (prorrateo en el reparto)	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>y</i>
Cuenta de gastos			
Costes de operación:			
Operación: conservación (10 %)	1,20	1,20	0,60
Depreciación (10 %)	1,20	1,20	0,60
Intereses con 3 % de promedio	0,36	0,36	0,18
General y administración (1 %)	0,12	0,12	0,06
Pagos a Intelsat			
Enlaces de entrada:			
Estación de 26 m. 8.000 \$ por unidad de utilización de satélite	4,80	0,64	—
Estación de 13 m. 52.000 \$ por unidad de utilización de satélite	—	—	4,16
Estación de salida:			
Estación de 26 m. 8.000 \$ por unidad de utilización de satélite	4,80	0,64	—
Estación de 13 m. 52.000 \$ por unidad de utilización de satélite	—	—	4,16
Costes totales anuales	13,69 + <i>x</i>	5,37 + <i>y</i>	10,37 + <i>y</i>

Tabla 14 - Coste anual para sistemas en cable en millones de dólares.

	Ruta de enlaces fuerte (640 circuitos)		Ruta de enlaces ligera (80 circuitos) 2.500 MN*
	1.500 MN*	3.500 MN*	
Cuenta de capital			
Coste del sistema:			
640 circuitos de 1.500 MN* \$ 30 por MN circuito	2,41	—	—
640 circuitos de 3.500 MN \$ 25 por MN circuito	—	4,82	—
80 circuitos de 2.500 MN \$125 por MN circuito	—	—	2,16
Cuenta de gastos			
Coste de operación:			
Operación y conservación (3 %)	0,72	1,45	0,65
Depreciación (5 %)	1,20	2,41	1,08
Intereses al 3 % de media	0,72	1,45	0,65
General y administración (1 %)	0,24	0,48	0,22
Costes totales anuales	5,29	10,61	4,76

* MN = Milla náutica.

Fig. 10 Red global de cables submarinos y de estaciones en tierra.



rior relacionada con el sistema de satélites, es esencial, que se consideren todos los aspectos de esta estructura, antes del intento de hacer una evaluación completamente significativa de las economías relativas asociadas con los sistemas de cable y de satélite. Si se emprende ésto, entonces los resultados indican que con frecuencia hay poca diferencia entre las economías de usar cable y satélites sobre rutas con distancias de 3000 á 4000 millas náuticas [10], aunque hay claras y perceptibles ventajas específicas, tanto operacionales como de propiedad y de beneficios, que se ofrecen por la alternativa del cable.

6. La red global presente y futura

Durante los primeros once años de operación con sistemas transoceánicos con repetidores sumergidos, (1956—1966), la red global ha crecido desde sus principios, hasta el impresionante total de:

- 65.000 millas náuticas de ruta con
- 3.040 repetidores sumergidos
- proporcionando 6.100.000 millas circuito.

Este vasto complejo global de cable representa aproximadamente 700 millones de dólares de inversión.

Mediante la utilización de sistemas transistorizados modernos de banda ancha, este complejo de cables (Fig. 10) se extenderá aún más, como puede verse ilustrado espectacularmente para el período de 1967 á 1969.

	1966	Ampliación hasta 1968	Total	% de aumento
Millas de ruta	65.000	15.000	80.000	24
Millas circuito	6.100.000	5.900.000	12.000.000	96

La red planeada en la aplicación, representa una inversión de 75 á 80 millones de dólares, durante el período de 1967 á 1969.

Similarmente, desde el lanzamiento del Early Bird en 1965, la cobertura global por satélite está creciendo rápidamente, hasta que en 1968 se alcanza una red de seis

satélites sincronicos que estará disponible para proporcionar la base de un sistema de banda ancha accesible a la mayor parte de naciones a través del mundo.

El crecimiento de la red global de comunicaciones puede representarse mejor, resumiendo la disponibilidad de circuitos internacionales e intercontinentales en los sistemas de cable y de satélite. La figura 11 presenta este crecimiento desde el nacimiento del primer sistema de cable transatlántico en 1956 (cuando la extensión de las redes globales era de unos 1200 circuitos) hasta fines de 1969, en cuya fecha los planes que se conocen suministrarán una capacidad superior a 20.000 circuitos.

Adelantando una visión del futuro, podría verse en el año 1975 una red global integrada, con una capacidad superior a 70.000 circuitos de la cual un 25% podrían ser los grandes circuitos intercontinentales.

Aunque las previsiones para el futuro muestran una variación muy amplia, basado en nuestro propio trabajo y en una estimación general para los circuitos intercontinentales [11] se puede mostrar en la figura 12 las estimaciones y distribución del número de circuitos.

Los requerimientos para facilidades con capacidad comprendida entre 500 y 2000 circuitos de audio se identifican por una red rayada que interconecta las partes más grandes del globo. Para cumplir con esta demanda de grandes circuitos, mientras se proporciona el grado aceptado de servicio de alta calidad, a un nivel económico, serán necesarios todos los esfuerzos de desarrollo en el campo tecnológico de cables y satélites, no solo para satisfacer las peticiones normalmente identificadas, sino también para estimular, el mayor aumento posterior en el futuro en las crecientes comunicaciones flexibles que así se crean.

7. Conclusión

Lo mismo que en las redes nacionales donde los sistemas de cable y microondas se han conjuntado para formar un esquema integrado, los acontecimientos muestran que igual forma puede permanecer para la integración progresiva de los sistemas de cable y por satélite en una red global de comunicaciones.

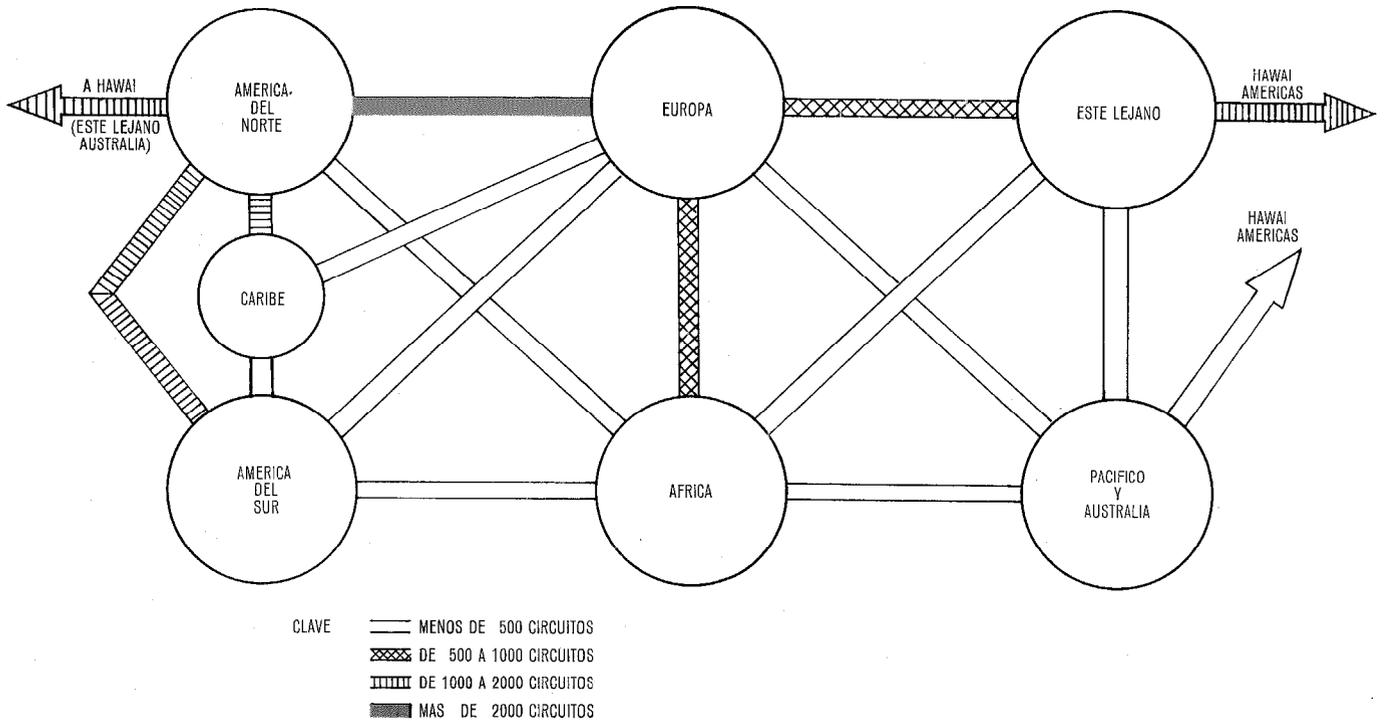


Fig. 12 Extensión estimada de la red global en 1975 (circuitos intercontinentales).

Por el contrario a lo que se pensó inicialmente, los dos medios llegan a ser cada vez, más complementarios en su naturaleza operacional, técnica y económica, que enemigos en competencia encarnizada, hecho reconocido y apoyado por las últimas estipulaciones de la comisión

federal de comunicaciones de los Estados Unidos y de las administraciones independientes.

Los avances tecnológicos se reflejarán en el futuro desarrollo de los sistemas de cable y por satélites, los cuales proporcionarán facilidades de comunicación, que cumplan los tipos crecientes de demanda cada uno con sus particulares áreas de aplicación y niveles económicos de coste con perspectivas atrayentes de rentabilidad.

El futuro, para el que se han expuesto los fundamentos de una comprensiva red global, presenta una única exigencia en todo lo relacionado con el campo de las comunicaciones. Se han hecho grandes avances en la primera mitad del siglo veinte. Mayores adelantos se han alcanzado ya y continuarán haciéndose en la segunda mitad, para asegurarse de que las demandas crecientes en el campo de la telecomunicación se satisfacen, así como que se cubren los nuevos tipos de demanda de facilidades, por desarrollos que proporcionan los más eficaces medios de comunicación, lo que constituye un elemento esencial e integral para el progreso total de la humanidad.

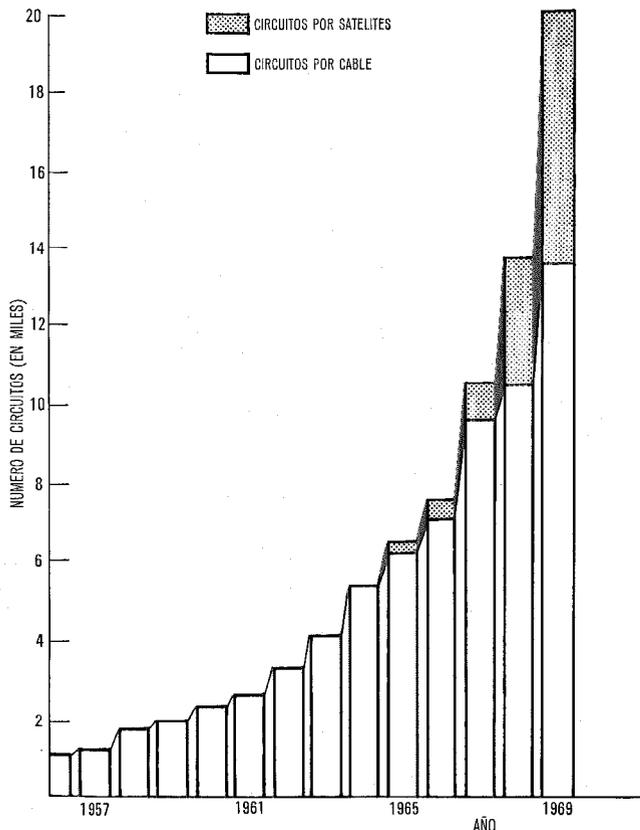


Fig. 11 Disponibilidad de circuitos de audio en la red global.

Referencias

- [1] W. Timmermann, B. M. Dawidziuk y T. N. M. Hvidsten: Expanding Global Submarine Cable Network, Electrical Communication, Vol. 41, n° 1, 1966, págs. 82—93.
- [2] Communications Satellite Corporation, 3 Agosto 1967: Report on Projected Results of Operations 1967—71.
- [3] G. K. Holder: Customer Evaluation of Telephone Circuits with Delay, B. S. T. J., Sepbre. 1966, págs. 1157—1190.
- [4] E. J. Martin y W. S. McKee: Commercial Satellite Communications Experience, IEEE Spectrum, Julio 1967, págs. 63—69.
- [5] R. A. Brockband y F. Scowen: A 12 Mc/s Submerged-Repeater System, P. O. E. E. J., Octubre 1966, págs. 199—200.
- [6] V. Lustberg: Satellite Radiocommunication in the USSR, ITU Journal, Vol. 33, n° 12, Diciembre 1966.
- [7] R. G. Slaughter, J. A. Cone y R. A. Miller: Designing a Satellite Ground Station Receiving System, Microwave Journal, Enero 1966.
- [8] S. Iwasaki: Interference Between Satellite Communication Earth Stations and Terrestrial Microwave Radio Relay Stations, Japan Telecoms. Review, 1966.

- [9] J. Busak: Some Legal Aspects of Satellite Communications, ITU Journal, Vol. 31, n° 10, Octubre 1964.
- [10] A. J. Lipinski: On the Mix of Satellites and Cables in the Global Network, IEEE Trans. Comm. Tech., Vol. COM-15, n° 2, Abril 1967.
- [11] E. P. Smith: Requirements for U.S. International Telecommunications through 1975, IEEE Trans. Comm. Tech., Vol. COM-15, n° 2, Abril 1967, págs. 185—196.

B. M. Dawidziuk nació en Polonia en Febrero de 1926. Después de haber servido en el ejército polaco en el Este medio y en Italia, llegó en 1946 al Reino Unido y recibió en 1952 el grado honorífico de B. Sc. (Eng.) de la Universidad de Londres.

Después de su graduación se incorporó a los Laboratorios de Transmisión de Standard Telephones & Cables. Después de trabajar dos años en el desarrollo de sistemas con frecuencias portadoras, fué transferido al grupo de desarrollo de sistemas submarinos. Hasta 1964 estuvo asociado al trabajo de diseño y desarrollo de repetidores sumergidos y al de ingeniería de proyectos de cables submarinos telefónicos, con participación

en el tendido de varios cables en el mar del Norte y Mediterraneo.

Ahora es responsable de los estudios técnicos y económicos de las facilidades de comunicación internacional y de la valoración de necesidades para los futuros cables submarinos.

B. M. Dawidziuk es miembro del Institute of Electrical Engineers.

H. F. Preston nació en Teddington en 1930, recibió su entrenamiento en ingeniería en la Woolwich Polytechnic de Londres y con Siemens Brothers & Co. Ltd. En 1954, Mr. Preston se incorporó a la rama de ingeniería de la Administración de correos y telégrafos de Nigeria, donde estuvo encargado de múltiples aspectos en el desarrollo y operación de las comunicaciones.

En 1966 pasó al grupo de investigación de mercados de transmisión de Standard Telephones & Cables, Londres. Ahora es responsable de estudios especiales en el departamento de desarrollo de mercados en cables submarinos, que comprende estudios de tráfico, tarificación y proyectos, así como evaluaciones económicas del sistema.

Otros artículos y comunicaciones hechas por ingenieros de ITT

En esta lista se incluyen los artículos publicados en otros periódicos, así como conferencias presentadas en Congresos. De alguno de estos últimos puede disponerse en forma escrita, editado como actas o bien particularmente. Cuando se indique la publicación, la petición de los folletos debe hacerse directamente del editor, no de "Comunicaciones Eléctricas". En los otros casos la petición puede hacerse del editor más cercano de "Electrical Communication" en sus distintas versiones, porque puede ocurrir que solamente se disponga de un número limitado de copias.

Standard Elektrik Lorenz AG

Artículos

- Becker, D., *Zur Berechnung von Systemeigenschaften aus den Verteilungsfunktionen der Systembausteine*, Frequenz 21 (1967) 9, pp. 286—292.
- Frech, G., y Schmidt, K., *Der elektronische Achszähler der Standard Elektrik Lorenz AG*, Signal und Draht 59 (1967) 11, pp. 165—174.
- Hönicke, H., *Anordnung zur Frequenzregelung zweier parallel betriebener und gewobelter Magnetrons*, Internationale Elektronische Rundschau 21 (1967) 12, pp. 305—310.
- Oehlen, H., y Brust, G., *Ein einheitliches Verfahren zur Spektrenbeherrschung von periodischen, stochastischen und pseudo-stochastischen Impulsfolgen*, Archiv der Elektrischen Übertragung 21 (1967) 11, pp. 583—587.
- Reiber, H., *Zeilenablenkteil mit Thyristor-Endstufe für transistorierte Fernsehempfänger*, radio mentor 34 (1968), pp. 31—35.
- Zeidler, G., *Die Länge der Telefonnummern in verschiedenen Ländern*, Nachrichtentechn. Z. 20 (1967) 10, pp. 576—580.

Comunicaciones

- Adler, E., *Aufbau und Eigenschaften moderner Differenzverstärker*, Technische Akademie Esslingen, 22—24 Enero 1968.
- Berner, H., *Entwicklungsprobleme bei Navigationsantennen*, NTG-Tagung, Darmstadt, 17—20 Octubre 1967.
- Blank, H., *Toleranzempfindliche Synchronisations- und Zeilenoscillatorschaltung ohne Abgleichmittel*, FTG-Jahrestagung, Aix-la-Chapelle, 26 Septiembre 1967.
- Busse, W., *Azimutfehler bei TACAN-Anlagen, verursacht Ausbreitungsstörungen*, NTG-Tagung, Darmstadt, 17—20 Octubre 1967.
- Busse, W., *Antennen der DVOR-Anlage*, NTG-Tagung, Darmstadt, 17—20 Octubre 1967.
- Deubert, R., *Schaltungskonzept für ein modernes Farbteil im Farbfernsehempfänger*, FTG-Jahrestagung, Aix-la-Chapelle, 26 Septiembre 1967.

Härtl, H., *Lernprogramme für technische Probleme*, Verband Deutscher Elektrotechniker, Braunschweig, 7 Diciembre 1967.

Hezel, A., *Der Herkomat — eine herkon-elektronische Nebenstellenanlage*, ITT-Symposium "Switching", Leningrado, 12 Enero 1968.

Irmer, J., *Kugelantennen mit hohem Gewinn*, NTG-Fachtagung, Darmstadt, 19 Octubre 1967.

Klötzner, W., *Einführung in die Digital-technik*, Technische Akademie Esslingen, 14—16 Noviembre 1967.

Matthias, E., *Gleichspannungsschaltungen mit Differenzverstärkern, ihre Wirkungsweise und Eigenschaften*, Technische Akademie Esslingen, 22—24 Enero 1968.

Mosel, H., *Zwischenfrequenzverstärker für Fernsehempfänger ohne Induktivitätsabgleich*, FTG-Jahrestagung, Aix-la-Chapelle, 26 Septiembre 1967.

Reiber, H., *Thyristorbestückte Horizontalablenkung und Hochspannungserzeugung für Farbfernsehempfänger*, FTG-Jahrestagung, Aix-la-Chapelle, 26 Septiembre 1967.

Rensch, H., *Bauelemente speziell Reedkontakte für quasi-elektronische Vermittlungsanlagen*, ITT-Symposium "Switching" Leningrado, 12 Enero 1968.

Rötzel, D., *Funkanlagen zur Sicherung des Luftverkehrs*, Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik, Graz, 23 Noviembre 1967.

Rupp, H., *Nachrichtensatellitentechnik als Ergänzung und zukünftige Konkurrenz der herkömmlichen Übertragungstechnik*, Technische Hochschule Braunschweig, 5 Diciembre 1967.

Tänzer, K., *Navigationsantennen für die Frequenz 108 bis 118 MHz in neuer Form*, NTG-Tagung, Darmstadt, 17—20 Octubre 1967.

Tänzer, K., *Verkopplungseffekte bei Antennen*, NTG-Tagung, Darmstadt, 17—20 Octubre 1967.

Wieland, A., *Wertanalyse in der Praxis*, REFA-Bezirksverein Aalen, 7 Diciembre 1967.

Bell Telephone Manufacturing Co.

Comunicaciones

- Adelaar, H., *Semi-electronic Reed Cross-point Telephone Switching System 10-C*, Technical University of Norway, (NTH) Trondheim, 22 Noviembre 1967.
- Scheldeman, C., *Informatie en communicatie* (Información y Comunicación) Stichting Lodewijk de Raet — Filosofenfontein — Heverlee — 8 Noviembre 1967.
- Sorber, S., *Organisatie en Werking van de Sociale Diens bij BTMC*, (organización y funcionamiento del servicio social en BTMC), ABVV, Zeedijk 161, Maria-kerke — Ostende.

Laboratoire Central de Télécommunications

Artículos

Fortet, R., *Lois de probabilité des répartitions ponctuelles aléatoires*, Vol. 265, section A — n° 17, comptes rendus de l'Académie des Sciences.

Fortet, R., *Répartition de Poisson, fonctionnelles caractéristiques des répartitions ponctuelles aléatoires*, Vol. 265, section A — n° 18, comptes rendus de l'Académie des Sciences.

Mornet, P., Hartley, G. C., Ralph, F., y Tarran, D. J., *Techniques of Pulse-Code Modulation in Communication Networks*, IEEE Monograph book, serie 1, Cambridge University Press.

Pauthier, M., *Mémoires rapides à couches magnétiques minces*, Mécanique et Électricité, n° 216, Diciembre 1967.

Turrière, J., *Les Satellites et l'Avant de la Météorologie*, Nucleus, Vol. 8, n° 5.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques

Artículo

Lecoanet, S., *Centre international semi-automatique et manual de Lyon—Sévigné (CISAM)*, Communication et Electronique, n° 19, Octubre 1967.

Standard Telephones and Cables Limited

Artículo

Groocock, J. M., *STC Use ASQC Methods for Quality Assurance Training*, Electronics Weekly, 6 Diciembre 1967, p. 30.

Comunicaciones

Girling, D. S., *Are Components Specifications Being Improved?* Institution of Electrical Engineers, Londres, 16 Noviembre 1967.

Rees, F. H., *A Multimaster Network for the Quasi-Synchronization of an Integrated PCM System in a large Urban District*, British Post Office, Brighton, Sussex, 12—13 Diciembre 1967.

Ward, E. S., *Environmental Testing-Mechanical*, Slough College, Slough, Middlesex, 22 Noviembre 1967.

STC Semiconductors Limited, Footscray

Artículo

McCann, M. R., *Some applications and developments of high frequency power transistors*, het ingenieursblad, Nv 23, 1 Diciembre 1967.

Comunicaciones

Brown, A. C., *Quality Control in the Semiconductor Industry*, Liverpool College of Technology, Octubre 1967.

Standard Telecommunication Laboratories

Artículos

Butler, M. B. N., y Sandbank, C. P., *Characteristics and Applications of Domains in Semi-Conducting CdS*, IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. ED-14, Octubre 1967, pp. 663—669.

Coleman, M. V., y Thomas, D. J. D., *The Structure of Amorphous Silicon Films*, Physica Status Solidi, Vol. 24, n°2, K 111, Diciembre 1967.

Froom, J., *An Analysis of Current Instabilities in Semi-Insulating Piezo-Electric Crystals*, IEEE Transactions, Electron Devices, Octubre 1967.

Heeks, J. S., y Woode, A. D., *Localised Temporary Increase in Material Conductivity following Impact Ionisation in a Gunn Effect Domain*, IEEE Transactions, ED-14, n°9, Septiembre 1967, pp. 512—517.

Kleinheinz, S., *Contribution to the Synthesis of Distributed RC Networks*, IEE Electronics Letters, Vol. 3, Octubre 1967, pp. 465—467.

Lawson, W. H., *A Versatile Thin Film Thickness of High Accuracy*, Journal of Scientific Instruments, Vol. 44, n°11, Noviembre 1967, pp. 917—921.

Sandbank, C. P., *An Almost Ideal Substrate: Gallium Arsenide*, Electronics, Vol. 40, n°23, 13 Noviembre 1967, pp. 117—118.

Sandbank, C. P., *Characteristics and Applications of Domains in Semi-Conducting CdS*, IEEE Transactions, (Electron Devices), Vol. 14, n°10, Octubre 1967, pp. 663—668.

Stewart, C., *Preparation of Gallium Arsenide Surfaces for Epitaxial Deposition*, Solid-State Electronics, Vol. 10, Diciembre 1967, pp. 1199—1200.

Stuart, M., *Electrode-limited to Bulk-limited Conduction in Silicon Oxide Films*, Physica Status Solidi, Vol. 23, 1 Octubre 1967, pp. 595—597.

Stuart, M., *Conduction in Silicon Oxide Films*, British Journal of Applied Physics, Vol. 18, n°11, Noviembre 1967, pp. 1637—1640.

Comunicaciones

Bezdel, W., *Discriminator of Sound Classes for Speech Recognition Purposes*, 1967 Conference on Speech Communication and Processing, Air Force (Cambridge, Mass.) Research Labs., Noviembre 1967.

Brewster, A. E., Gardner, C. M., y Hodges, R. J., *Ultra-High-Speed Printing and Display Systems*, IEE, Londres, 13 Octubre 1967.

Butler, M. B. N., *DOFIC-Domain Originated Functional Integrated Circuits*, IERE (North Eastern Division), 11 Octubre 1967.

Craven, G., *The Engineering Principles and Applications of Microwave Filters*, IEE/EIRE Meeting, Cambridge, 19 Noviembre 1967.

Dobson, C. D., Franks, J., y Keeble, F. S., *Characteristics of GaAs Lasers near Room Temperature*, IEEE Conference on Injection Lasers, Las Vegas, Nevada, 29 Noviembre-Diciembre 1967.

Ellington, K., *Avalanche Diodes*, Semiconductor Group of the German Physical Society, Bad-Reichenhall, 16 Octubre 1967.

Evans, J., *Solid State Electronics*, IEE Electronics Division Meeting, Londres, 22 Noviembre 1967.

Hartley, G. C., *Network Planning Implication of an Integrated Digital System*, Joint PO/Industry Symposium on Integrated PCM, Brighton, 12—13 Diciembre 1967.

Rowe, T. J., y Moule, D. J., *Laser Micromachining of Thin Metallic Films*, IEE Conference on Electrical Methods of Machining and Forming, Londres, 5—7 Diciembre 1967.

Sandbank, C. P., *Lectures on DOFIC*, IEE Worcester, 20 Octubre 1967; Université de Southampton, 24 Octubre 1967; Université de Birmingham, 30 Octubre 1967.

Scarr, R. W. A., *Zero Crossings as a Means of Obtaining Spectral Information in Speech Analysis*, 1967 Conference on Speech Communication and Processing, Cambridge, Mass., 7 Noviembre 1967.

Thomas, D. L., y Wright, E. P. C., *The Impact of the CCITT n°6, Signalling System on Telecommunications*, IEE Electronics Group Meeting, Londres, 30 Octubre 1967.

Toombs, P. A. B., *A Large Plasma Volume Low Pressure Sputtering System*, American Vacuum Society Symposium, Kansas City, 27 Octubre 1967.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S

Artículos

Notevarp, H., y Stenslet, C., *Plastic Extrusion*, Plastnytt, Nos. 1—10, 1967.

Riege, H., *Filing and Retrieval of Literature in Specialized Fields*, Teknisk Ukeblad, Vol. 114, n°42, Noviembre 1967, pp. 769—771.

Standard Radio & Telefon AB

Comunicación

Mellberg, K., *Man-Machine Communication*, Swedish Association of Engineers and Architects, 19 Octubre 1967.

Standard Téléphone et Radio SA.

Comunicación

Schellenberg A., *Satelliten für Nachrichtenübertragung* (Satellites for transmission of communications), Swiss Association of Engineers and Architects, Winterthur.

ITT Avionics Division

Comunicación

Marley, John, *Introduction to Integrated Circuits*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Lecture Series on Integrated Circuits, Nueva York, Nueva York, 10 Octubre 1967.

ITT Data Services

Comunicaciones

Byrne, Charles E., *Automatic Production of Wiring Matrices*, Computer Aided Design, Engineering, and Manufacturing meeting, El Segundo, California, 17 Noviembre 1967.

Vachss, Raymond E., *ITT Research and Development Program*, Computer Aided Design, Engineering, and Manufacturing meeting, El Segundo, California, 17 Noviembre 1967.

ITT Gilfillan

Artículo

Bozarth, David, y Snyder, R., *Source and Load Impedances for Simultaneous Conjugate Match of a Linear Two Port*, Electronic Communicator, Vol. 2, n°6, Noviembre-Diciembre 1967, pp. 9—10.

ITT Telecommunication

Comunicación

Stepan, J. L., *Station Identifier*, National Electronics Conference, Chicago, Illinois, 23—25 Octubre 1967.

Nuevas Realizaciones

Gran sistema de intercomunicación para la clínica de la Universidad de Frankfurt on Main

Se ha iniciado la instalación del mayor sistema de intercomunicación, suministrado hasta la fecha por Standard Elektrik Lorenz. Es el bien conocido "Dirigent 411" de ITT con capacidad de 360 subestaciones provistas de teclado para marcar, 20 enlaces de conexión y facilidad de llamada directa para 10 grupos. Es también aplicable para conectar 11 sistemas de secretaría.

Este sistema tiene las siguientes características:

- todas las unidades son enchufables,
- se acomoda en armarios cerrados preparados para supervisión rápida,
- puede ampliarse fácilmente por etapas de 20 líneas,
- las conexiones de conversación se conmutan por medio del sistema de barras cruzadas.

El sistema se ha instalado en el bloque de servicios múltiples de la clínica de la Universidad. Todas las facilidades tales como; salas de diagnósticos, quirófanos, dispensarios, banco de sangre, etc., están en este edificio. El sistema está programado para estar en operación a principios de 1970.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania

Sistema rural Pentaconta 32 en España

La Compañía Telefónica Nacional de España, abrió un concurso de libre oferta para el suministro de equipos de centrales de conmutación rurales para 300.000 a 400.000 líneas en total, con un plan de ocho años. La adjudicación se ha hecho a SESA para el sistema Pentaconta R 32 fabricado por Standard Eléctrica, S. A. de Madrid.

El plan cubre gran número de centrales entre 30 y 700 líneas de capacidad con servicio terminal y de tránsito y tarificación interurbana. Proporcionará una gran mejora en las comunicaciones de las provincias menos desarrolladas de España.

Standard Eléctrica, S. A., España

Cien centrales Pentaconta en servicio en España

Hace cinco años se puso en servicio en España la primera central tipo Pentaconta, y ahora se ha puesto en servicio la central de este tipo número cien, mostrando la gran expansión, que ha tenido este sistema en la red telefónica nacional de España.

Desde la más bien sencilla instalación de Igalada, que fué una central aislada instalada en 1962, hasta la más complicada (que hace el número 100), instalada en la Central de Bilbao—Gran Vía con 10.000 líneas inicialmente, y una capacidad proyectada de 40.000 líneas, que atiende a la muy industrializada ciudad de Bilbao, Pentaconta ha cumplido toda la variedad de necesidades en una red muy compleja, que tiene interconexión a otras centrales existentes tipo Rotary, así como a centrales urbanas e interurbanas con millares de enlaces.

En la fecha de corte de esta central (Octubre 1967) el número total de líneas en tipo Pentaconta ha alcanzado 265.300. Todas ellas excepto las de Igalada han sido fabricadas por Standard Eléctricas, S. A., en su factoría de Villaverde, especialmente destinada a la fabricación de equipos tipo Pentaconta, con una producción de 200.000 líneas por año.

Standard Eléctrica, S. A., España

Nuevas instalaciones Pentaconta

El 21 de Octubre de 1967, Mr. Ives Guena, Ministro de los PTT de Francia y Mr. Jacques Chaban-Delmas, Presidente de la Asamblea Nacional y Mayor de Burdeos, inauguraron el nuevo centro de tránsito de Burdeos, así como una ampliación de 6.000 líneas en la central Palais-Gallien. La central "CT4" de Burdeos, cuarta de su clase en Francia, se proyectó para manejar automáticamente las llamadas entrantes y salientes tanto regionales como nacionales.

El nuevo bloque de la Universidad de Talence-Pessac, inaugurado oficialmente el 23 de Octubre de 1967, tiene su servicio

telefónico suministrado con equipos fabricados por la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques. La instalación proporciona a 600 estaciones internas la conexión por 32 líneas de enlace a la red de los PTT.

Además CGCT ha entregado a los PTT:

- 3.000 líneas para la central París—Auteuil VI,
- 4.000 líneas para la central París—Chenier, extendiendo así la capacidad respectiva de estas centrales a 8.000 y 10.000 líneas.

También están ordenadas 6.000 líneas para dos centrales en Lyon.

Se han recibido también muchas órdenes para Ultramar entre las que pueden citarse, principalmente:

- 5.450 líneas para Costa de Marfil;
- 47 centralitas privadas para Jamaica totalizando 3.750 líneas interiores con 570 líneas de enlace y 20 posiciones de operadora;
- una ampliación de 2.000 líneas en la central de Phnom-Penh en Camboya;
- una centralita de 200 líneas en Camerón;
- otras instalaciones para compañías privadas en Tunes, Costa de Marfil y Camerón.

Estas últimas emplean líneas de alta tensión como circuitos de transmisión de acuerdo con las recomendaciones y condiciones de operación de CIGRE (Congreso Internacional de grandes redes eléctricas) exigidas por los gobiernos francés y otros. Con estos equipos los centros de distribución controlarán instantáneamente la situación de las redes de distribución de energía.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Central interurbana de conmutación para 24.000 enlaces en Madrid

En Diciembre de 1967, se ha puesto en servicio una nueva central de conmutación interurbana en Madrid—Alcántara que es el mayor centro de tránsito en España, instalado con equipo Pentaconta de barras cruzadas.

La red de conmutación consta de dos cadenas independientes de selección. La primera maneja el tráfico entrante (terminal y de tránsito) que llega a través de 2.755 enlaces interurbanos. Los enlaces de salida son 750 interurbanos y 2.326 urbanos.

La segunda cadena maneja el tráfico de salida originado por 2.356 enlaces urbanos y dirigido hacia 2.045 enlaces de salida interurbanos. Esto da un total de 5.000 más 5.000 enlaces aproximadamente, con una capacidad final de 12.000 más 12.000.

La conmutación de las llamadas de toda clase se hace a cuatro hilos y transformadores de cuatro a dos hilos se equipan en las líneas a dos hilos.

La señalización se hace dentro de banda con la frecuencia de 2.500 Hz.

Los registradores de señalización emplean código de multi-frecuencia para las centrales Pentaconta y el código n° 3 del CCITT para la antigua red existente.

Standard Eléctrica, S. A., España

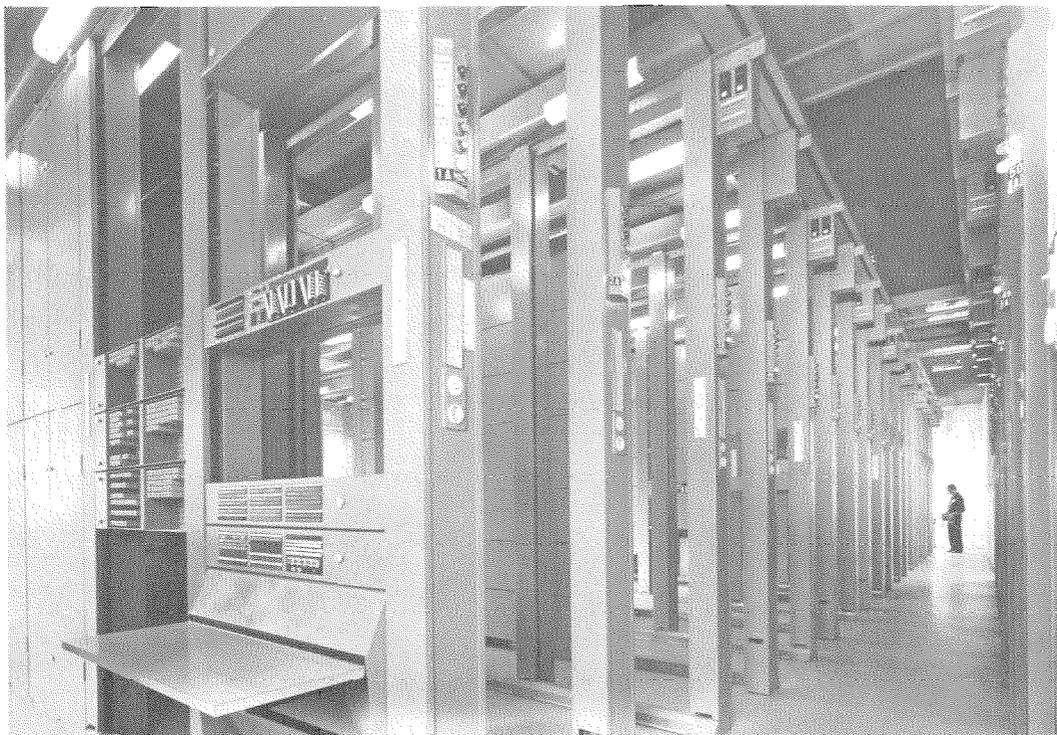
Central Pentaconta de tránsito interurbano en Bolonia

La central de tránsito de Bolonia representa un paso importante en el establecimiento del servicio interurbano directo abonado—abonado por SIP, (Administración de operación italiana). Esta central que opera a base de 4 hilos fué desarrollada por FACE-Standard y suministrada con equipo Pentaconta. Se puso en servicio en Agosto de 1967.

Como el área de Bolonia, con sus 18 centros de distrito, maneja un tráfico interurbano muy fuerte, SIP creyó necesario colocar una central de tránsito que ofrecía las mayores posibilidades. Se hacía una previsión de aproximadamente 8.000 enlaces, entrantes y salientes, para ser conectados en un período de 20 años.

La central consta de dos etapas de selección:

- una primera etapa que solamente distribuye el tráfico; alcanzará finalmente 22 elementos de selección (por el momento se han instalado solo tres),



Central de tránsito interurbano de Bolonia.

— una segunda etapa que realiza las operaciones de selección y alcanzará finalmente 14 elementos de selección (ahora solo dos se han instalado).

Con la capacidad final se equiparán seis unidades de control con 400 registradores de tránsito (actualmente se han puesto en servicio 44 registradores solamente).

A principios de 1969 se agregarán nuevas centrales Pentaconta, para sustituir el equipo existente tipo Rotary 7D. Al principio estas unidades Pentaconta operarán en conexión con el antiguo equipo Rotary, pero este último se abandonará a medida que se instale el moderno.

En un futuro no muy lejano, se realizará en sistema Pentaconta:

- la central de tránsito local (tandem local),
- la central interurbana para tráfico de sector,
- las centrales interurbanas para tráfico de distrito y entre distrito.

Al final, el centro de conmutación total atenderá más de 20.000 enlaces de entrada y salida, constituyendo uno de los mayores centros de conmutación Pentaconta de Europa.

Fabbrica Apparecchiature Per Comunicazioni Elettriche, Italia

Centralita automática PABX 4 para la compañía del gas

En las oficinas de la dirección de la East Midland Gas Board (EMGB) se ha puesto en servicio el tipo más moderno de centralita automática privada, tipo PABX 4. Dispone de equipo para 550 teléfonos interiores, 88 líneas a la red pública y 24 líneas privadas para conexión a otros servicios de la EMGB.

En la central trabajan cuatro operadoras que manejan hasta 2.500 llamadas entrantes por día. Pueden hacerse automáticamente hasta 3.300 llamadas salientes por las 550 extensiones. El equipo automático también enlazará 1.800 llamadas diarias entre extensiones.

La centralita ofrece también contestación selectiva, porque las llamadas que están esperando contestación producen una identificación visual que permite a la operadora la selección de la llamada que debe tener prioridad.

Si una llamada encaminada a una extensión no se contesta en 30 segundos, la operadora lo conoce por una alarma visible. La central dispone también de rellamada automática y facilidad para transferencia automática.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido

Radiofaro omnidireccional VOR S de muy alta frecuencia (V.H.F.)

Standard Elektrik Lorenz AG está desarrollando un radiofaro omnidireccional en V.H.F. sobre la base de los últimos adelantos técnicos y utilizando componentes avanzados. Prácticamente no necesita conservación y su alta calidad, gran confiabilidad y bajos costes hacen de él un equipo sobresaliente.

El sistema, que es completamente de estado sólido, no tiene partes metálicas móviles, opera con un suministro de c.c. de 40 voltios, provisto normalmente de la red, por medio de una unidad de potencia. En caso de falta de suministro, una conmutación automática a una batería garantiza la operación. La pequeña potencia consumida permite también el empleo de generadores movidos por el viento, pilas termoeléctricas o dispositivos similares como generadores primarios de energía.

El diseño flexible del nuevo radiofaro de toda dirección con sus posibilidades de modificación para cumplir las distintas necesidades de operación, cumple todas las recomendaciones de la organización internacional de aviación civil (ICAO).

Todo el equipo está incluido en una unidad que ocupa 2,70 x 2,70 metros de superficie con una altura de 2,20 metros. Una cubierta de 4,50 metros de diámetro que lo rodea sirve como contrapeso para la antena.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania

Tubos de imagen en color SELBOND

Posteriormente al anuncio del tubo de imagen SELBOND R para blanco y negro en Electrical Communication, (Vol. 41, nº4, 1966), Standard Elektrik Lorenz AG ha iniciado el suministro de un nuevo tubo de imagen en color tipo A55-14X. Cumple los deseos de los fabricantes de aparatos de TV para tubos de imagen, de que incluso en receptores de TV en color, sobresalgan solo ligeramente del frente del aparato. Puede así combinar un estilo moderno con la ventaja de un mueble de poca profundidad, lo que es preferible particularmente en el caso de aparatos que emplean tubos con deflexión de 90°.

El tubo de imagen en color A55-14X con una pantalla de 55 cm. en diagonal, opera con el principio de enmascarar sombras con un voltaje de placa de 25 KV. Exige la misma técnica de deflexión que el tubo de imagen en color A63-11X. La profundidad del tipo A55-14X con deflexión de 90° es 483 mm.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania

Equipo de radioenlace de modulación de frecuencia FM 120-4000

Se ha desarrollado en 1966, un nuevo equipo de emergencia para radioenlace, transistorizado de 120 canales telefónicos con múltiplex por división de frecuencia, en la banda de 4 gigaherts, y en 1967 se han probado con completo éxito los prototipos.

- Las características principales de este equipo son:
- figura de mérito del sistema: 146,2 db. mín. en el peor canal,
 - potencia de salida de radio-frecuencia: 500 mW,
 - ruido de intermodulación: menos de 200 pW,
 - equipo de reserva, caliente, en la misma frecuencia.

Se dispone de desarrollos diferentes para montaje en bastidores normales o bien en cajas transportables. Las dimensiones de un equipo con transmisor-receptor y equipo de reserva caliente en la misma frecuencia son 720 mm. de altura, 540 mm. de ancho y 200 mm. de fondo. Se ha iniciado la fabricación en serie.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

Llamada-selectiva para grandes áreas

Un sistema de llamada-selectiva, ha sido desarrollado por Standard Eléctrica, S.A., que da las facilidades para que un abonado que utiliza con frecuencia su coche, pueda ser llamado o mantener contacto con otros previamente determinados.

El receptor puede instalarse en un coche y trabajar con la antena y batería del mismo. Es también portátil y puede funcionar cuando se saca fuera del coche con su propia antena telescópica y batería que se conectan entonces automáticamente.

El equipo fijo, generalmente un transmisor de 1 KW. modulado en frecuencia, emite permanentemente una señal, de tal modo, que el abonado móvil pueda medir la intensidad de campo y aparcar su coche en lugares adecuados. Una llamada acústica asociada con una lámpara indicadora, informa al abonado de una llamada. La llamada se repite después de un minuto para minimizar las llamadas perdidas. Puede esperarse que el sistema cubra aproximadamente 30 Km.

- banda de frecuencia — 68 — 87,5 MHz.
- separación de canales — 50 KHz. mínimo
- sensibilidad del receptor — 0,5 μ V.
- número de frecuencias codificadas — 24.000 abonados por canal
- demora de transmisión de llamada — 400 msegundos
- dimensiones del receptor — 16 x 13,8 x 6,7 cm.
- peso del receptor — 1,25 Kg.

Standard Eléctrica, S. A., España

Transmisor-receptor portátil y móvil, tipo TR-TM-4

El equipo de comunicación por radio TR-TM-4 es un transmisor-receptor en HF. para usos militares en la banda de 2 á 12 MHz. que está diseñado para transmisiones tácticas a distancias mayores que las conseguidas con equipos, modulados en frecuencia, en VHF. Puede utilizarse para telegrafía con modulación de amplitud A1, o por desplazamiento de frecuencia F1, así como para telefonía con modulación con simple banda lateral A3J, simple banda lateral compatible con transmisión de portadora A3H, o doble banda lateral A3.

Se fabrica con distintas versiones; como equipo portátil, alimentado con una batería recargable, o por un generador con manivela que le da mayor autonomía, también como equipo para un vehículo. Puede conectarse a una antena de látigo de 3 á 5 m, o bien con antenas más largas simulando línea de antena y dipolo. La potencia transmitida está entre 10 y 15 vatios, el alcance útil por propagación de la onda sobre tierra es de 40 Km. aproximadamente, utilizando antena de látigo, las antenas con dipolo pueden aumentar el alcance hasta más de 1000 Km. por propagación de la onda en el espacio.

Para simplificar la explotación, el TR-TM-4 que es completamente de estado sólido, incluye un sintetizador de frecuencia de gran exactitud; el error de desplazamiento con respecto a la frecuencia seleccionada no sobrepasa de unos pocos Hz. a pesar de variaciones de temperatura (-40 °C á +55 °C) de

voltaje de suministro (22 á 30 V.) y variaciones mecánicas y climatológicas. La frecuencia del oscilador piloto puede reajustarse temporalmente, por ejemplo cada año, respecto a un patrón exterior de frecuencia.

La operación de sintonía para seleccionar la frecuencia que se desea, puede hacerse por medio de cuatro conmutadores asociados cada uno con un dígito: MHz., centenas, decenas y unidades de kilohertzios, pudiendo proporcionar disponibilidad para 10.000 canales. La precisión en la frecuencia es tal, que permite la entrada instantánea en una red de conferencia, así como la utilización de un sistema telegráfico de banda estrecha como el sistema Coquelet. Puede emplearse mediante conmutación un interpolador de frecuencias para permitir la comunicación con equipos anticuados, cuya estabilidad y precisión de frecuencia sea insuficiente. En el equipo se incluye una unidad de acoplamiento para la antena de látigo, obteniendo la sintonía por medio de dos mandos y leyendo el medidor de corriente de antena.

Los primeros equipos TR-TM-4, producidos en serie industrial por Le Matériel Téléphonique para el Ejército francés, se aprobaron en Diciembre de 1967, después de varios meses de pruebas satisfactorias, realizadas en la fábrica y en el campo.

Le Matériel Téléphonique, Francia

Magnetron de banda X tipo MG 60T1

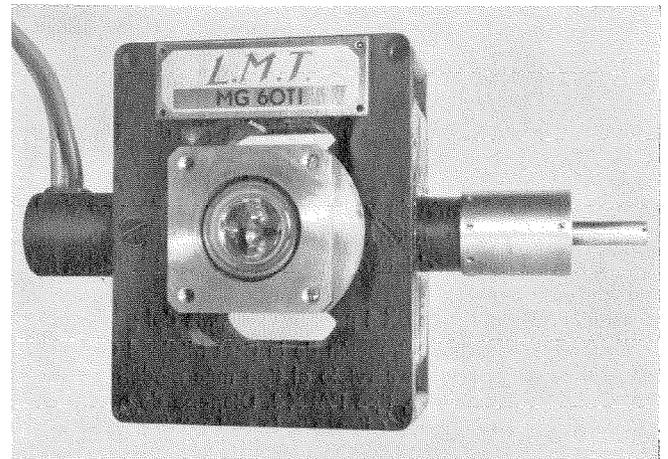
Es un magnetron sintonizable, de impulsos, que suministra una potencia de pico de 10 KW.

La característica fundamental de este tubo es una estabilidad de operación muy elevada, necesaria para utilizarse en un radar M.T.I. (tipo supresor de ecos fijos). Esta estabilidad se refiere a muy bajas figuras de variación en la amplitud, separación y amplitud de impulsos, que se ha conseguido por una mecanización muy exacta del bloque de ánodo y un diseño especial del cátodo.

Las pruebas de vida han mostrado una variación despreciable en las características.

La fabricación en serie de este tubo se realizará a fines de 1968.

Le Matériel Téléphonique, Francia



Magnetron MG 60T1.

Multiplexado de sistemas P. C. M.

Se ha desarrollado una familia de multiplexadores compatible con capacidades de 96, 384, 1536 y 6144 canales respectivamente. La última adición en esta agrupación es un prototipo de un multiplexador para 1536 canales, 100 MHz. que se muestra en la figura.

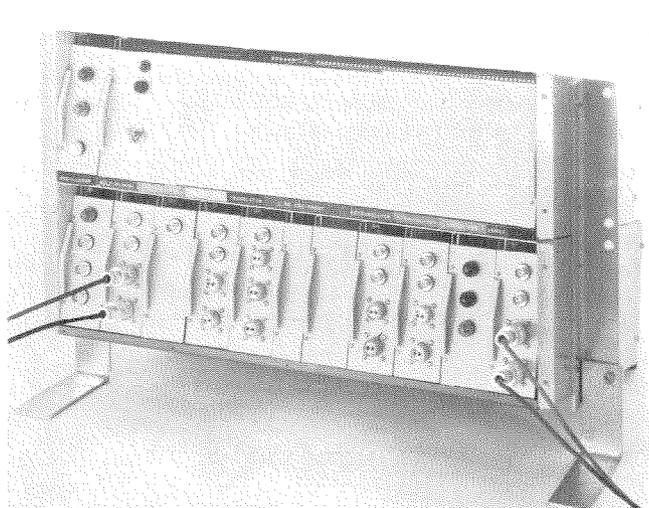
Los diferentes grupos múltiples de orden inferior se intercalan dígito a dígito y no necesitan ser sincrónicos. Los grupos entrantes tienen sus cantidades de bits igualados con bits redundantes por medio de "bloques de impulsos" antes de multiplexarse sincronicamente. La duración de la trama del multi-

plex es un 2% mayor que la suma de los tiempos de los grupos entrantes, permitiendo la inserción de dígitos de control, colocados en la trama de sincronización del multiplex, dígitos redundantes y códigos de localización de dígitos redundantes.

El multiplexador está combinado con un "traductor a línea" que convierte los grupos de cuatro dígitos binarios en tres dígitos ternarios que son más apropiados para transmisión por línea. Estos códigos ternarios se seleccionan de tal modo que en la señal de línea se garantice el equilibrio en c.c. y un contenido adecuado de información de tiempo. El traductor se alimenta en paralelo desde el multiplexador, de tal modo que todo el equipo trabaja a la velocidad del grupo entrante, excepto en el paso de salida. Este genera una señal ternaria a 75 megabaudios, que envía la información con la velocidad de 100 megabits por segundo.

La información de la palabra con modulación codificada de impulsos a través de la completa multiplexación y demultiplexación sincrónica de 96, 384, 1536 canales, tiene solo una alteración despreciable. El equipo utiliza totalmente circuitos integrados.

Standard Telecommunication Laboratories, Reino Unido



Prototipo de un multiplexador PCM de 1536 canales.

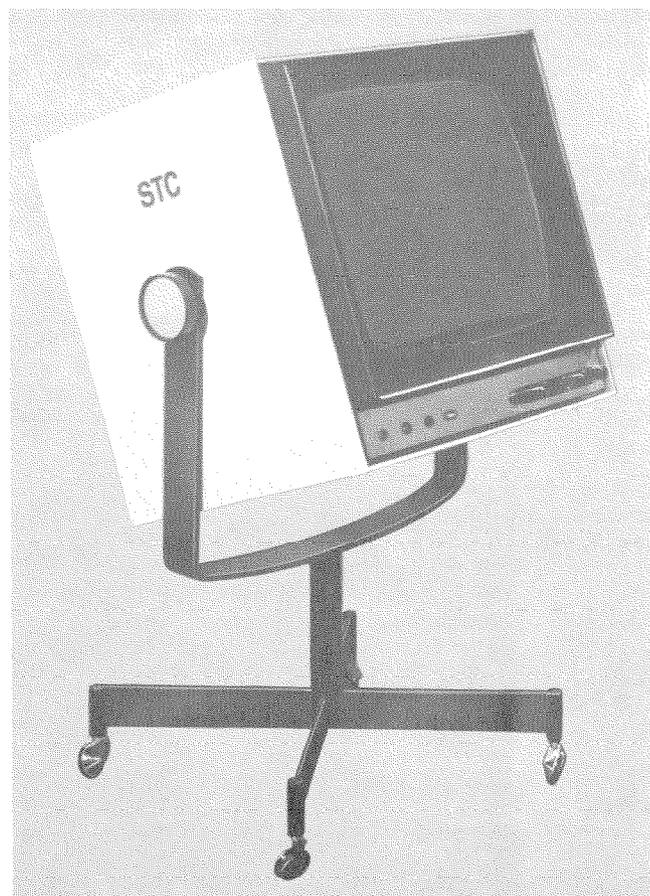
Mejora de la transmisión por alta frecuencia

El sistema Lincompex TM 2/3 (compresor-expansor enlazados), que fué concebido originalmente por el British Post Office, proporciona la reducción del ruido en comunicación de alta calidad sobre radioenlaces de alta frecuencia y larga distancia. Permite la operación, totalmente duplex, reduciendo el ruido, la interferencia y el fading. Se consigue, durante los momentos de palabra débil y durante los intervalos en la transmisión de voz, una relación muy elevada de señal a ruido, obteniendo la casi total eliminación del ruido. No son necesarios ni dispositivos anticanto operados por la voz ni dispositivos para impedir los ecos.

En el lado de transmisión de la vía de audio está intercalado un compresor de actuación rápida, controlado por un valorador de amplitud en el paso de control que suaviza las variaciones del volumen de voz. Una señal de control, generada por el valorador exterior, cambia de frecuencia de acuerdo con la amplitud constante para su transmisión en un canal normal de 3 KHz. La señal de control se transmite utilizando modulación de frecuencia para reducir los efectos del fading.

En el extremo receptor, las señales de audio y de control se separan por filtros, restableciendo las variaciones originales de volumen en la palabra de acuerdo con los cambios de frecuencia de la señal de control con los que se relacionaban por el nivel de transmisión.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido



El pie de fundición con soporte en forma de cuna permite dar al monitor de 23 cm. la dirección que se prefiera.

Televisión en circuito cerrado

Se está actualmente produciendo y vendiendo un sistema completo de televisión en circuito cerrado que suministra los dispositivos de cámara, monitor y equipos auxiliares, respaldados por sistemas con el conocimiento de las técnicas de transmisión.

En el sistema de Standard Telephones and Cables, la cámara emplea exploración de 625 líneas con 50 imágenes por segundo; desde un tubo vidicon de 25 mm. los soportes que contienen la cámara, están realizados a prueba de variaciones climatológicas, con medios de control remoto de enfoque, ajuste de apertura y posiciones de lentes y para posicionar la cámara por elevación y giro permitiendo limpiar la pantalla.

Las pantallas monitoras son de 23 cm. ó 28 cm. con una cubierta de cristal ennegrecida para mejorar el contraste. El monitor puede suministrarse con una variedad de dispositivos diferentes para su colocación.

El equipo auxiliar comprende, generadores de sincronización, amplificadores de distribución y de video, etc.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido

Enlace directo por satélite España — Estados Unidos

A principios de 1968, la Compañía Telefónica Nacional de España ha puesto en servicio los primeros enlaces semiautomáticos para tráfico directo entre Madrid y Nueva York. Estos enlaces intercontinentales de dos sentidos vía satélite emplean el código de señalización nº 5 del CCITT.

El equipo de conmutación, tipo Pentaconta, se ha instalado en la central de Gran Vía; las líneas intercontinentales bidireccionales tienen acceso a la red urbana 7A a través del selector intercontinental de entrada del centro internacional. Las llamadas

Nuevas Realizaciones

intercontinentales entrantes, se dirigen automáticamente sobre enlaces para ambos sentidos, a los abonados de la red española a través de la central de enlace tipo 7A.

La central de Gran Vía está enlazada con la estación de tierra intercontinental de Buitrago a través de las centrales de enlace de Alcántara y Leganés, por medio de un cable coaxial y un radioenlace.

La estación de tierra de satélites de Buitrago funciona por medio del satélite síncrono activo INTELSAT II F3 para la transmisión y recepción del tráfico.

Standard Eléctrica, S. A., España

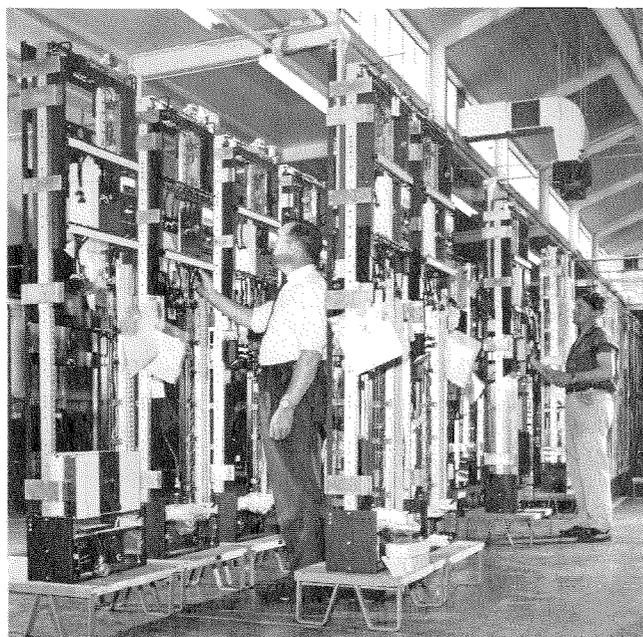
Enlace de microondas de la torre del British Post Office en Londres

El B.P.O. (British Post Office) ha pasado un pedido para un equipo RL6D de 6 GHz. con destino a un enlace de microondas que enlazará la torre del B.P.O. Museum en Londres con Norwich, situado a 179 Km. de distancia. El enlace proporcionará seis canales de banda ancha, cada uno capaz para 960 circuitos telefónicos o televisión en color. El enlace tendrá repetidores con separación de 48 Km. en Essex y Suffolk.

El equipo RL6D proporciona una salida de diez vatios de un tubo de ondas progresivas de imán permanente. Las antenas son tipo Cassegrain para operación simple o bipolar.

Se piensa que en este enlace dos de los canales transmitan televisión; otros dos, circuitos telefónicos y los dos restantes de reserva.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido



Ensamble del equipo de microondas de 6 GHz, RL6D, en la fábrica de Basildon de STC.

Unidad de perforación de tarjetas para equipo automático de prueba de líneas

Para la prueba de las líneas telefónicas automáticas de larga distancia con discado por los abonados, Standard Elektrik Lorenz AG ha desarrollado un equipo automático de prueba de las líneas telefónicas que trabaja con tarjetas perforadas. Esto, permite la colocación de hasta 1000 tarjetas perforadas, que se alimentan de una en una, según se necesite, en una unidad de lectura que convierte la información de la tarjeta perforada en señales eléctricas. Después de completar la prueba de una línea, puede imprimirse en la tarjeta la hora si es necesario, los resultados obtenidos, así como otros datos sobresalientes. La unidad distribuye posteriormente las tarjetas, de acuerdo con los resultados de prueba, en cuatro canales.

La unidad de perforación de tarjetas, está diseñada para poder ser instalada en bastidores telefónicos. El alimentador de tarjetas, lector y unidades de impresión, así como el mecanismo de distribución puede cablearse desde 135 terminales exteriores de conexión.

Se ha conseguido una gran confiabilidad, pensando que el sistema estará en operación principalmente durante la noche.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania

Equipo de medida de retardo de grupo adecuado para transmisión de datos

En los sistemas telefónicos por audio, radio o multiplex, puede utilizarse el equipo de medida de retardo de grupo 74.257, cuando esta demora de grupo es un parámetro importante para la transmisión de datos.

La señal de prueba puede obtenerse de un oscilador interno en la banda de 200 Hz. a 29,99 KHz. o de un oscilador exterior en la banda de 200 Hz. a 120 KHz.

La frecuencia del oscilador y medida del tiempo de retardo se presentan digitalmente por medio de tubos indicadores.

Pueden hacerse medidas en bucle sobre una base relativa o absoluta y también medidas de extremo a extremo, utilizando dos equipos separados por muchas millas.

El margen de medida de retardo de grupo abarca desde cero a ± 20 milisegundos en pasos de 0,01 milisegundo. Es portátil y emplea solo elementos de estado sólido.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido



Equipo de medida de retardo de grupo 74257.

Sistema de intercomunicación con altavoz de ITT 411

Standard Radio & Telefon AB ha recibido las siguientes órdenes para el sistema de intercomunicación ITT 411.

Para Dinamarca, para el Government Hospital de Copenhague, por mediación de Standard Elektrik A/S, que es uno de los mayores de intercomunicación del mundo. La orden comprende el suministro e instalación de los altavoces y una central de barras cruzadas, junto con 24 instalaciones más pequeñas, para departamentos de tratamiento intensivo.

De Standard Telephones and Cables Ltd. de Londres para una instalación con 400 líneas con destino a la British European Airways (BEA) que se realizará en el aeropuerto de Londres. La central se interconectará con otras ITT 411 por las líneas del British Post Office.

Standard Radio & Telefon AB, Barkarby, Suecia

Antena en submarinos para comunicación por satélites

Se ha desarrollado una antena que permite a un submarino comunicar con un satélite y a través de él con otras estaciones en conexión con dicho satélite.

La antena capaz de dirigirse en azimut y elevación es suficientemente compacta para fijarse en la superestructura del submarino.

Una instalación experimental en un submarino ha permitido la participación satisfactoria en recientes pruebas de servicio de intercomunicación a través del satélite LES-5, de comunicación experimental. Es el más reciente desarrollo en un programa de proyecto de antenas para submarinos con el fin de operar en las más bajas frecuencias de la banda de UHF (frecuencias ultra elevadas).

ITT Defense Communications Division,
Estados Unidos de América

Discriminador de nivel de 800 Hz.

Con objeto de poder hacer rápidamente medidas periódicas de atenuación en las centrales automáticas, se ha desarrollado por ITT Laboratorios de España un equipo especial, que proporciona los medios de rápida medida y registro. Consta de:

a) generador de señal de 800 Hz. con impedancia interna de 600 ohmios y salida equilibrada; el nivel de salida es de 0 dbm. con una exactitud de $\pm 0,1$ db;

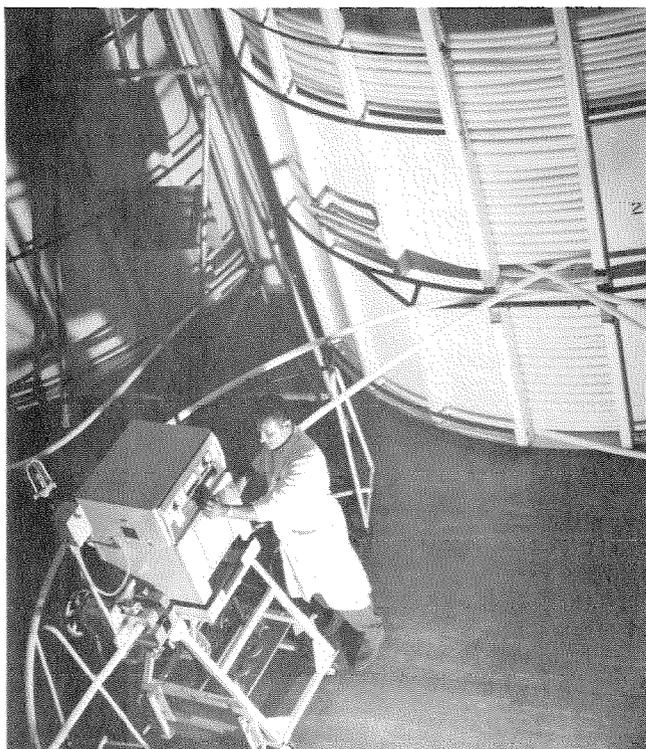
b) receptor sintonizado a 800 Hz. que selecciona el margen recibido entre siete, limitados por los niveles 4,0 db, 1,7 db, 1,0 db, -1,0 db, -1,7 db y -4,0 db con exactitud de 0,1 dbm. De acuerdo con ésto se proporcionan siete terminales de salida. Cuando se detecta una señal, aparece un voltaje en el terminal correspondiente y opera una lámpara, o bien, un dispositivo de registro.

El equipo es completamente transistorizado y opera con 48 voltios de c. c. entre 10 °C y 60 °C.

ITT Laboratorios de España, España

Contrato para un nuevo cable submarino

A fines de 1968 entrará en servicio el nuevo enlace de cable submarino para 720 canales (de 3 KHz.) entre Florida y las Islas Virgenes. Empleará 1350 millas náuticas del cable ligero de nuevo diseño fabricado por la factoría de Southampton de Standard Telephones and Cables Ltd., la cual ha sido ampliada y



Fabricación del cable submarino de peso ligero de 3,8 mm. en la fábrica de cables de STC en Southampton. El dispositivo de almacenamiento intermedio recibe longitudes de cable, durante la etapa de fabricación, en que no se ha agregado aún el conductor de cobre exterior. El operador hace la inspección de los empalmes empleando aparatos especiales de rayos X.

modificada para la construcción del cable. Este con un diámetro de 3,8 mm. fué diseñado por los Bell Telephone Laboratories que es la organización de investigación y desarrollo de la American Telephone and Telegraph Corp. en los Estados Unidos de América. Los repetidores transistorizados para el cable se fabricarán por Western Electric Company, U. S. A.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido

Red de conmutación de mensajes

Stewards & Lloyds, que es una de las mayores empresas de fundición de hierro y acero del Reino Unido, ha pasado un orden para un sistema de conmutación de mensajes tipo 6300 ADX basado en computador, que cubrirá las comunicaciones entre sus oficinas que cubren la mayor parte del Reino Unido. La nueva central se instalará en un centro de control existente en Birmingham. Inicialmente utilizará 20 canales de entrada y 24 de salida pero podrán ampliarse hasta 32 canales duplex cuando sea necesario.

El nuevo sistema sustituirá a otro equipo existente de cinta perforada. Los mensajes recibidos serán detectados eléctricamente y pasarán a la memoria magnética de un computador, para posteriormente, transmitirse sobre las líneas, de acuerdo con el programa del computador que determina su encaminamiento y decisiones consecuentes.

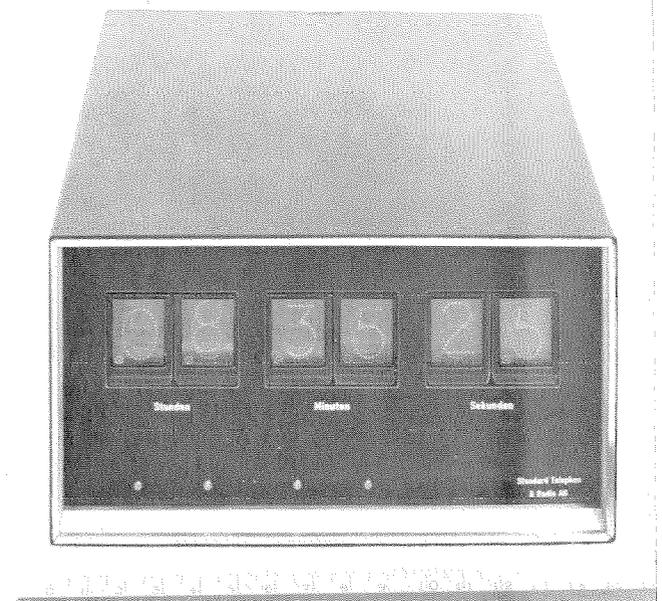
Este nuevo sistema, estará alquilado por la división de sistemas de datos, incluyendo el equipo multiplex telegráfico procedente del grupo de transmisión y los teletipógrafos de Creed and Company.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido

Reloj con indicador numérico luminoso

El reloj electrónico y compacto EDU-1 permite las formas y características técnicas siguientes:

- indica la hora empleando 6 señales numéricas correspondientes a horas, minutos y segundos desde 00.00.00 hasta 23.59.59 (alternativamente puede suministrarse para décimas y centésimas de minuto en lugar de segundos),
- un separador, que impide al relé presentar una información de hora, ambigua, cuando está cambiando,
- seis salidas decimales con codificación binaria (1-2-4-8), el nivel "1" corresponde con 1 voltio mínimo, 2,5 miliamperios máximo por bit y, el nivel "0" á 0,3 voltios máximo, con respecto al polo negativo del suministro; estas salidas son compatibles con las lógicas RTL, DTL y T²L y accesibles en un conector de 24 contactos,



Pantalla luminosa del reloj EDU-1.

- la exactitud es la del suministro,
- en cada una de las posiciones del indicador pueden colocarse las cifras que se deseen por medio de un pulsador,
- el suministro de fuerza es de 13 voltios y 35 voltiamperios, no regulados, (el reloj tiene incorporada regulación),
- margen de temperatura de 15 °C á 45 °C,
- dimensiones: 160 mm. de ancho, 85 de altura y 242 mm. de profundidad,
- alta confiabilidad y larga vida resultante del uso exclusivo de circuitos integrados.

Este reloj es una parte indispensable de equipo, para centros de recopilación de datos, por ejemplo: para registros de temperatura de motores de distribución de voltaje, así como en los de registro de averías de las centrales telefónicas automáticas.

Standard Telephone et Radio S. A., Suiza

Ampliación de terminales de tierra de satélite

Se ha desarrollado e instalado equipo de transmisión y recepción de alta calidad en las estaciones de tierra de Andover, Maine; Brewster Flat, Washington; y Paumalu, Hawai, de la Communications Satellite Corporation. Incluido en el contrato está el entrenamiento del personal de operación y mantenimiento.

El proyecto y la instalación de las estaciones originales de Brewster Flat y Paumalu lo completamos en 1966. Las tres estaciones manejan tráfico intercontinental vía satélites de la serie Intelsat II.

ITT Defense Communications Division,
Estados Unidos de América

Analizador de imagen en la tecnología avanzada de satélites

Un tubo analizador de imagen se utiliza en la cámara experimental espacial, bajo la dirección del Goddard Space Flight Center de la National Aeronautics and Space Administration, para convertir las imágenes fotográficas en señales eléctricas en su transmisión a tierra.

Montada sobre el ATS-III (Advanced Technology Satellite) estacionado en una posición fija del Ecuador, sobre Sudamérica,

la cámara, fotografía toda Norteamérica y Sudamérica cada 13 minutos durante las horas de luz del día. Los detalles incluyen nubes con extensión de tan solo 8 Km.

ITT Industrial Laboratories, Estados Unidos de América

Control de centrales de energía con relés tipo "dry-reed"

Los elementos de conmutación utilizados en la estación de potencia nuclear de Dungeness que permiten el control secuencial de arranque y detención de la planta han sido los relés "dry-reed". El sistema de control que se ha suministrado por la división de sistemas electrónicos integrados, dispone también de dispositivos automáticos, interconectados, para impedir un funcionamiento incorrecto. El sistema controla una potencia eléctrica de 1.320 megavatios.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido

Realización de un gran contrato en Irán

Se han terminado dos centros de control y once subestaciones que forman parte del proyecto "CHAM" para la Iranian Oil Refining Company que se han realizado por la división de sistemas electrónicos integrados de Standard Telephones and Cables Limited.

El equipo instalado es el "Selectronic" de STC, sistema rápido, multiplex con división en tiempo, que utiliza técnica digital y componentes de estado sólido (ver Comunicaciones Eléctricas, volumen 43, nº 1, 1968, págs. 4—9). Las subestaciones comunican sobre circuitos o cuatro hilos con las estaciones principales de Abadan y Bandar Mah Shahr, distanciadas 92 Km. Los dos centros de control están conectados por un enlace de microondas para repetición de alguna de las medidas recibidas desde las subestaciones.

Para las subestaciones cercanas a los centros de control, se emplean técnicas sencillas de línea directa para enviar la información, pero para las más distantes se emplean distintas formas de señalización multiplex.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido

Nuevos libros

Cutting the Cost of Quality

(Como disminuir el coste de la calidad)

Philip B. Crosby, Director de la Calidad en la International Telephone and Telegraph Corporation, es el autor de este libro que tiene 10 capítulos:

- *P* indica el beneficio
- La política de evitación de defectos
- El coste de la calidad
- Servicio de la calidad — ¿qué utilidad tiene?
- Servicio de la calidad — ¿cuáles son sus funciones?
- Calidad superior — ¿qué significa?
- Evitación de defectos — Sus elementos básicos
- Evitación de defectos comparada con la "compensación"
- Definición de los fines que se buscan
- Control de calidad a escala de compañía.

Este libro con un formato de 22 X 28 cm. contiene 242 páginas y está publicado por Industrial Education Institute, 221 Columbus Avenue, Boston, Massachusetts 02210, y su precio es de 10 dólares por ejemplar.