Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION revista técnica publicada trimestralmente por INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

RESUMEN

VOLUMEN 46 (1971) NÚMERO 4

En este número	232
Editorial — El sistema de conmutación Metaconta, por H. Nordsieck	233
Metaconta L — Control por programa en memoria de matrices con puntos de cruce provistos de autorretención, por S. Kobus, J. A. de Miguel y A. Régnier	236
Modelo de central tandem PCM para pruebas de campo, por D. J. Rose	248
Aplicación de los sistemas basados en ordenador para comunicaciones, en la divulgación y tratamiento de noticias, por J. J. Sharp	255
Sistema de guía para la navegación aérea por exploración Doppler, de STL, por C. W. Earp, F. G. Overbury y P. Sothcott	262
El proceso RACINE — Fundamento y modelo experimental, por H. Bosc y J. M. Colin	282
Nuevas realizaciones	288
International Telephone and Telegraph Corporation, Compañías principales y subsidiarias	296
Indice de los artículos del Volumen 46 por materias	IJ
Indice de los artículos del Volumen 46 por autores	IV
Indice de nuevas realizaciones	VI



En este número

Editorial - El sistema de conmutación Metaconta

Resume los conceptos publicados anteriormente sobre el sistema Metaconta. Sirve de introducción a una serie de artículos que se irán publicando sobre las actividades de ITT en conmutación electrónica.

Metaconta L — Control por programa en memoria de matrices con puntos de cruce provistos de autorretención

El sistema Metaconta L es una versión de la nueva generación de sistemas de conmutación Metaconta ofrecida por ITT.

Esta versión se caracteriza por el control por programa en memoria (procesadores ITT) de una red provista de autorretención. La red se presenta en dos opciones según el elemento de base que la constituye: un multiselector miniatura (miniswitch) con retención mecánica o una matriz de relés reed con retención magnética.

El presente artículo sirve de introducción a la versión Metaconta L, enumerando las ventajas que se derivan de las soluciones técnicas adoptadas. En él se muestra un diagrama de bloques acompañado por la descripción de la función desempeñada por cada bloque.

El artículo concluye con una explicación de cómo las decisiones fundamentales adoptadas durante el diseño han contribuído a alcanzar los objetivos marcados.

Modelo de central tandem PCM para pruebas de campo

Esta es la primera central telefónica digital completamente electrónica, controlada por procesador que cursa tráfico público en el Reino Unido. Utiliza circuitos integrados en el proceso de conmutación, resultando así una central más rápida, más fiable y de menores dimensiones, que satisfará probablemente las necesidades futuras del PCM.

La utilización de las técnicas PCM conduce a una mayor capacidad de la central para igual cantidad de equipo. Utilizando cableado bajo suelo y racks de 7 pies, la central puede instalarse en un edificio normal de oficinas.

En noviembre de 1970 esta nueva central tandem PCM se entregó al BPO para las pruebas y más tarde en junio de 1971 empezó a cursar tráfico público.

Aplicación de los sistemas basados en ordenador para comunicaciones, en la divulgación y tratamiento de noticias

El artículo describe muchos de los aspectos que se encuentran en los sistemas convencionales basados en conmutación de mensajes (almacenamiento y retransmisión) para las necesidades especiales de las agencias de prensa. Para esto, se describen con algún detalle las distintas facilidades. Se hace un análisis del uso de los distintos niveles de almacenamiento en un sistema grande típico. Se describe el control de colas, cómo son los técnicos de optimización empleados en el software para conseguir altos rendimientos con pequeños ordenadores modernos. Como conclusión, el

autor indica algunas de las directrices en las que las crecientes facilidades que ofrecen los ordenadores pueden emplearse por las agencias de prensa en el futuro.

Sistema de guía para la navegación aérea por exploración Doppler, de STL

El aumento del tráfico aéreo y la necesidad creciente de realizar operaciones en cualquier condición atmosférica, reclaman mejores características en los sistemas de orientación que las que pueden proporcionar los sistemas de ayuda convencional basados en el terreno. Concretamente, los requisitos de ayuda de aterrizaje de los nuevos tipos de aviones de despuege vertical (VTOL, STOL), con sus escarpadas trayectorias de descenso para áreas de aterrizaje restringidas, piden una guía más flexible que la que se obtiene de los sistemas de aterrizaje instrumental (ILS) convencionales que proporcionan ángulos de aproximación y trayectos de descenso fijos y solo pueden operar en lugares relativamente despejados. Tal servicio se puede conseguir mediante el nuevo sistema de ayuda de aterrizaje que se describe en este artículo. Está basado en un nuevo elemento de radiación, un sistema lineal de antenas a lo largo del cual se conmuta una fuente de energía de RF, que puede definir superficies de posición en el espacio con gran exactitud. Pueden disponerse de diversas maneras complejos de tales sistemas de antenas para facilitar diferentes clases de radiofaros de orientación, pero aquí nos concentraremos en su utilización en la forma ILS (donde pueden proporcionar guía azimutal o en elevación sobre amplios sectores y pueden operar en emplazamientos muy malos (según las normas ILS convencionales). Las especificaciones de estos sistemas se encuentran actualmente en preparación y discutiremos brevemente la aplicación del sistema Doppler a una de ellas, la debida al Comité Especial 117 de RTCA. Esta especificación exige no solo información de guía angular sino también un enlace de datos e identificación de la estación y el sistema Doppler puede proporcionar todas estas facilidades en un canal de la banda C. La técnica utilizada posee considerable flexibilidad y puede utilizarse para proporcionar navegación aérea terminal completamente integrada con la ayuda al aterrizaje. Se dan algunos resultados experimentales.

El proceso RACINE — Fundamento y modelo experimental

Un estudio matemático y experimental del radar coherente, con modulación pseudo-aleatoria del período entre impulsos, ha demostrado que este proceso permite obtener:

- un coeficiente de visibilidad elevado, en condiciones de interferencia,
- atenuación elevada de obstáculos lentos, en caso necesario,
- evita las velocidades ciegas sin introducir indeterminaciones en el alcance,
- la evaluación sin indeterminación de la velocidad radial a cada pasada del haz sobre el obstáculo.

Se ha construído un modelo experimental, que ha sido sometido a pruebas de campo.

Los resultados obtenidos han confirmado las excelentes características de dichos radares, especialmente aptos para detectar objetos volando a baja altura, en zonas de interferencia elevada como el suelo o el mar.

Editorial - El sistema de conmutación Metaconta

H. NORDSIECK* ITT Europe Inc., Bruselas

La aparición de una nueva técnica de conmutación marca siempre un avance notable en el desarrollo de las comunicaciones. La historia del progreso de la técnica está llena de ejemplos en que la aplicación de renovadas tecnologías o conceptos de control ha abierto nuevas posibilidades de servicios o explotación.

No es fácil encontrar parangón en importancia al paso del servicio manual al automático, ocurrido hace aproximadamente ocho décadas, que tuvo su reflejo tanto sobre los aspectos técnicos como de explotación y de administración de las telecomunicaciones. Por su enorme impacto en la estructura misma de las telecomunicaciones, los cambios surgidos posteriormente, aun los más notables, no alcanzaron la misma importancia y magnitud. Podrían enumerarse algunos de ellos que no supusieron más que una innovación en el dominio de la técnica, pero que por lo mismo no produjeron más que un efecto limitado sobre la explotación y administración de los servicios telefónico y telegráfico.

La aplicación de la técnica de los procesadores digitales, con toda la flexibilidad inherente aportada por el control centralizado y programa en memoria, puede tener en las gestiones de las compañías de explotación y administraciones un impacto similar al causado por la introducción de la automatización 80 años atrás. No es aventurado afirmar que esta nueva técnica, conocida comúnmente con la denominación de conmutación electrónica, marca el comienzo de una nueva era en el campo de la telefonía.

En un primer análisis, un tanto superficial, los sistemas de conmutación electrónica se caracterizan por la presencia de elementos miniatura, circuitos de estado sólido y una unidad de control capaz de operar a velocidad elevada. Sin embargo, la diferencia esencial respecto a los sistemas de hoy en día está representada realmente por el control por programa en memoria. Este término, aunque ampliamente conocido en su sentido literal por los especialistas en telefonía, es en cierto modo mal utilizado; su significado real en este caso es el de control de circuitos telefónicos basado en el empleo de memorias digitales de gran densidad de información y velocidad de funcionamiento elevada, que almacenan los programas de control y que pueden modificarse con facilidad. El concepto de control por programa en memoria, por ser inherente a la utilización de circuitos de estado sólido, se asocia en ocasiones al de conmutación electrónica. Lo contrario sin embargo no es siempre cierto, ya que existen sistemas de conmutación electrónica con control menos flexible por programa alambrado.

Los circuitos automáticos de control en telefonía han sido siempre de naturaleza digital. Desde el momento mismo de la introducción de la automatización, y tal

vez de una forma inconsciente hasta la aparición de los procesadores, los especialistas en conmutación han venido aplicando al diseño de los circuitos, métodos y técnicas digitales. Sin embargo la tecnología misma se caracterizaba por su reducida velocidad de funcionamiento y por no admitir más que una limitada flexibilidad en lo que a la facilidad de modificación del programa se refiere.

En los sistemas de la nueva generación los circuitos de control son extremadamente rápidos y están centralizados, lo que en consecuencia las predispone para aceptar las configuraciones del propio sistema más complejas, dejando al mismo tiempo, tanto al ingeniero de proyecto como al de explotación, un amplio grado de libertad en la organización y administración del equipo.

Es evidente que un grado de libertad superior ofrece al ingeniero de proyecto una gama de oportunidades de selección más amplia que en el caso de los sistemas convencionales pero, por lo mismo, le impone una tarea adicional de análisis para, haciendo uso adecuado de esa libertad, orientar sus soluciones para que se adapten de forma óptima a las diversas condiciones del mercado.

En el ámbito de ITT esto ha significado la puesta en marcha de un intenso programa de investigación dirigido a la definición de un sistema de conmutación electrónica que encontrara aplicación favorablemente en una vasta diversidad de mercados y entornos. Estos estudios sirvieron de base de partida al desarrollo del nuevo sistema de conmutación electrónica de ITT, el sistema Metaconta*.

El sistema Metaconta puede describirse como un sistema de conmutación de naturaleza electrónica, componentes miniatura, de división espacial y controlado por un programa en memoria. Se aplica a centros de conmutación de datos, telex y telefónicos, en las modalidades de centros rurales, terminales y de tránsito. Los parámetros a los que mayor atención se prestó durante el diseño son la flexibilidad de explotación, calidad de transmisión, volumen reducido, sencillez de instalación y facilidad de conservación.

El origen del sistema Metaconta se remonta a una serie de ensayos de laboratorio realizados en París, que sirvieron para verificar las ideas de base en configuraciones varias y para homologar los componentes adecuados a este tipo de aplicación. Ya en 1963 ITT lanzó un programa de centrales experimentales, instalando por primera vez en Europa una central HE 60 de control centralizado y componentes electrónicos, seguida poco después por una central del mismo tipo en 1964, en Viena. La finalidad perseguida con estas aplicaciones tenía un doble aspecto: acumular experiencia sobre el comportamiento de los componentes de naturaleza electrónica en un entorno telefónico

^{*} El Sr. H. Nordsieck es Vicepresidente de ITTE y Jefe de la Línea de Productos de Conmutación.

^{*} Marca registrada del sistema ITT.

real y comprobar la reacción de los abonados ante la gama de nuevos servicios ofrecida por estos sistemas.

Los resultados obtenidos fueron realmente alentadores: los componentes demostraron tener el grado de fiabilidad requerido y, por otra parte, la acogida de los abonados a servicios tales como selección por teclado, llamada abreviada y velocidad de respuesta del sistema, puede calificarse de entusiasta.

El éxito sirvió de base de lanzamiento para el paso siguiente, consistente en la combinación del control por programa en memoria con la tecnología y componentes probados en la etapa anterior. Esta fase condujo a la instalación de la primera central pública europea de control por programa en memoria, puesta en servicio en Wilrijk, Bélgica, en el año 1967. Su funcionamiento dió total satisfacción a la Administración Belga quién decidió, en 1969, la adopción del sistema Metaconta.

El año 1967 vió realmente la puesta en marcha de dos centrales con control por programa en memoria; en efecto, dentro del marco del programa de desarrollo SOCOTEL en Francia, se puso en servicio un poco antes que la central de Wilrijk, una central localprivada combinada conocida bajo la denominación ARTEMIS. Al comenzar a dar servicio en una de las compañías más importantes de ITT en París incorporaba ya de hecho muchas de las ideas de base del sistema Metaconta. La más importante es el principio de reparto de carga, característico de las centrales Metaconta de control por programa en memoria, según el cual el sistema puede hacer frente con gran sensibilidad a las sobrecargas de tráfico con el equipo mínimo posible, lo que en consecuencia contribuye a aumentar la fiabilidad del sistema.

Estos ejemplos ponen de manifiesto que el desarrollo de la conmutación electrónica en el seno de ITT se ha llevado a cabo mediante una auténtica cooperación internacional a nivel técnico, no sólo a través del intercambio de informaciones y experiencias entre los diversos equipos sino también, y esto es importante, mediante la coordinación cuidadosa de las actividades de los distintos centros de investigación en aras de una mejor eficacia global en la realización de todos y cada uno de los proyectos. En apoyo de estas ideas se estableció un intenso programa de intercambio de personal técnico y, dentro de él, un gran número de ingenieros de diversas compañías ITT se agrupó constituyendo grupos internacionales de investigación y desarrollo con la consiguiente aglutinación de escuelas de pensamiento diferentes y, al mismo tiempo, la eliminación del sentimiento provinciano y la apertura de mentalidades anteriormente orientadas hacia las características propias de mercados locales aislados. Por otra parte se produce automáticamente una corriente beneficiosa en sentido contrario cuando al concluir el proyecto los miembros que constituyeron el equipo de diseño regresan a sus compañías de origen.

La especificación de un producto orientado hacia un mercado y unos clientes caracterizados por su diversidad planteó desde el principio la necesidad de dotar al sistema Metaconta de una cierta flexibilidad, principalmente en lo que respecta a la capacidad de las centrales y, par adaptarse a la preferencia de los clientes, al tipo de matrices de conmutación utilizado. Sobre este último punto ITT se decidió, sin prejuicios mayores, por los dos tipos de punto de cruce más preponderantes: El contacto sellado Herkon* (relé tipo "reed") y el contacto no sellado, tal como el del miniswitch de ITT. Un sistema cuyas dos versiones no tengan más divergencias que las mínimas exigidas por la distinta configuración de las matrices de conmutación y el comportamiento eléctrico del propio punto de cruce, puede aplicarse una gama de gran amplitud, conjugando por una parte la ventaja ofrecida por el menor volumen del miniswitch frente a las características particulares de los contactos sellados de los relés Herkon.

El nivel deflexibilidad del sistema Metaconta requiere coordinar con extremo cuidado el diseño de los circuitos y la preparación de los programas de control pero también, e incluso quizás más importante, la elección de una práctica de equipos conveniente. A partir de la técnica de construcción ISEP, suficientemente conocida y probada en la práctica, ITT ha desarrollado una nueva técnica denominada UNISWEP que responde específicamente a las necesidades de la conmutación electrónica. Entre sus características más importantes se cuentan la flexibilidad de construcción de los bastidores, los cuadros de tipo enchufable, el alto nivel de standardización y su universalidad de aplicación. Desde el punto de partida se tuvieron presentes las condiciones a cumplir para llevar a cabo el alambrado por procedimientos automáticos y de cero defectos; hay que añadir que todas las compañías de ITT que desarrollan técnicas de conmutación en la actualidad emplean tarjetas de circuito impreso de la misma dimensión, lo que debe considerarse como un logro mayor en el terreno de la cooperación y normalización a nivel internacional.

Las tarjetas UNISWEP de dimensión única se fabrican ya en nueve compañías ITT diferentes.

Una de las primeras realizaciones de los principios del sistema Metaconta, consistente en la adaptación de la técnica a base de relés "reed" utilizada en la central de Wilrijk al empleo del miniswitch, se plasmó en una central de demostración que se instaló en 1970 en la estación terrena de seguimiento de satélites de la Compañía Telefónica Nacional de España de Buitrago. Una vez más permitió probar la validez del principio de reparto de carga en combinación con puntos de cruce de retención propia, que está en la base de una de las orientaciones principales del desarrollo del sistema Metaconta

En lo que se refiere a uno de los parámetros mencionados antes, la capacidad de las centrales, se dedicó desde el primer instante una particular atención para responder a la demanda de centros de pequeña dimensión realizados con la misma tecnología y equipos Metaconta de control por programa en memoria.

^{*} Marca registrada del sistema ITT.

Como solución, ITT decidió desarrollar una gama de centrales de control por programa alambrado, que cubre la demanda de centrales de capacidad inferior a la inicial de las instalaciones Metaconta de control por programa en memoria. Estas centrales, proyectadas para interconectores con plena compatibilidad con las centrales Metaconta de programa en memoria, complementan las facilidades ofrecidas por las unidades Metaconta de control remoto (concentradores y satélites) ya que, a diferencia de éstas, funcionan sin necesidad de la intervención de una central principal ni canal de datos. Las centrales de control por programa alambrado siguen las normas de diseño y la práctica de equipos UNISWEP empleadas en las centrales Metaconta de programa en memoria; la primera demostración de esta versión del sistema Metaconta tuvo lugar en Alajoki, Finlandia, en donde una central fué puesta en servicio en junio de 1971.

Unas palabras de introducción sobre los procesadores ITT empleados en las centrales Metaconta de control por programa en memoria. Durante el ciclo de estudio previo se llegó rápidamente a la necesidad de disponer de unos procesadores propios especialmente adaptados al control de procesos de conmutación. En consecuencia, el diseño de cada una de las unidades que lo componen, así como de las facilidades de programación anejas, se orientó desde un principio para su incorporación al sistema Metaconta; en definitiva, los dos procesadores utilizados en la actualidad, ITT 1600 e ITT 3200, constituyen realmente elementos integrantes del sistema. Su estructura física es modular y se han definido listas especiales de instrucciones y configuraciones del sistema de interrupción para asegurar alta eficacia en tiempo real en el control de una central de conmutación.

El presente artículo resume los conceptos que sobre el sistema Metaconta han ido apareciendo en diversos trabajos publicados anteriormente. Al mismo tiempo sirve de introducción a una serie de artículos que versarán sobre las actividades que ITT desarrolla en el campo de la conmutación electrónica. La revista "Comunicaciones Eléctricas" mantendrá informado a sus lectores del progreso en el dominio de la programación, nuevos equipos, las actividades soporte desarrolladas en el área de la teoría de tráfico y simulación y, finalmente, los resultados prácticos de instalación, prueba y explotación obtenidos directamente de nuevas centrales.

Metaconta L - Control por programa en memoria de matrices con puntos de cruce provistos de autorretención

El Metaconta L el la más reciente versión de este tipo de sistemas de conmutación. Combina el control centralizado por programa almacenado con una red de conversación de puntos de cruce enclavados. Es muy flexible, permitiendo fácilmente la inclusión de nuevas líneas y es completamente compatible con los sistemas actuales. El diseño modular permite incorporar futuros avances tecnológicos sin cambios en el diseño principal.

S. KOBUS Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, París J. A. DE MIGUEL ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., Madrid A. REGNIER Le Matériel Téléphonique, París

Introducción

La introducción de un nuevo sistema de conmutación representa una decisión de la mayor importancia tanto para las compañías de fabricación como de explotación. Ambas, desde sus puntos de vista respectivos, deben basarla en las previsiones de crecimiento cualitativo y cuantitativo de la demanda de nuevas conexiones y servicios, como el uso de la numeración abreviada en el caso de códigos de gran longitud para la selección automática internacional.

El proyecto de un nuevo sistema que responda a las necesidades del futuro obliga asimismo a hacer frente al problema de las condiciones existentes, que han ido evolucionando a través de varias décadas. En consecuencia, el nuevo sistema no solamente debe adaptarse a las predicciones del futuro, sino que además debe ser compatible y competitivo con los sistemas anteriores, de tecnología en ocasiones sobrepasada pero altamente eficaces en su rendimiento.

El sistema Metaconta ha sido concebido teniendo en cuenta este difícil condicionamiento. "Comunicaciones Eléctricas" ha publicado anteriormente la descripción de dos de las versiones desarrolladas [1, 3, 4]. El presente artículo describe la versión Metaconta L que combina el control centralizado por programa en memoria

con una red de conmutación constituída con puntos de cruce, sellados o no, provistos de autorretención.

Gama de aplicación

Tipo de centrales

El sistema Metaconta L constituye una familia completa de centrales, cuyos tipos y gamas de aplicación se resumen en la tabla 1.

El grado de modularidad del sistema, tanto en lo que respecta al equipo como a los programas, permite responder a especificaciones especiales, además de las típicas funciones telex o telefónicas.

Capacidad

La capacidad mínima de una central viene determinada por consideraciones de orden económico más que técnico. En este sentido, para emplear con máxima eficacia la potencia de la unidad de control central, se han previsto centrales satélites controladas directamente por estas unidades, lo que extiende el límite inferior de la gama de capacidad hasta 500 líneas aproximadamente. La estructura de la central satélite, por realizarse con unidades modulares del mismo tipo, permiten

Tabla	1	-	Sistema	Metaconta	L	_	Gama	de	aplicación.
-------	---	---	---------	-----------	---	---	------	----	-------------

			Capacidad máxima				
Tipo de central*		Capacidad mínima (líneas o enlaces)	Estructura de la red (líneas o enlaces)	Tráfico cursado por la red (erlangs)	Unidad de control (LL. H. C.)		
Centrales	Gama I	2.000	32.000	3.200	55.000		
terminales	Gama II	4.000	64.000	10.000	450.000		
Centrales satélites		500	4.000	_	_		
	Gama I	32	128	_			
Concentradores	Gama II	250	1.000	_	_		
Centrales de tránsito		2 × 1.000	2 × 32.000	25.000	500.000		

^{*} NOTA: Por razones de clarídad la tabla indica centrales de un solo tipo; sin embargo una misma central puede combinar tipos de tráfico distintos. Asimismo las capacidades máxima y mínima pueden variar, en uno u otro sentido, dependiendo de las características de cada aplicación.

su transformación, al crecer, en una central independiente.

La capacidad máxima del sistema cubre las necesidades prácticas presentes y futuras, aun cuando técnicamente podrían alcanzarse capacidades superiores.

Concepto de diseño

En su concepción el Metaconta L aprovecha la experiencia obtenida en otras versiones Metaconta ya funcionando [2] y se ha mantenido la semejanza en el diseño siempre que se ha podido.

La figura 1 da una lista de los principales parámetros de diseño. Puede verse que el sistema se basa en control por programa almacenado de una red electromecánica de conversación con retención de puntos de cruce.

Para obtener la necesaria flexibilidad y prevenir la pérdida de vigencia se ha diseñado el sistema completo modularmente, no sólo la conmutación, circuitos terminales y modos de acceso (ver descripción del sistema) sino también todo el "software".

La elección de un sistema semielectrónico permite mantener la compatibilidad con los sistemas actuales y técnicas operativas mientras centraliza el control mediante el uso de modernos componentes de alta velocidad. El resultado global es un sistema independiente de la tecnología particular de cualquier tiempo. Con el adelanto de las diferentes ramas de la tecnología los módulos del sistema pueden ser reemplazados sin romper la integridad del sistema.

Descripción del sistema

La figura 2 representa el diagrama de bloques del sistema Metaconta L, donde se distinguen los siguientes bloques funcionales:

Figura 1 - Opciones básicas del sistema.

Objetivos	Soluciones adoptadas								
	Punto de cruce por	Control por programa en memoria	Redundancia y recon- figuración autómatica	Normali- zación y modularidad elevadas	Medios de comunicación hombre- máquina automáticos				
	retardo					Calidad	Velocidad	Miniaturi- zación	Enchu- fable
En beneficio de los abonados - Calidad de servicio (conmutación y transmisión)	+					+	+		
– Disponibilidad de servicio			+			+	+.		
- Nuevos servicios		+			+				
En beneficio de la explotación – Sencillez de operación		+			+				
 Control eficaz del comportamiento del sistema y de la red 	+	+			+				
 Conservación simple y reducida 	+	+	+	+-	+	+	+		+
- Facilidad de adaptación al futuro		+	+	+					+
– Volumen reducido	+	+					+	+	
– Compatibilidad	+	+		+					
En beneficio del fabricante – Flexibilidad de ingeniería		+		+.					
– Adaptado a la fabricación	+	+		+					+
- Facilidad de instalación y pruebas sencilla	+	+		+	+				+

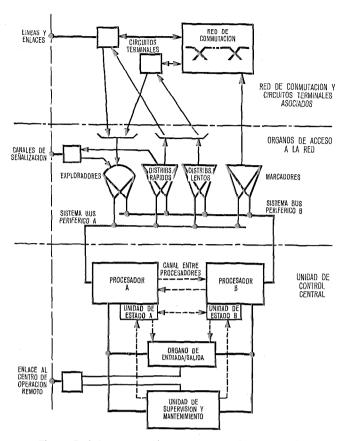


Fig. 2 Red de conmutación y circuitos terminales asociados.

- La red de conmutación
- Los circuitos terminales de la red
- Los órganos de accesso a la red
- La unidad de control central.

La red de conmutación

La red de conmutación es de tipo modular, de varias etapas conectadas en malla. Se presenta en dos versiones, que utilizan como elemento de base el miniswitch ITT [5, 6] o una matriz de relés "reed" con retención magnética, respectivamente. Las dos versiones se complementan para atender la diversidad de preferencias del mercado; sin embargo, ambas son idénticas desde el punto de vista lógico. En efecto, los módulos de red, ya estén constituídos por miniswitch o relés reed, tienen el mismo número de terminales de entrada y salida, y, además, en ambos casos, el punto de cruce es de retención automática. El miniswitch está provisto de retención mecánica mientras la matriz de relés reed lo tiene de naturaleza magnética. Las diferencias de carácter eléctrico se resuelven en los circuitos de control de la red, denominados marcadores. Por razones de economía, el número de niveles de entrada y de salida de la matriz miniswitch y de la matriz reed es distinto, así como la disposición de las mallas de interconexión entre etapas sucesivas. Estas diferencias se tratan y resuelven a nivel de la programación, afectándola en puntos muy concretos y limitados.

Selector electromecánico

Al estar la red de conmutación constituída por elementos de naturaleza electromecánica, la frontera de interconexión con las centrales y equipos de abonado actuales no presenta ninguna novedad y puede tratarse, por tanto, según los métodos convencionales. La transmisión de las señales en uso, por otra parte, no plantea problema alguno (en particular, la corriente de llamada), permitiendo además la aplicación de aquellas rutinas que requieren continuidad metálica a través de la red, como el caso de prueba de cables desde la mesa de pruebas.

Punto de cruce con retención automática

Un punto de cruce provisto de autorretención elimina en principio la necesidad del hilo que normalmente cursa la corriente de mantenimiento. Además, como consecuencia inmediata, se produce una reducción en volumen en comparación con un selector sin autorretención, ya que las bobinas de actuación, al no circular ninguna corriente una vez completada la operación, no disipan calor y, por lo tanto, pueden ser más pequeñas.

La existencia de uno o varios hilos adicionales por punto de cruce, además de los que intervienen como soporte para la transmisión de la señalización y conversación, es generalmente debida a la necesidad de interrogar el estado de libertad u ocupación de las mallas de la red. En el sistema Metaconta L la selección de caminos se lleva a cabo mediante la consulta de una imagen o MAPA de la red, almacenada en la memoria de la unidad de control, que contiene el estado de cada una de las mallas de la red. La unidad de control tiene a su cargo la selección de caminos y la actualización de ese mapa después de cada conexión o reposición en la red. Por consiguiente, la interrogación directa del estado de la red no es precisa y no se requiere ningún hilo de control adicional.

La red de conmutación del sistema Metaconta L comprende por lo tanto exclusivamente 2 ó 4 hilos (4 en los casos de tránsito en que las condiciones de transmisión lo imponen) y el multiselector tiene entonces una talla que admite su montaje sobre una tarjeta de circuito impreso con conexiones enchufables. La compacidad de la estructura implica una buena inmunidad al ruido y una pérdida reducida, lo que trae como consecuencia unas características de transmisión excelentes.

La red se limita entonces a servir de mero soporte para establecer conexiones entre un conjunto de entradas y salidas, de acuerdo con el grado de servicio especificado. Su estructura es ademas de tipo "binario", es decir, tanto el número de entradas y salidas como el número de matrices multiselectoras por etapa, es una potencia de dos, lo que interviene en favor de la eficacia de la unidad de control y, por consiguiente, supone una ventaja económica para el sistema.

Las figuras 3 y 4 muestran varios ejemplos de redes de conmutación.

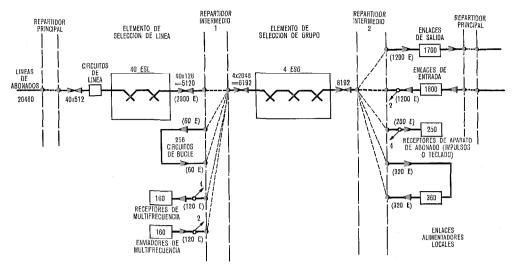


Fig. 3 Diagrama de la red de conmutación de una central terminal de capacidad media típica (20.480 líneas, 0,145 E/línea).

La estructura de la red admite cualquier distribución de enlaces de Entrada, Salida y Locales.

Los circuitos terminales de la red

Estos circuitos constituyen:

- a) la frontera entre los terminales de la red de conmutación y el mundo exterior representado por los cables de interconexión con otras centrales. En esta categoría se incluyen los circuitos de línea de abonado y los circuitos de enlace de entrada, salida o combinados:
- b) los circuitos auxiliares y especiales, conectados exclusivamente a la red, en una gran variedad, entre los que se cuentan los enviadores, receptores, enlaces de tonalidad, enlaces de envio de mensajes, circuitos de operadora, circuitos de bucle y enlaces alimentadores locales. En general, se conectan únicamente durante una parte de la comunicación o en el caso de un servicio o facilidad especial.

En las figuras 3 y 4, aparecen algunos ejemplos de circuitos de estas categorias.

Los circuitos terminales, del mismo modo que la red de conmutación, están simplificados al máximo, para lo que las funciones lógicas y de control se han desplazado a la unidad de control. Están además especializados por funciones, es decir, cada circuito interviene durante una secuencia de la comunicación. Las distintas funciones elementales de una comunicación son llevadas a cabo por un conjunto de circuitos terminales que intervienen y son conectados secuencialmente cuando les corresponde. (La opción complementaria hubiera sido disponer un número de circuitos distintos menor, pero más complicados, en que cada uno realizara varias funciones elementales). Los resultados son una mejor flexibilidad y economía; la flexibilidad se hace posible por la facultad de reservar caminos en la red, sin conectarlos realmente, empleando para ello de forma adecuada el mapa almacenado en la unidad central de control.

Organos de acceso a la red

Los órganos de acceso a la red constituyen los elementos frontera entre:

- a) la red de conmutación y los circuitos terminales asociados, y
 - b) la unidad central de control.

Se subdividen en varias categorías, a saber:

- Exploradores, que intervienen en el proceso de interrogación de las puertas de exploración de los circuitos terminales. El estado de esas puertas se transmite a la unidad de control central que reconstituye las señales, dígitos, etc., a que corresponden.
- Distribuidores, rápidos y lentos, que intervienen para poner en posición los biestables y relés de los circuitos terminales y, en definitiva, controlar su estado o la transmisión de señales y dígitos. La distinción entre distribuidores rápidos y lentos es función de la precisión en el tiempo en que la operación debe realizarse.
- Marcadores, que intervienen para establecer o reponer conexiones en la red de conmutación.

Los órganos de acceso a la red están conectados a la unidad de control central a través de un sistema bus periférico por el que se transmiten informaciones en uno u otro sentido en forma codificada. Las partes centrales de estos órganos están duplicadas de acuerdo con las especificaciones de fiabilidad establecidas.

Los exploradores y distribuidores rápidos tienen también acceso a los canales de datos equipados cuando se emplea un sistema de señalización por canal común.

En consecuencia, siguiendo la línea indicada en el punto anterior al tratar de los circuitos terminales, se ha transferido a la unidad de control la ejecución de todas las funciones lógicas, siendo los órganos de acceso de una gran simplicidad de concepto y realización.

La unidad de control central

La unidad de control central del sistema Metaconta L utiliza como elementos de base los procesadores ITT-1600 e ITT-3200 [7], la generación más avanzada de procesadores ITT. Estos procesadores, digitales y de alta velocidad, pertenecen a la tercera generación, habiendo sido especialmente concebidos para controlar procesos digitales en tiempo real y, más concretamente,

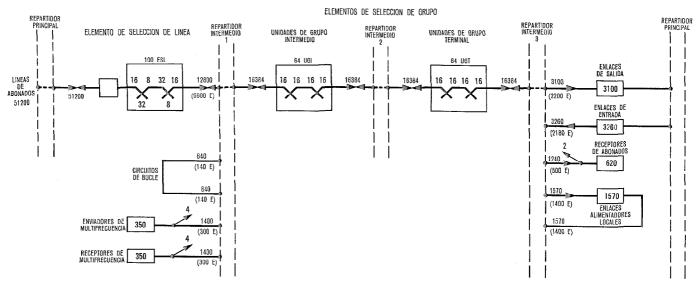


Fig. 4a Diagrama de la red de conmutación de una central terminal de gran capacidad con miniswitch (50.000 líneas, 0,136 E/línea).

La estructura de la red admite cualquier distribución de enlaces de Entrada, Salida y Locales.



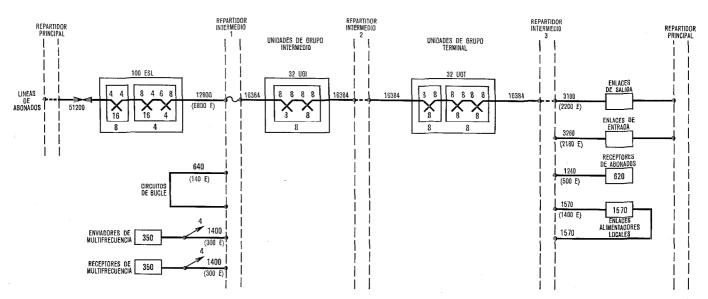


Fig. 4b Diagrama de la red de conmutación de una central terminal de gran capacidad con relés reed (50.000 líneas, 0,136 E/línea).

La estructura de la red admite cualquier distribución de enlaces de Entrada, Salida y Locales.

procesos telefónicos. En este sentido, además del repertorio clásico de instrucciones de uso general destinado a resolver problemas de tipo lógico y aritmético, dispone de un conjunto de instrucciones especiales que facilitan la manipulación de bits y de grupos de bits, que aumenta la eficacia de empleo de la memoria.

Las unidades de tratamiento

La configuración de la unidad de control comprende unas unidades de tratamiento duplicadas, A y B.

Un canal permite el intercambio de información entre ambas unidades, característica fundamental para la aplicación de la estrategia de reparto de carga por llamadas, descrita más adelante. En caso de fallo del sistema, una unidad de estados asociada a cada unidad de tratamiento interviene en combinación con el cir-

cuito de recarga automática del programa desde una memoria auxiliar, y con las señales de alerta procedentes de la otra unidad de tratamiento, iniciando un proceso de recuperación automático.

Las unidades de tratamiento llevan a cabo, de forma general, todas las funciones lógicas y de memoria del sistema. A través de los órganos exploradores recogen las informaciones que representan la situación del mundo exterior, y, analizándolas, detectan los sucesos que requieren un tratamiento, tales como cambios en los bucles o aparición de señales. Cuando, como consecuencia, procede una acción sobre la periferia, envían las órdenes oportunas a la red y circuitos terminales a través de los órganos distribuidores y marcadores.

La figura 5 representa el diagrama detallado de una unidad de tratamiento, en el caso más general corres-

pondiente a una central de gran capacidad. Todos los bloques que aparecen en el diagrama constituyen módulos ITT normalizados. Sus funciones son las siguientes:

- Las memorias centrales almacenan los programas, los datos semipermanentes (parámetros propios de la central, información de rutas, clases de abonados) y datos temporales (correspondientes a las comunicaciones en progreso). El número de bloques de memoria varía de acuerdo con la talla, tráfico y características particulares de cada central.
- Los procesadores ejecutan las operaciones elementales definidas por las instrucciones del programa.
- Los canales de entrada/salida se equipan cuando procede para transferir directamente datos hacia y desde las memorias centrales, sin intervención de los procesadores. Aumentan la eficacia de las unidades de tratamiento al liberar a los procesadores de esta tarea de bajo nivel.
- Las unidades de control de memoria son circuitos de acceso múltiple que permiten a los procesadores y canales de entrada/salida emplear los mismos bloques de memoria según un sistema de prioridades. El número de bloques de memoria es siempre muy superior al de procesadores y canales por lo que la probabilidad de conflicto a la hora de acceder a un bloque es muy pequeña y, por tanto, las unidades de control resultan de una gran eficacia para el sistema.
- Las memorias auxiliares, tales como tambores magnéticos, unidades de disco o de banda, se emplean en las aplicaciones que exigen una memoria de gran talla y que admiten un tiempo de acceso moderado (información de tasación, datos estadísticos, etc.).

El continuo avance de la tecnología en el campo de los calculadores induce a prever que en el futuro la configuración de la unidad de tratamiento, formada por varias unidades, irá progresivamente simplificándose hasta llegar en su último estado a estar constituída por un simple procesador sin (o tal tal vez uno) canal de entrada/salida. Las memorias no varia-

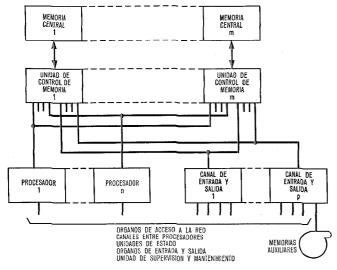


Fig. 5 Configuración típica de la unidad de control.

ran en cuanto a su número, pero serán cada vez más rápidas y, es de presumir, responderán a una tecnología diferente. Durante la definición del sistema se ha tenido bien presente esta evolución, organizando la unidad de control de manera que la compatibilidad con el resto del equipo y con los programas se mantenga en cada una de las etapas.

Los dispositivos de entrada/salida y de supervisión y conservación del sistema

Estos dispositivos integran el centro de comunicación hombre-máquina del sistema. En función de los requisitos de fiabilidad están duplicados o compartidos por ambas unidades de tratamiento.

El equipo de entrada/salida mínimo normalizado está constituído por dos unidades automáticas lectoras de banda de papel, que sirven para la recarga de programas, y dos teletipos que intervienen en el proceso de conservación y para la modificación de las clases y servicios. En función de las especificaciones pueden añadirse un equipo adicional, tal como unidades de banda magnética, perforadoras de banda de papel e impresoras.

Los órganos de supervisión y conservación comprenden principalmente lámparas, alarmas e indicadores, un circuito supervisor automático, un circuito enviador automático de llamadas provisto de contadores de fallos y un circuito comprobador rutinario combinado.

Una parte del equipo de comunicación hombremáquina, comportando como mínimo las lámparas y alarmas esenciales y un teletipo, puede situarse en una posición remota desde donde puede llevarse a cabo la supervisión y la operación del sistema en forma centralizada. La central funciona entonces inatendida, controlándose su funcionamiento, realizando los cambios de clase y gobernando las pruebas rutinarias desde la posición central.

Principio de funcionamiento del sistema de control

La unidad de control central del sistema Metaconta L funciona según el principio de reparto de carga por llamadas, ya empleado y experimentado en el sistema Metaconta 10 C instalado en Wilrijck [2]. Según este principio:

- Ambas unidades tratan llamadas, con la regla de que la que primero detecta una nueva llamada la toma a su cargo; en definitiva, el tráfico total se reparte entre ambas unidades, hecho que no obstante no se tiene en cuenta a la hora de dimensionar una central
- Cada unidad informa a la otra sobre el progreso de sus llamadas; conoce además su estado, de manera que si una sufriese una anomalía o fuese intencionadamente puesta fuera de servicio, la otra puede tomar a su cargo y continuar el tratamiento de las llamadas.
- Cada unidad puede funcionar con programas de versiones diferentes (el lenguaje de comunicación entre ambas es de alto nivel); asimismo puede limitarse a

aceptar un cierto número de llamadas (variable) o bien las que se originan en unas líneas determinadas. Esta facilidad permite introducir y probar nuevas versiones de los programas, en las que se haya añadido por ejemplo una nueva clase de servicio, sin someter a un riesgo a la mayor parte del tráfico que es tratado entretanto por la otra unidad hasta que le prueba se muestre satisfactoria. El tráfico tratado por la primera unidad se va aumentando progresivamente a partir de este momento, hasta llegar a la situación normal.

Las dos unidades pueden incluso controlar temporalmente operaciones diferentes; por ejemplo, una de ellas puede servir como útil de prueba en la instalación de nuevo equipo o intervenir en un proceso de conservación, mientras la segunda trata el tráfico real de la central; en este caso, la primera unidad permanece siempre lista para sustituir a la otra y tomar a su cargo el tráfico en caso necesario.

- Cada unidad tiene sus propios elementos de comprobación: circuitos de prueba de paridad, protección de memoria, temporizadores de alarma por programa (que verifican que la unidad pasa por determinados puntos del programa con una frecuencia establecida). pruebas de consistencia de datos y programas generales de comprobación. Cuando se detecta un fallo, la unidad correspondiente se para y la otra inicia automáticamente un proceso de recuperación indicado anteriormente.
- Además de los elementos de comprobación propios de cada unidad, un sistema de comprobación mutua verifica que un mensaje "sonda" que se envía a la otra unidad es recibido de nuevo convenientemente transformado. Si recibe varias veces consecutivas un mensaje erróneo, la unidad provoca la parada de su homóloga tras de haber ejecutado un programa que

- prueba su propia integridad. El efecto es la iniciación del proceso de recuperación mencionado antes.
- Cuando una unidad se para por sí misma o lo es por intervención de la otra, intenta arrancar de nuevo cargando un programa de refresco que se encuentra en una memoria especial y pasando a continuación una serie de programas de prueba. El efecto de los fallos esporádicos o de programación se eliminan automáticamente por este procedimiento. En lo que respecta a los fallos de programación (es decir, fallos ocurridos cuando se presenta una combinación de circunstancias excepcionales, no previstas por el programador e imposible de evitar), el principio de reparto de carga por llamadas proporciona una protección excelente ya que la probabilidad de que las dos unidades, que operan en un instante dado sobre llamadas y secciones de programa diferentes, tropiecen simultáneamente con un error de este tipo es extremadamente pequeña. En los sistemas en que las dos unidades funcionan en sincronismo esta probabilidad es del 100 %.
- En el caso excepcional de un fallo total del sistema, provocado por la acción de un rayo, un error de programación simultáneo, etc., la recuperación automática viene garantizada por la intervención de un órgano denominado supervisor automático, que genera llamadas artificiales y relanza el sistema con un programa de refresco cuando se presenta un fallo sucesivo en un cierto número de llamadas.

Centrales satélites

El sistema Metaconta L prevé la posibilidad de controlar no solamente la red de conmutación de una central principal, sino también la de extender el control a unas centrales satélites (véase Fig. 6). El control se efec-

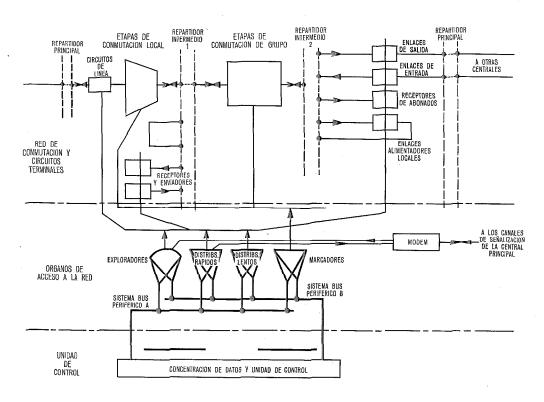


Fig. 6 Disposición de una central satélite.

túa a traves de unos canales de datos de alta fiabilidad que permiten el intercambio de informaciones entre la central principal y la central satélite.

La concepción y realización de las centrales satélites es muy similar a la de las centrales principales, de manera que cuando su crecimiento y talla lo justifiquen puede convertirse en una central autónoma, con su propio control independiente.

Fiabilidad del sistema

El aspecto fiabilidad adquiere una importancia primordial en el sistema Metaconta L dado su alto nivel de centralización. Los medios dispuestos para alcanzar el grado de fiabilidad definido por las especificaciones puede resumirse en los puntos siguientes:

- Los componentes han sido seleccionados en función de su mínima tasa de fallos.
- El diseño de circuitos se ha realizado haciendo trabajar los componentes muy por debajo de sus características nominales.
- Los circuitos de control comunes a más de 1024 líneas están duplicados.
- El fallo de un componente no afecta nunca a más de 64 líneas.

Algunos circuitos de los situados entre las unidades de tratamiento y los circuitos duplicados de acceso a la red están articulados por programación. Esta articulación consiste en que cuando el circuito de control asociado con una de las unidades de control falla, las tareas que le corresponde ejecutar se transfieren a su homólogo, asociado con la otra unidad de tratamiento.

Práctica de equipos

El sistema Metaconta L emplea la práctica de equipos UNISWEP de ITT, concebida específicamente para aplicaciones de conmutación electrónica. Se caracteriza por su flexibilidad, su estructura modular, el uso de tarjetas de circuito impreso y la técnica de unidades enchufables, tanto para las tarjetas como para el cableado. Las ventajas que se derivan de estos principios son la facilidad de instalación, rapidez en la reparación y la posibilidad de adaptar y reconfigurar una central para hacer frente a nuevas demandas que pueden encontrarse en el futuro.

Distribución del equipo en planta

El montaje de todos los aparatos sobre tarjetas de circuito impreso facilita la normalización del equipo, con el resultado de que su distribución en los bastidores en una amplia gama de centrales de tallas diferentes es muy semejante. La figura 7 muestra la distribución típica del equipo en una central terminal de 10.000 líneas.

Características del sistema

El coste real de una central para la compañía de explotación constituye un concepto de cierta complejidad que incluye además del coste inicial y de instalación otros adicionales, tales como:

- el coste de adaptación o extensión de la central;
- el coste marginal de introducción de nuevos servicios:
- el coste de conservación y reparación.

La certeza de que la mano de obra, y más en particular la mano de obra especializada, será cada vez más cara, convierte la automatización de los procesos de fabricación, operación y conservación de una central en un requisito ineludible. A continuación se pasa revista a una serie de características sobresalientes del sistema Metaconta L que pone de relieve la orientación y objetivos propuestos en vistas a alcanzar el mejor rendimiento económico.

Compatibilidad

Un nuevo sistema, cualquiera que sea el valor de las modernas facilidades y servicios que incorpore, sería inaceptable si su introducción en una red de comunicaciones implicara un cambio importante en los equipos o condiciones existentes.

El sistema Metaconta L es plenamente compatible con el mundo exterior. En lo que respecta a su constitución interna, sin embargo, mantiene una completa libertad para la incorporación de las prácticas y técnicas más modernas.

Facilidad para crecer y aceptar modificaciones

El sistema se adapta con facilidad a las necesidades del futuro, tales como la introducción de nuevos servicios y categorias de abonado o características que faciliten la operación y administración de las centrales y para seguir la evolución y los cambios de las redes, con nuevos sistemas de señalización.

Las modificaciones se llevan a cabo con sencillez y economía, tanto en las centrales de nueva instalación, dentro de un plazo normal, o en centrales en funcionamiento, sin interrupción del servicio.

El control electrónico: centralización de funciones

Los circuitos electrónicos son capaces de funcionar sin reposo a altas velocidades sin experimentar fatiga alguna, lo que justifica su aplicación a las funciones de control según el método de división en el tiempo, técnica que consiste en que una misma función es ejecutada repetidamente, a intervalos regulares y aplicada a llamadas diferentes, por un mismo circuito.

En el sistema Metaconta L, el concepto de circuito electrónico va implícitamente asociado al de centralización de funciones, con la consiguiente optimización del coste del equipo, disminución de la superficie en planta y del volumen que, finalmente, incide sobre el esfuerzo de conservación requerido.

Control por programa almacenado: los calculadores y los medios automáticos de comunicación hombre-máquina

Las cualidades del control por programa en memoria, desde el punto de vista del propio control, han sido enumeradas anteriormente. En lo que respecta a la constitución del procesador, puesto que, como se ha visto, no realiza más que operaciones elementales, es susceptible de normalización y concebirse según un esquema relativamente simple, sin perder por ello la facultad de ejecutar cualquier función en una aplicación dada siempre que disponga del programa adecuado en la memoria. Las funciones más complejas se llevan así a cabo en una forma económica. Por otra parte, el procesador constituye un elemento de fabricación normalizado, realidad que se aplica también al resto del equipo, quedando a nivel de los programas el tratamiento de las variaciones que identifican centrales diferentes.

Las ventajas del control por programa en memoria se resumen en los siguientes puntos:

- Facultad para aceptar nuevos y complejos servicios.
- Facultad para crecer y adaptarse a las necesidades del futuro.

— Coste inicial óptimo por la normalización de la ingeniería y de la fabricación.

Estos asertos se han aplicado hasta ahora a las funciones de conmutación. Ahora bien, dado el carácter de uso general del procesador, es también capaz de resolver en condiciones económicas favorables otros problemas, tales como las pruebas de inspección y diagnóstico llevadas a cabo durante las fases de instalación o de conservación de la central. Asimismo, en funcionamiento normal en línea, pueden introducirse unos programas, denominados "programas a petición" para efectuar temporalmente ciertas funciones auxiliares pero de extremo interés, como observación y confección de estadísticas de tráfico, y pruebas y verificación del equipo.

Las memorias eléctricamente alterables permiten la carga de programas distintos, en instantes diferentes,

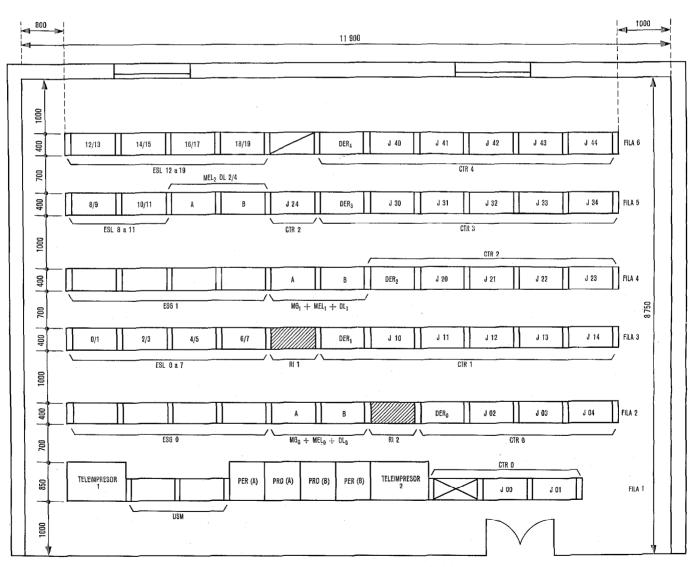


Fig. 7 Distribución típica del equipo en una central terminal de 10.000 líneas. Altura de bastidor 1950 mm Superficie 105 m² MEL - Marcador explorador de líneas MG - Marcador de grupo Altura bajo techo 2750 mm Carga 300 kg/m² Organos de acceso - Distribuidor Iento Dimensiones en mm a la red DER - Distribuidor-explorador rápido ESL - Elementos de selección de línea PRO - Procesador ITT-1600 y memorias Módulos de la Módulos de red ESG - Elementos de selección de grupos PER - Elementos de Entrada/salida o periféricos unidad de control CTR - Circuitos terminales de la red USM - Unidad de supervisión y mantenimiento central

dentro de la misma zona, por lo que esas funciones pueden introducirse fácilmente sin ninguna limitación en cuanto a su número. El problema de protección de memoria se ha solucionado mediante un sistema de bloqueo controlado, y, en un segundo nivel, por la presencia de una memoria adicional de banda magnética o de papel (dependiendo de la talla de la central) desde donde se recargan automáticamente los programas.

Las unidades de programa en memoria admiten la incorporación de equipos periféricos de entrada/salida como teletipos, lectores y perforadores de banda de papel, unidades de banda magnética, lo que unido a las ventajas anteriores, permite además establecer un eficaz sistema de comunicación hombre-máquina.

El resultado final es un sistema de conservación automatizado y, por otro lado, un punto favorable en cuanto al coste de la instalación por emplearse el propio procesador como instrumento de prueba.

Comportamiento del sistema. Redundancia y consecuencia del principio de reparto de carga por llamadas

La centralización del control implica la introducción de una cierta redundancia para alcanzar el nivel de fiabilidad marcado por las especificaciones (por ejemplo, duplicación de los procesadores y de los órganos esenciales de la central). Este principio se ha siguido precisamente en el diseño del sistema Metaconta L. La simple duplicación, dada la calidad intrínseca del equipo, ha constituído en todos los casos una medida suficiente para alcanzar los objetivos marcados; la duplicación se ha aplicado a todos los circuitos comunes a más de 64 líneas de abonado o más de 16 circuitos de enlace.

La duplicación no es difícil de llevar a la práctica; el problema está en asignar responsabilidades a cada una de las partes y en redistribuirlas cuando se presenta una anomalía. Para resolverlo se han introducido los medios de detección de fallos adecuados y un sistema de toma de decisiones ulterior que finalmente aisla el circuito anómalo y reconfigura el sistema sin que se produzca interrupción de servicio.

El principio de reparto de carga por llamadas favorece la aplicación de las soluciones anteriores pero, además, ofrece otras ventajas notables:

- Capacidad para hacer frente a las sobrecargas, cuando ambas unidades de tratamiento cursan tráfico real.
- Facultad de extensión y modificación; el cambio de los programas se efectúa con facilidad y seguridad; las extensiones y la conservación de la central hacen uso de la propia unidad de control como instrumento de prueba. El empleo de los procesadores para otros fines es fácil de imaginar y de llevar a la práctica.

Modularidad y normalización

Las varias funciones que concurren en el sistema fueron objeto de un análisis detallado, asignando cada una de ellas a partes bien concretas del equipo o de los programas. En una segunda fase, el equipo ya especializado se subdividió en módulos repetitivos, según un criterio de tráfico y de fiabilidad, resultando finalmente una estructura formada por piezas de "meccano".

Los módulos funcionales así definidos se sometieron entonces a un nuevo análisis, con el propósito de ampliar la generalidad de su función para cubrir todos los casos previsibles, tanto actuales como futuros. El resultado es un equipo normalizado al extremo, con excepción de los circuitos terminales de la red por su función de frontera con el mundo exterior. Estos circuitos, sin embargo, van formando una "biblioteca" cuyos ejemplares encuentran aplicación en nuevas centrales en el futuro.

Un catálogo de módulos normalizados, con las configuraciones que pueden adoptar en términos de tráfico y características especiales, define el equipo correspondiente a cada función. A título de ejemplo, la red de conmutación de las centrales locales de capacidad media (véase tabla 1) puede formarse a partir de 16 tipos básicos, 6 u 8 de los cuales bastan por sí solos para responder a la mayor parte de las aplicaciones normales. La gama de tráfico que cubren va desde 0,06 a 0,64 Erlangs por línea, origen y terminación, con una distribución cualquiera entre tráfico local y exterior o entre tráfico de abonados y de tránsito.

Un segundo aspecto del sistema, además de éste, en donde se reflejan las variaciones de cada aplicación particular, es el de los programas. La organización adoptada tiende a formar una biblioteca que una vez alcanzada una talla suficiente simplifique la ingeniería de las nuevas centrales. La programación tiene, por otra parte, la ventaja de no involucrar ninguna actividad de la línea de fabricación, por lo que, en definitiva, al elegir un compromiso entre repetitividad de la mayor parte del equipo y la de los programas, se ha optado por la más interesante para el sistema.

Las ventajas aportadas por la modularidad y normalización pueden resumirse en los puntos siguientes:

- Facilidad de conservación, por cuanto las funciones y las fronteras entre los diversos órganos están bien delimitadas; cada uno de ellos puede tratarse como una entidad independiente, y, por tanto, resulta rentable invertir en procesos y programas de diagnóstico sofisticados.
- Flexibilidad: Las centrales se adaptan o reconfiguran fácilmente a las nuevas demandas.
- Optimización del coste, por la simplificación de la ingeniería, fabricación repetitiva y automatización de los procesos de prueba e inspección en fábrica y en la instalación.
- Protección contra la obsolescencia; los bloques funcionales pueden sustituirse por otros compatibles realizados según una tecnología más avanzada.

Tecnología avanzada

La calidad de los componentes empleados, seleccionados según unas severas specificaciones garantiza no solamente un servicio de excelente calidad, sino que además reduce el esfuerzo de conservación necesario. Por otra parte, el nivel de fiabilidad global del sistema se alcanza con mayor simplicidad y sin más que recurrir a un grado de redundancia mínimo, con los que en consecuencia la inversión en componentes de calidad resulta ampliamente justificada. La experiencia del pasado demuestra además que el nivel de calidad, en lo que a componentes se refiere, considerado como superior al normal en un momento dado se convierte en la norma común con el paso de los años. En una palabra, su elección elimina una de las causas por la que un cambio puede hacerse aconsejable en el futuro.

El empleo de componentes de alta velocidad tiene un efecto semejante. En los sistemas con control centralizado se plantea un compromiso entre la velocidad de operación y el volumen del equipo. En efecto, al disminuir el tiempo de actuación de un elemento dado, aumenta el tráfico que puede cursar y, por tanto, disminuye el número de elementos análogos requeridos. La velocidad permite además sustituir la operación en paralelo por la operación en serie, ventaja ampliamente utilizada en el sistema.

La finalidad perseguida con la miniaturización no ha sido exclusivamente el ahorro de espacio, aspecto importante, sino también la obtención de un equipo compacto en que los problemas de transmisión a alta velocidad se resuelven con más facilidad y economía. En este sentido, se emplean circuitos integrados no sólo en los procesadores sino también, en un porcentaje importante, en los circuitos electrónicos periféricos.

La práctica de equipos utilizada, UNISWEP de ITT, se caracteriza por su flexibilidad, la modularidad de su estructura, el uso de tarjetas de circuito impreso y de la técnica de unidades enchufables, tanto para las tarjetas como para el cableado. Las ventajas que se derivan son la facilidad de instalación, rapidez de reparación y la posibilidad de adaptación y reconfiguración de una central frente a las demandas que puedan surgir en el futuro.

Los objetivos perseguidos con el empleo de una tecnología avanzada pueden resumirse en los puntos

- Mejor servicio para el cliente: calidad y fiabilidad.

- Facultad de extensión y modificación.

— Optimización de coste del equipo y de la instalación.

- Espacio en planta reducido.

Los servicios ofrecidos a los abonados

El sistema Metaconta L está preparado para responder a las cada vez mayores exigencias en favor de un servicio telefónico mejor y de más amplio alcance. A este respecto presenta las características siguientes:

- Un servicio de calidad sensiblemente mejorada respecto a:
 - a) La rapidez de establecimiento de las conexiones.
 - b) La precisión de las operaciones; el número de llamadas tratadas incorrectamente es inferior al
 - c) Las características de transmisión (la red de conmutación apunta a la posibilidad de transmitir datos).

- Disponibilidad de servicio, de acuerdo con la tendencia de la sociedad actual cuya estructura se base cada vez más en la seguridad de las comunicaciones. El sistema Metaconta L está diseñado para dar un servicio continuado, a pesar de la naturaleza centralizada de su control, con una fiabilidad superior a la de los sistemas actuales.
- Nuevas clases de servicio, tales como selección abreviada, llamadas múltiples en conferencia, transferencias, etc. El sistema es asimismo apto para aceptar otras facilidades que puedan considerarse de interés en el futuro.

Facilidades para el control del funcionamiento y conservación de las centrales

El control del funcionamiento y la conservación de las centrales en los modernos sistemas de conmutación debe responder a un criterio de eficacia que compense el volumen creciente del tráfico, los servicios y el mayor coste de la mano de obra.

Este aspecto ha recibido una atención primordial en el planteamiento de los objetivos del sistema Metaconta L. La regla general aplicada en el tratamiento del problema tiende a la automatización, que se ha

plasmado en las realidades siguientes:

- El control y la supervisión del comportamiento del sistema se apoya en un conjunto de alarmas, indicadores numéricos visuales, mensajes impresos, informaciones con los resultados de observaciones de tráfico, etc.
- La administración de la central, es decir, la modificación de la categoría de las líneas, estrategia de encaminamiento, etc., se efectúa mediante un sistema de comunicación hombre-máquina automático.
- La verificación del funcionamiento de los órganos esenciales y la desconexión automática del equipo incorrecto, así como la reconfiguración del sistema, se efectúa automáticamente; un proceso también automático verifica rutinariamente los órganos menos vitales del equipo.
- La localización de averías es una tarea lógica y ordenada, que no requiere la intervención de personal altamente especializado.
- El acceso y la sustitución del equipo son operaciones

— de gran simplicidad.

- La supervisión, control y administración del sistema pueden realizarse desde una posición central remota, limitando la intervención humana en la propia central a las operaciones activas de conservación.

Referencias

- [1] H. H. Adelaar y J. J. Masure: Sistema de conmutación telefónica semi-electrónica 10 CX, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 42 (1967) N° 3, págs.
- [2] J. A. Broux: Experiencia inicial del sistema de conmutación semielectrónico 10C, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 43 (1968) N° 4, págs. 319—325.
 [3] H. H. Adelaar y J. D. Beierle: Sistema de commutación telefónico 10C interurbano, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969) N° 2, págs. 115—119.
 [4] E. Ekbergh: Sistema de conmutación 11 B, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 43 (1968) N° 4. 2002.

- [4] E. Ekbergh: Sistema de commutación II B, Comunicaciones Electricas, vol. 16 (1968) Nº 4, págs. 366—370.
 [5] C. Vazquez y G. Dufresnoy: Multiconmutador miniatura, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969) Nº 4, págs. 329—333.
 [6] C. Chiroux: Pruebas del multiconmutador miniatura, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969) Nº 4, págs. 334—339.
 [7] G. Yelloz, T. Cagnac, A. P. Le Gall y C. J. Fruchard: El ordenador ITT-3200, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1971) Nº 1, págs. 38—46.

Stanislas Kobus nació en Onnaig, Francia, en 1932. Obtuvo el diploma "Medalla de Oro" de la "Ecole Nationale Supérieure d'Ingenieurs Arts et Métiers" en 1954.

Se incorporó a la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques en 1955 como ingeniero de circuitos del sistema Pentaconta.

En 1960 inició sus actividades de investigación en el campo de la conmutación electrónica. De 1963 a 1965 se dedicó al estudio de sistemas basados en el empleo de calculadores. En 1965 se incorporó temporalmente a la compañía Bell Telephone Manufacturing Co. de Amberes donde, tras contribuir a la concepción general de la primera central Metaconta 10C (véase referencia [1], tomó a su cargo la reponsabilidad de la programación del sistema.

A su regreso a Francia en 1968 fué nombrado Jefe del Servicio de Informática del Laboratoire Central de Télécommunications donde participó en el desarrollo de los calculadores ITT-3200 (véase referencia [7]).

Finalmente, de regreso a CGCT a finales de 1968, fue nombrado responsable del proyecto Metaconta L. El Sr. Kobus es miembro de ITTE, desempeñando la función de coordinador del proyecto a nivel internacional.

Juán A. de Miguel, nació en Madrid, en enero de 1936. Alcanzó el título de Ingeniero de Telecomunicación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación en 1960. En 1963 obtuvo el grado de Doctor Ingeniero en la misma Escuela.

En 1960 se incorporó a Standard Eléctrica, S. A., iniciando sus actividades en la división de ingeniería Pentaconta. Desde 1961 se dedicó al estudio de los sistemas semielectrónicos de commutación espacial, en los Laboratorios ITT de Standard Eléctrica. Permaneció, durante un año, en el Laboratorio Central de Telecomunicaciones, en París.

En 1966 fué nombrado Jefe del Proyecto de Desarrollo de la versión Metaconta 11 C.

El Sr. de Miguel participó durante dos años en París en el desarrollo del Metaconta L. Actualmente dirige la División de Conmutación Electrónica-Metaconta de ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., que desarrolla la versión interurbana de este sistema.

Albert Régnier nació el 2 de noviembre de 1930 en Charbourg (Francia). Recibió el grado de Ingeniero Civil de Telecomunicación de la Escuela Politécnica de París en 1955.

En julio de 1955 ingresó en "Le Matériel Téléphonique" (LMT) como Ingeniero de Diseño de Sistemas de Conmutación Rotary y Pentaconta.

Desde 1960 pertenece al Departamento de Investigación de Sistemas de Conmutación, encargándose de desarrollos electrónicos, principalmente en el proyecto "ARTEMIS".

Modelo de central tandem PCM para pruebas de campo

En junio de 1971 ha comenzado a funcionar en la central de Moorgate (Londres) un modelo experimental de central tandem de impulsos modulados por código (PCM), diseñado por un grupo internacional de ingenieros de ITT. Este modelo de central digital completamente electrónica utiliza procesadores de control por programa almacenado y unidades de lógica cableada para conseguir flexibilidad, seguridad y rapidez.

D. J. ROSE Standard Telephones and Cables Limited, Londres

Introducción

La central tandem PCM se ha desarrollado para presentar la conmutación digital controlada por ordenador y obtener experiencia práctica de campo que lleve al desarrollo de un sistema ITT de conmutación PCM cuando la introducción de tal equipo resulte mecánicamente atractiva a las Administraciones.

La central tandem PCM ha sido diseñada por un equipo internacional de ingenieros de ITT y construída y puesta en servicio por STC como una maqueta en la central de Moorgate de Londres. Actúa como central tandem para una porción de enlaces que interconectan tres centrales locales en el área directora de Londres. Cada central se conecta a la central tandem PCM mediante tres sistemas de transmisión PCM de 24 canales.

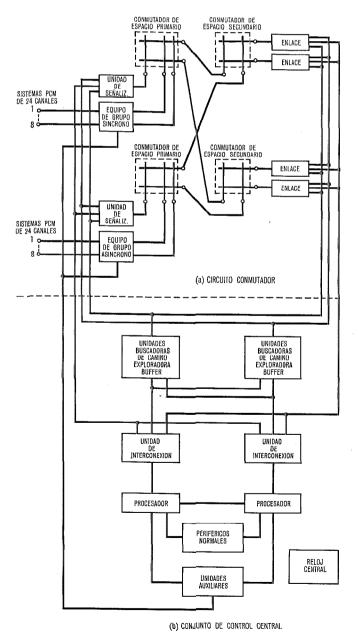
Se han tomado medidas para asegurar el tratamiento del tráfico público en la maqueta mediante una amplia diagnosis y procesamiento de las averías, de modo que si se detecta cualquier avería que pueda afectar seriamente a las características de funcionamiento se aplica una condición de ocupación a todos los canales y se cursa el tráfico por otros medios.

Descripción general

La maqueta tandem PCM es un modelo de central digital totalmente electrónica que tiene circuito de conmutación distribuido con control centralizado. El diagrama de bloques del sistema se muestra en la figura 1.

El control central consiste en procesadores de memoria programada y unidades de lógica cableada. Los primeros proporcionan flexibilidad en el control y los últimos proporcionan velocidad en funciones rutinarias tales como la exploración. El control central está duplicado para mayor seguridad. La red de conmutación es modular y distribuida para asegurar el servicio contra los fallos de los componentes y permitir ampliaciones de campo. La red tiene una estructura replegada espacio — espacio — tiempo — espacio — espacio*. La conversación codificada digitalmente se transmite en paralelo, y se envía en ambas direcciones a la vez. El diseño de los circuitos es tal que cada canal puede ser usado como entrante o saliente; la designación se hace mediante programación. La central está controlada por un reloj central, triplicada para mayor seguridad.

El control central tiene dos procesadores trabajando en modo compartido local, manejando cada procesador normalmente la mitad de la carga de tráfico. Si un procesador falla, el otro cursa automáticamente toda la carga. Además de procesar las llamadas, los procesadores ejecutan pruebas y programas de diagnóstico y proporcionan registros de tráfico y facilidades para la comunicación hombre — máquina. Hay dos unidades de interconexión, una por procesador que ejecutan las funciones de conversión de código y direccionamiento de vía entre los procesadores y el conmutador, y reali-



and DCM do muchos

Fig. 1 Central tandem PCM de pruebas.

^{*} Los módulos conmutadores son matrices de puntos de cruce electrónicos que conmutan caminos o elementos de tiempo.

zan una función de retorno entre los relojes del procesador y el reloj de la central.

Las unidades buscadoras de camino/exploradoras — buffer* son unidades de lógica cableada que realizan las funciones de búsqueda de camino, identificación del camino, búsqueda de línea y búsqueda de registrador por orden de los procesadores centrales.

La parte distribuida de la central contiene las matrices conmutadoras de espacio y tiempo, las unidades de señalización (que incluyen la función de registrador) y el equipo de grupo; este último es el que conecta la central con los enlaces PCM.

La central es totalmente electrónica, estando compuesta principalmente por circuitos integrados TTL. Los conmutadores de espacio se componen de puertas "nand" abiertas y cerradas de acuerdo con un mapa contenido en memorias "scratch-pad"**. Los conmutadores de tiempo se han construido con circuitos integrados lógicos y memorias "scratch-pad".

La maqueta es una versión reducida de un diseño de central completa. La central puede llegar a tener siete superconmutadores, cada uno de los cuales tiene 14 equipos de grupo, 2 unidades de señalización y 14 conmutadores de tiempo. Cada superconmutador contiene dos matrices conmutadores de espacio primarias y una secundaria. El máximo número de canales que pueden conectarse a la central es de 18.816. El número de unidades que se necesitan en una central dada depende de las exigencias del tráfico. El control central es el mismo para cualquier dimensión de la central.

La maqueta consiste en dos superconmutadores equipados parcialmente, cada uno de los cuales tiene un equipo de grupo, una unidad de señalización y dos conmutadores de tiempo.

El circuito conmutador de espacio está multiplexado en el tiempo, permitiendo para cada punto de cruce 192 circuitos dúplex independientes. Así el coste más elevado de la conmutación electrónica se compensa con la operación múltiplex de los puntos de cruce y la considerable reducción en el alambrado de la central. Además está la ventaja de la mayor fiabilidad de los componentes.

En la tandem PCM todas las conexiones se hacen mediante enlaces que incorporan un conmutador de tiempo con retardo totalmente variable. Se han descrito otros sistemas que contienen distintos enlaces, algunos sin retardo, algunos con retardo fijo y otros con retardo variable. La tandem PCM es económica comparativamente, ya que la memoria de control de conmutador de espacio, necesaria en todos los sistemas, y el conmutador de tiempo están intimamente asociados, facilitando por tanto la búsqueda del camino y simplificando las funciones de conexión.

Los procesadores contienen programas de diagnóstico en línea, que son capaces no solo de detectar y notificar fallos del equipo de la central sino también fallos de los equipos del sistema de transmisión PCM de 24 canales situados en las centrales locales distantes.

Se dispone de una serie de programas de comunicación hombre — máquina para controlar las operaciones de mantenimiento en una central en funcionamiento, y para recoger estadísticas de tráfico especializado.

La utilización de circuitos integrados ha reducido el espacio físico y el consumo de potencia de la central. Una unidad de tráfico, que incluye un equipo de grupo, un commutador de tiempo, y los conmutadores de espacio necesarios para manejar 192 canales, tienen cabida en un rack ISEP de siete pies de altura.

Unidades funcionales

Equipo de grupo

El equipo de grupo es el enlace entre los sistemas de transmisión PCM y la central digital. En las centrales locales se emplean terminales múltiplex PCM standard de 24 canales; en la tandem el equipo de grupo ordena los canales en forma adecuada para la conmutación.

La transmisión entre las centrales locales y la tandem es un sistema PCM de 24 canales, comprendiendo cada canal 8 bits, siete para conversación y uno para señalización.

Los 24 canales están dispuestos en serie formando tramos de 125 microsegundos de duración. Para suministrar la capacidad requerida de señalización se usa una multitrama de cuatro tramas, dando dos bits de señalización asociada al canal libre en las tramas 1 y 3 y señalización de sincronización en la trama 4.

El equipo de grupo multiplex a 8 vías de transmisión PCM de 24 canales, en dos grupos de 96 canales. En la dirección entrante de transmisión realiza una conversión serie-paralelo en los ocho bits de cada canal. Por el contrario, en la dirección saliente, realiza una conversión paralelo-serie. El equipo de grupo resincroniza la información de la línea entrante de modo que está alineada en trama, canal y bit con el reloj de la central.

Para la dirección entrante de transmisión el equipo de grupo permite la extracción del canal asociado de señalización para la inspección por la lógica de supervisión. De modo similar para la dirección saliente de transmisión, el equipo de grupo permite la inspección de señalización y tonos para la lógica de supervisión.

Hay dos tipos de equipos de grupo en la central experimental, síncronos y asíncronos.

El equipo de grupo síncrono se usa en una situación nominalmente síncrona, como sería en el caso de tener equipos múltiplex remotos PCM esclavos del reloj de esta central tandem.

El equipo de grupo asíncrono se usa en los casos en que el flujo de bits de la transmisión PCM es asíncrono respecto al reloj de la central, como resultaría cuando la transmisión PCM viniera de otra central cuyo reloj fuera independiente del reloj de esta central.

Unidad de enlace

La unidad de enlace es una unidad multifuncional que contiene una memoria scratch-pad de circuito integrado.

^{*} Separadora

^{** &}quot;scratch-pad" = Cierto tipo de memoria auxiliar. N. del E.

Las funciones primordiales de cada enlace son controlar una salida del conmutador de espacio secundario; suministrar una unidad conmutadora de tiempo y proporcionar supervisión de la señalización asociada con un equipo de grupo.

Bloque de memoria

El bloque de memoria es una matriz con direccionamiento y acceso común para todos los bits. La matriz tiene 96 filas, correspondiendo el número 96 a los 96 intervalos de tiempo básicos usados para multiplexar a través de la central. Cada fila se divide en bloques funcionales de n bits, donde n varía de acuerdo con la función.

El acceso a los bloques de memoria desde los procesadores centrales se hace a través de las unidades de interconexión y las vías directas de datos. El acceso es extremadamente rápido y seguro, obteniéndose la seguridad mediante sistemas "hand-shaking"*.

Además del bloque de memoria principal hay un bloque de memoria adicional, también de 96 filas, que es inaccesible a los procesadores centrales. Este segundo bloque de memoria está asociado funcionalmente con el conmutador de tiempo y contiene la memoria de conversación.

Nótese que como los bloques de memoria distribuidos de los enlaces contienen un mapa completo del estado del circuito de conmutación que es fácilmente accesible al control central, pueden usarse fácilmente como datos básicos para las funciones de identificación de camino y búsqueda de camino, y no es necesario conservar en otro lugar un registro de las llamadas en fase de conversación.

Conmutación de tiempo y espacio

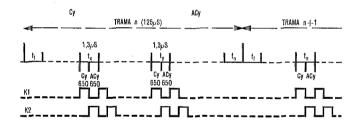
La vía de entrada/salida del conmutador de tiempo es un múltiplex de 192 canales dividido en 96 canales cíclicos y 96 acíclicos (ver Fig. 2). El conmutador de tiempo puede conectar cualquier canal cíclico con cualquier acíclico y viceversa. Durante los intérvalos de tiempo cíclicos el bloque de memoria es direccionado cíclicamente bajo control del reloj de la central; durante los intervalos de tiempo acíclicos la memoria es direccionada de modo aleatorio (acíclicamente).

La secuencia de operaciones del conmutador de tiempo para una conexión entre los canales P y Q, el primero ocupando la parte cíclica del intervalo de tiempo t_x y el segundo la parte acíclica del intervalo t_y es como sigue: durante la parte cíclica del intervalo t_x , la fila x de la memoria del enlace se lee en un buffer; el contenido de la memoria de conversación se transmite al canal P y los caracteres de conversación de este canal se escriben en la memoria de conversación en la fila x.

Nótese que la información en la parte acíclica del intervalo t_x no tiene relación con la conexión entre la parte cíclica del intervalo t_x y la parte acíclica del intervalo t_y , se lee la fila y de la memoria del conjuntor, y la información de la memoria del conmutador de tiempo (es decir, la dirección de tiempo de la fila x) se lee en un buffer auxiliar. Durante la parte acíclica del intervalo t_y , la lógica de direccionamiento del conjuntor redirecciona la fila x, el contenido de la memoria de conversación de la fila x se transmite al canal Q y los bits de conversación del canal Q se escriben en la memoria de la fila x.

Puede verse que para una conexión de doble vía solamente se usa una fila de la memoria de conversación, y que las 96 filas son capaces de manejar 96 conexiones interconectando los 96 canales cíclicos con los 96 canales acíclicos.

El diseño de los conmutadores de tiempo es tal que solamente puede conmutar entre los canales cíclicos y acíclicos, así que cualquier canal dado de entrada/salida puede ser conmutado solamente a 96 salidas del total de 192 canales de entrada/salida. Así a través del conmutador de tiempo hay una disponibilidad de solo el 50%. Para aumentar la disponibilidad total de tiempo de la central al 100% el conmutador de espacio primario múltiplex de 96 a 192 canales, además de su función de conmutación de espacio. Un canal de entrada que ocupa 1,3 microsegundos solapa los canales de salida (uno cíclico, el otro acíclico) cada uno de



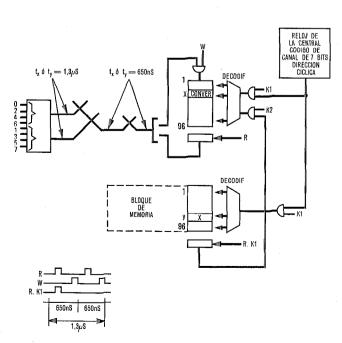


Fig. 2 Tandem PCM: Conmutación de tiempo-

^{*} hand-shaking = "apretón de manos", es un método por el que se comprueba mediante señales auxiliares que los circuitos están en posición adecuada. El receptor acusa la recepción de una señal inicial de control y se identifica al emisor antes de proceder.

650 nanosegundos y puede conectarse a cada uno de los dos canales de salida asociados.

Para cada conexión se hace una elección arbitraria entre los dos posibles canales de salida.

La información de control del punto de cruce de espacio se almacena y se utiliza para actuar los puntos de cruce del tiempo de canal requerido durante cada trama, estando multiplexado en los 192 canales el camino a través de la central. Por cada salida del conmutador de espacio hay en la memoria del conjuntor dos bloques de cuatro bits, uno corresponde a los 96 canales cíclicos, el otro corresponde a los 96 acíclicos. Cuando esta memoria se usa para control del punto de cruce ambos bloques se leen en el período de acceso cíclico, la información del bloque cíclico se usa inmediatamente, pero la información del bloque correspondiente al canal acíclico se almacena hasta la mitad acíclica del intervalo de tiempo.

Los puntos de cruce están dispuestos en forma de matriz, conteniendo cada superconmutador una o dos matrices de espacio primarias y una matriz de espacio secundaria. Todos los caminos a través de la central constan de 16 hilos, ocho para cada dirección de transmisión. Las selecciones del punto de cruce se hacen a lo largo de las salidas de los conmutadores de espacio. El conmutador de espacio primario tiene 15 entradas de 96 canales y 7 salidas de 192 canales. El conmutador de espacio secundario tiene 14 entradas de 192 canales y 14 salidas de 192 canales. Despreciando las cone-

xiones con las unidades de señalización, la configuración del conmutador de espacio proporciona disponibilidad total.

Los equipos de grupo y las unidades de señalización se conectan a las entradas del conmutador de espacio primario, y los conmutadores de tiempo se conectan a las salidas del conmutador de espacio secundario. Los conmutadores primario y secundario están conectados entre sí.

La figura 3 muestra una conexión típica en la maqueta de un intervalo de tiempo t_x en una vía par del equipo de grupo síncrono, a un intervalo de tiempo t_y en una vía impar del equipo de grupo asíncrono. La conexión implica secciones de tres distintos enlaces para controlar el camino a través de la central.

Señalización, supervisión y control

La función de supervisión está físicamente en los enlaces, pero está unida funcionalmente al equipo de grupo. Detecta cambios de la señalización recibida y controla las condiciones de señalización que han de ser transmitidas.

La supervisión de la señalización se realiza almacenando el estado de la señal estable existente y comparándolo con el flujo de bits de la señal entrante. Del estado de canal (es decir, si es entrante o saliente) puede determinarse por procesadores la importancia de los cambios de la señalización. Cualquier cambio en la señalización es importante solo si persiste, de modo

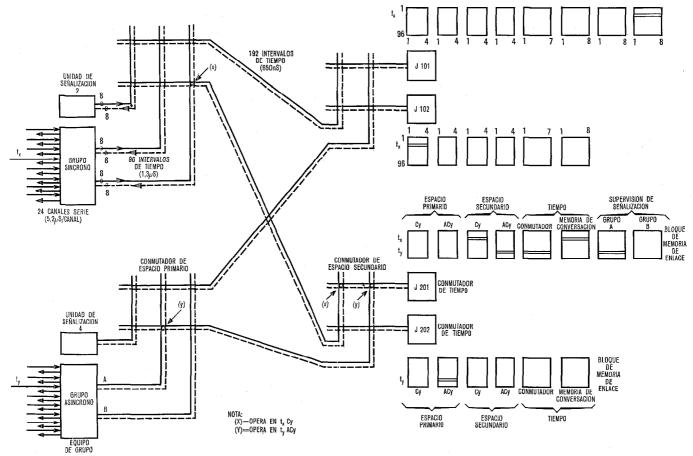


Fig. 3 Camino de conversación a través de la central de pruebas de campo.

que en la lógica de supervisión se lleva a cabo una prueba de persistencia.

Además de la señalización, la facilidad de inyectar tono en el canal se cubre mediante dos bits del bloque de memoria.

Unidad de señalización

La unidad de señalización es una unidad de lógica cableada con varios fines, y es equivalente a 96 señalizadores (o emisores-receptores) trabajando en división de tiempo. La unidad consiste en lógica de tiempo compartido junto con una memoria "scratch-pad" de 96 filas. Cualquier señalizador puede actuar como receptor de dígitos, emisor de dígitos, supervisor de señalización o comprobador rutinario. La función particular realizada por cada señalizador en cada tiempo está gobernada por un código de funciones escrito en su interior por el procesador central.

Cuando realiza función de registrador, el señalizador se conecta a través de la central a un canal entrante. El señalizador recibe un dígito en un cierto momento, y al detectar el final del dígito se establece un indicador que puede ser explorado. Los procesadores centrales tienen acceso directo a los señalizadores con el fin de leer el dígito.

Los señalizadores se emplean para realizar las pruebas de rutina en los ocho bits de los caminos de conversación a través de la central, pasando mensajes de prueba a través de caminos que han sido seleccionados por el control central.

La unidad de señalización es también capaz de transmitir dígitos a otra central, y de realizar supervisión de señalización específica del primer bit, pero estas funciones no se utilizan en la maqueta.

Unidad buscadora de camino/exploradora-buffer

La unidad buscadora de camino/exploradora-buffer es una unidad de lógica cableada capaz de realizar las funciones de búsqueda de camino, identificación del camino, exploración de líneas y exploración de registradores.

El estado de un circuito se almacena en los bloques de memoria de los enlaces y la unidad de búsqueda de camino tiene acceso a todos los enlaces mediante una vía. El método de la búsqueda de camino y de la identificación se basa en la comparación del código de las necesidades con la información almacenada en los bloques de memoria del conjunto. Para la búsqueda de camino, el criterio de libertad es la presencia del código cero en la memoria del enlace. Para la identificación del camino el criterio necesario es el reconocimiento de un código de espacio determinado en un tiempo determinado.

La unidad de búsqueda de camino actúa bajo control de los procesadores centrales que envían a ésta la función que ha de ser ejecutada, el grupo de enlaces que ha de considerar, una máscara de los enlaces individuales en servicio (de modo que los resultados de las unidades averiadas puedan borrarse) y el código que va a ser comparado. Ambas, la búsqueda de camino y

la identificación del camino se ejecutan en dos etapas. La primera etapa va desde el principio de la línea o señalizador a través del conmutador de espacio primario. Para la búsqueda de camino la segunda etapa va a través de los conmutadores de espacio secundario, el conmutador de tiempo y el conmutador de espacio primario final, teniendo en cuenta el estado de libertad de las líneas finales o señalizadores. Para la identificación del camino la segunda etapa va solo a través de los conmutadores de espacio secundarios y el conmutador de tiempo, siendo leído el control del punto de cruce primario final directamente desde el conjunto por el procesador central.

La unidad exploradora-buffer contiene dos buffers en los que se almacenan las identidades de las líneas o señalizadores en los que haya ocurrido un cambio de estado; un buffer para nuevas llamadas, el otro para todos los demás cambios. Estos buffers son interrogados por los procesadores centrales. La parte exploradora-buffer de la unidad utiliza la parte buscadora de camino para interrogar los bloques de memoria del conjuntor. Este atiende a los bits de cambio de estado asociados con la lógica de supervisión de la señalización.

La unidad buscadora de camino/exploradora-buffer forma parte del control central. Se suministran dos para mayor seguridad. Las unidades buscadoras de camino se utilizan en paralelo, las unidades exploradora-buffer se utilizan alternativamente.

Procesadores centrales

Los procesadores centrales son dos ordenadores de 16 bits, 2 microsegundos, usados en modo de carga de tráfico compartida. Cada procesador tiene acceso separado al circuito mediante su unidad de interconexión. Los procesadores tienen también acceso el uno al otro mediante caminos interprocesador, y están conectados a un teleimpresor y a un lector de cinta de alta velocidad.

El conjunto de programación esta dividido en módulos de programa, y el espacio de trabajo está organizado cuidadosamente. Los módulos de programa nunca se comunican directamente; los datos se transfieren mediante buffers de programación y las tareas se transfieren mediante "hoppers" (es decir, colas en que el primero que llega es el primero atendido). Se usan tablas para grabación de las unidades que hay en servicio y para casos tales como traslaciones de ruta.

Las categorías de los módulos del programa son: de uso interno, hombre-máquina, empezar-continuar, pruebas en línea y procesamiento de llamadas. Los programas de uso interno intervienen centralmente en el tratamiento de las interrupciones y en el manejo de los buffers y hoppers.

Los programas hombre-máquina intervienen en la escritura de las relaciones de averías y en la inserción mediante teleimpresor de los datos nuevos o cambiados referentes al circuito. Los programas empezar-continuar intervienen en el funcionamiento inicial de la central, en la desconexión de las llamadas parcialmente

tratadas después de que un procesador se ha averiado y en la nueva conexión de un procesador que ha estado fuera de servicio. Los programas de pruebas en línea ejecutan rutinas y diagnostican pruebas en las unidades conmutadoras y en el otro procesador. El control de funcionamiento se incluye en los programas de tratamiento de llamada. Cuando un programa de pruebas localiza una avería pone automáticamente la unidad correspondiente fuera de servicio.

La organización de los programas de tratamiento de llamadas se deriva del método de acceso al circuito conmutador. Cuando se realiza el acceso a las unidades de señalización o a las unidades buscadoras de camino/exploradoras-buffer es necesario evitar el choque entre los dos procesadores, así que se usa un nivel interrumpido de reloj para permitir a los procesadores períodos alternados de acceso de 20 milisegundos. El cambio en una interrupción de reloj de un procesador a otro con acceso al circuito se organiza de modo que resulta imposible para ambos procesadores tener acceso al circuito al mismo tiempo. El acceso a los bloques de memoria de los enlaces se controla mediante biestables de captura. El de los módulos del programa al circuito de interconexión se hace mediante una serie de subrutinas organizadas centralmente. Durante el nivel de reloj el procesador maneja capturas y otros cambios de estado en el circuito, controla la búsqueda y establecimientos del camino, la identificación del camino y el acceso del señalizador. Durante el nivel base, el procesador con-

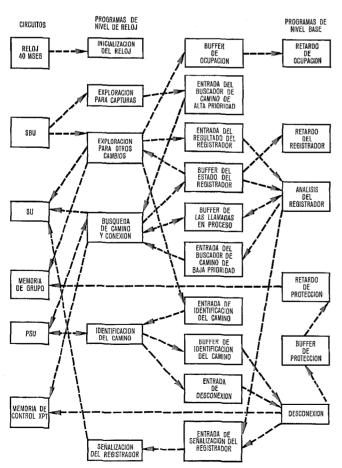


Fig. 4 Tratamiento de llamadas. Organización del programa.

trola la liberación del camino y ejecuta retrasos y otras tareas (tales como análisis de los registradores) preparatoria para el próximo nivel de reloj. Véase en la figura 4 un diagrama de los módulos de programa del tratamiento de las llamadas.

En la maqueta no hay vaciado de la memoria interna. Para ampliar la capacidad de la memoria y para demostrar las técnicas de cobertura, existe una serie de programas en cinta perforada que pueden leerse en un área de cobertura mediante lector de cinta o teleimpresor. Estos programas intervienen principalmente en las funciones hombre-máquina tales como el establecimiento de unidades en servicio o fuera de servicio.

Una serie de programas de pruebas del procesador y un ejemplar completo del conjunto en línea se conserva en un carrete de cinta perforada. Si un procesador se avería, esta cinta se lee automáticamente en el procesador mediante lector de cinta de alta velocidad y transportador.

La situación de la memoria y el tamaño de las categorías de programas se indican en la tabla 1.

Procesamiento de la llamada

Lo que sigue es una breve descripción de la secuencia de actuaciones para una conexión y desconexión normal.

Se detecta una captura en el nivel del canal entrante mediante la lógica de supervisión de señalización del bloque de memoria de los enlaces y el cambio es recogido por una unidad buscadora de camino y almacenado en la unidad exploradora-buffer asociada.

Uno de los procesadores recoge la nueva llamada y pone a punto las condiciones para la supervisión del canal escribiendo en el bloque de memoria de los en-

Tabla 1 - Tamaños de programa.

Asigna	ción	dat	núalac		1/200	
$\Delta signa$	C1OH	Oet	nnclea	n en	Iinea	

Buffers, Hoppers, tablas	1.5'36
Uso interno	2.360
Comenzar/continuar	1.648
Comunicación hombre-máquina	1.840
Pruebas en línea	6.016
Tratamiento de llamadas	
(incluyendo supervisión)	5.832
Area de cobertura	2.048
Correcciones	1.824
Servicios	1.024
Instrumentos de puesta en servicio	8.640
	32.768

Programas en línea

1.536
9.008
2.048
6.016
2.688
3.968

laces. El procesador utiliza la unidad buscadora de camino para encontrar un camino libre entre la línea entrante y un señalizador libre, y entonces hace la conexión escribiendo en los bloques de memoria de los

Al final de cada dígito se graba un cambio en la unidad de señalización. Este se recoge y se almacena en la unidad exploradora-buffer. El procesador a cuyo cargo está la llamada recoge el dígito de la unidad de señalización y vuelve a poner en marcha el señalizador.

El procesador ejecuta análisis de ruta de los dígitos. Cuando se han recibido bastantes dígitos para determinar la ruta de salida, el procesador utiliza la unidad buscadora de camino para encontrar un camino libre desde el canal de entrada a un canal libre de salida perteneciente a la ruta solicitada. El procesador hace entonces la conexión escribiendo en los bloques de memoria de los enlaces.

La señal de línea ocupada de la central llamada se detecta en el nivel del canal saliente mediante la lógica de supervisión de señalización de los enlaces, y el cambio se almacena en la unidad exploradora-buffer.

El procesador que tiene a su cargo la llamada utiliza la unidad buscadora de camino para identificar el camino desde la unidad de señalización al canal entrante y libera este camino escribiendo en los bloques de memoria de los enlaces. El procesador pone a punto las condiciones de supervisión del canal escribiendo en los bloques de memoria adecuados. El procesador abandona entonces su supervisión de la llamada.

Durante su fase de conversación, la llamada se supervisa solamente en su extremo entrante mediante la lógica de supervisión de señalización de los enlaces. No hay grabación de la llamada en el interior de los procesadores centrales.

Cuando se detecta la señal directa de fin de conversación por la lógica de supervisión de señalización, el cambio es recogido por la unidad buscadora de camino y almacenado en la unidad exploradora-buffer.

Uno de los procesadores recoge el cambio de la unidad exploradora-buffer. El procesador utiliza la unidad buscadora de camino para identificar el camino del canal entrante al canal saliente, y libera el camino escribiendo en los bloques de memoria de los enlaces.

Después de un retraso conveniente, el procesador pone a punto las condiciones de supervisión del canal para liberarlo, escribiendo en los bloques de memoria adecuados.

El modelo de pruebas de campo

La maqueta se ha instalado en la Central Telefónica de Moorgate (Fig. 5). Después de ser instalada y puesta en servicio por el personal de STC, el British Post Office llevó a cabo una serie de rigurosas pruebas de aceptación antes de permitir que la maqueta entrara en servicio público.

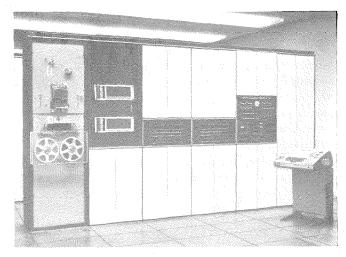


Fig. 5 Modelo para pruebas de campo.

Ha estado oficialmente con 24 horas de servicio público desde el 15 de Junio de 1971. La central actualmente es operada y mantenida por personal del BPO como parte de las pruebas.

Durante el día la central está atendida, y fuera de las horas normales de trabajo es supervisada por un centro de control de averías al que se han llevado las alarmas de alimentación y del procesador, y un tele-

La puesta en servicio de la maqueta en un medio ambiente funcional ha proporcionado ya inestimable experiencia, y la evaluación del comportamiento y facilidad de mantenimiento de la maqueta durante los próximos meses proporcionará una considerable información que será de enorme ayuda en el diseño de la próxima generación de centrales.

Agradecimiento

Agradecemos al British Post Office las facilidades concedidas y la cooperación técnica en las pruebas.

Debemos agradecer a LCT el diseño de las unidades conmutadoras originales y a LCT y LMT juntas, la construcción y prueba de los primeros módulos "hardware".

Referencias

- [1] P. Mornet, A. Chatelon y J. Le Corre: Pulse-Code-Modulation to an Integrated Telephone Network, Electrical Communication, Vol. 38 (1963),
- n° 1, págs. 23—55.

 [2] J. Le Corre y A. Pirotte: Aplicación de la conmutación de impulsos en código (P.C.M.) a una red militar totalmente automática, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 42 (1967), n° 3, págs. 80—87.

 [3] J. G. Dupieux, J. R. Mumford y G. W. Wells: Una central tandem PCM experimental, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969), n° 2, págs. 100—107.

Desné Jean Rose nació en 1938 y se educó en el King College de la Universidad de Londres. Se le concedió el BSc (hons) en Matemáticas en 1960. Seguidamente se incorporó a STC y es ahora Jese del Proyecto de la Central Tandem PCM.

Aplicación de los sistemas basados en ordenador para comunicaciones, en la divulgación y tratamiento de noticias

Las agencias de prensa deben recibir, editar y transmitir noticas rápidamente cambiantes, con prioridades tambien rápidamente cambiantes. Para realizar este trabajo están usando sistemas de conmutación de mensajes basados en ordenador del tipo de almacenar y reenviar, con la adición de características especiales ajustadas a las demandas de las modernas técnicas periodísticas.

J. J. SHARP Standard Telephones and Cables Limited, Londres

Introducción

El uso de los ordenadores en el campo de la información, concentración de noticias y distribución, en una agencia de prensa representa una consecuencia natural del desarrollo y puesta en práctica de los sistemas de conmutación de mensajes del tipo "store and forward", durante la última década. Una vez que los principios han sido justificados por la práctica, la rápida manipulación de los mensajes mientras están en tránsito o en la máquina del despacho de la agencia, tiene una atracción irresistible para los periodistas. La demanda está creciendo continuamente a medida que la disponibilidad económica de grandes bancos de almacenamiento se van conjugando con la cada vez mayor flexibilidad de los dispositivos de representación con tubos de rayos catódicos.

Se relacionan aquí los dispositivos standard disponibles en los sistemas de conmutación de mensajes con los requisitos especiales de los servicios de prensa tal como han ido apareciendo en los últimos años. Esta relación se explicará en detalle por la discusión de los problemas particulares, y sus soluciones, respecto a los sistemas desarrollados para Reuters, Londres; United Press, Londres y Hong Kong; BBC, Londres, un sistema actualmente en diseño para Deutsche Presse Agenteur (DPA), Hamburgo y otras. Como conclusión serán discutidos algunos posibles aspectos para el futuro.

Técnica

Los sistemas de conmutación de mensajes que constituyen la base de las máquinas de las agencias de prensa llevan a cabo su labor por el método de trabajo "store and forward" (Fig. 1). Esencialmente este método comprende algun dispositivo que absorbe el tráfico de una serie de entradas, un almacenamiento temporal, un dispositivo de análisis y otro de salida. Normalmente, el tráfico de entrada está constituido por datos a velocidad telegráfica procedentes de teleimpresores remotos o locales a través de circuitos alquilados privados. El dispositivo de entrada analiza la secuencia de tiempo de las inversiones de polaridad de la línea de entrada, con ellas forma caracteres y almacena éstos en una memoria temporal. Al mismo tiempo se encarga de detectar condiciones anómalas en las entradas, como por ejemplo, condiciones "todo espacios", señal de fin de mensaje sin recibir, etcétera. El almacenamiento real puede ser temporal o a largo plazo. Los sistemas modernos típicos pueden tener tres o cuatro niveles de almacenamiento.

El primer nivel de almacenamiento es en memoria de ferritas de alta velocidad. Aquí, los mensajes son transformados en bloques para ser transferidos así más económicamente a un segundo nivel. En muchos sistemas este almacenamiento de segundo nivel será una memoria rotatoria de cabeza fija capaz de almacenar hasta dos millones de caracteres que son suficientes para todos los mensajes en tránsito a almacenar. A menudo sucede, sin embargo, que se requiere el reenvío de mensajes de fechas atrasadas. Por este motivo estará presente un tercero o cuarto nivel en la forma de archivo de discos recambiables (que almacenan hasta 20 millones de caracteres o más con cortos tiempos de acceso), o cintas magnéticas que suministran un almacenamiento virtualmente ilimitado a expensas del tiempo de acceso y de una intervención manual.

Mientras un mensaje está retenido en el almacenamiento de tránsito, se realiza por el ordenador un análisis de su formato (que ha de estar predeterminado). Como resultado de este análisis, se origina una estructura de colas de mensajes para cada canal de salida. Estas colas son una especie de etiqueta que indica dónde esta almacenado el mensaje. Esto proporciona economía de almacenamiento cuando se requieren retransmisiones múltiples. Los circuitos de salida toman bloques de caracteres de la memoria y les convierten en cambios de polaridad en las líneas de salida.

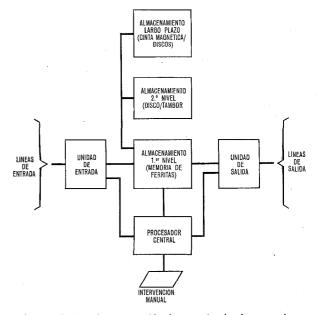


Fig. 1 Técnicas de conmutación de mensajes de almacenamiento y reenvío.

Del mismo modo que con estas funciones básicas, el sistema opera con circuitos públicos telex (telegrafía por conmutación de líneas) cuando las líneas privadas directas no son económicas. La seguridad del sistema es importante y el diseñador intenta asegurar que no se pierda ningun mensaje en el sistema, incluso en condiciones de avería. A menudo los sistemas son duplicados para alcanzar periodos de tiempo medio entre averías de unos 10 años.

La respuesta rápida, precisa y de fácil manipulación del almacenamiento, así como la seguridad del sistema, satisfacen, en parte, los requisitos básicos de los sistemas de prensa, mientras que la disponibilidad de potentes ordenadores permiten las facilidades extra que estos sistemas requieren y que normalmente se realizan por una programación especial.

Estos aspectos caen dentro de cuatro principales categorías: redacción, central del tráfico del sistema, recuperación y otras relacionadas especialmente con las características de las líneas de conexión.

Redacción por el ordenador

Tal como podía esperarse en sistemas de noticias, la redacción es la función principal que se relaciona con el análisis, concatenación y síntesis de relatos. Incluve además control en el orden de transmisión de las noticias. En la mayoría de los sistemas de agencias, el tráfico automático de tránsito es mínimo y está relacionado principalmente con mensajes de servicio entre corresponsales y otros empleados de la agencia. Una excepción a esto podría ser los boletines de noticias preeditados, tales como resultados de deportes, cotizaciones de bolsa y parecidos, pero aparte de estos tipos de noticias todos los demás se envían a las posiciones de redacción, bien en forma de impresión (como en el sistema ADX³ actual de Reuters) o sobre terminales de representación video (como se utilizará en el sistema ADX a instalar para Deutsche Presse Agen-

Los artículos están normalmente compuestos de una serie de secciones cortas (llamadas "takes" en inglés), de unas 150 palabras, escritas de tal modo que los "takes" sucesivos amplian la información previa; así un redactor puede eliminar posteriores "takes" si piensa que el relato ha tenido suficiente amplitud. El enlace entre artículos tiene una forma especial de encabezamiento (que forma una parte determinada en el texto) conocido como "slug" en inglés. El "slug" es la herramienta fundamental para el redactor puesto que le proporciona un rápido y fácil conocimiento de las noticias y el número y la secuencia de los "takes" que contienen. La primera diferencia fundamental con los sistemas convencionales es pues la introducción de parte del texto como una clave para conseguir la recuperación de mensajes. Las claves normales de los números de secuencia de los canales de entrada y salida son desde luego disponibles todavía y serán utilizados en el sistema para las operaciones reales sobre los datos que requiera el redactor.

Normalmente, entonces, las acciones del redactor son revisar rápidamente los contenidos del almacenamiento del sistema que están preparados para ser redactados o transmitidos. Los dispositivos de presentación en los primeros sistemas eran impresores; los sistemas más modernos usarán, desde luego, terminales de representación video. Los dispositivos de presentación se usan normalmente para el "slug", el indicativo de canal de entrada, los canales por los que se va a emitir y la prioridad acordada por el redactor anterior. Algunas actividades son libres, lo cual contraviene los principios de los sistemas normales; el redactor puede cambiar la prioridad de un "take", normalmente incrementando esta prioridad porque el artículo se ha hecho más importante. Otra alternativa consiste en borrar todos o algunos de los "takes" — un proceso que lleva consigo operaciones sobre varios bloques de mensajes en el que el fin de mensaje (o "firma") tiene que ser cambiado del "take" final y colocado en el último "take" que va a ser transmitido. Una simplificación en este proceso, desde el punto de vista del programador, es que como los mensajes (o "takes") son de una longitud corta y fija, no parece que se requieran complicaciones tales como dispositivos del tipo "roll up displays" e inserciones flexibles de nuevas firmas.

Bajo el título general de redacción debe incluirse además la función de inserción de nuevos artículos en el centro y la puesta al día de boletines. A menudo un redactor auxiliar analiza varios "takes" de un artículo de más de un corresponsal y crea un nuevo artículo en la agencia. En el pasado esto se hacía perforando una cinta e introduciéndolo de la misma manera que cualquier otro mensaje. Ultimamente, se han pedido facilidades para la creación de mensajes por el sistema (en forma de creación automática del formato, etc.) Esta facilidad es similar a la que proporciona el sistema 6300 ADX** suministrado por STC en el centro de radio AFTN del aeropuerto de Shannon; sin embargo en el caso de las agencias de prensa hay requisitos para redacción extra del texto antes del despacho. Un nuevo requisito según nuestra experiencia, aunque análogo, está siendo incorporado en el sistema para Deutsche Presse Agenteur. Por ejemplo, en éste se rellenan tablas preestablecidas con resultados deportivos. Los redactores deportivos estan capacitados para introducir datos directamente dentro de estas tablas desde los terminales video enviando códigos especiales, que representan, en términos de conmutación de mensajes, una forma de mensaje de servicio hacia el sistema más que mensajes para redacción, presentación o retransmisión. De vez en cuando el redactor compone un boletín, extraido de estas tablas, para ser transmitido a los abonados.

El segundo aspecto de los sistemas controlados por ordenador para las agencias es la necesidad de controlar las colas de datos. El mecanismo actual utilizado es similar al descrito para la redacción (cambio de prioridades, borrado de mensajes, etc.) con un tercer método,

** Marca registrada del sistema ITT.

^{*} Marca registrada del sistema ITT

[&]quot; Un tipo de representación en el que la última información aparece al final del tubo de rayos catódicos mientras la información redundante desaparece por la superior.

del que disponen los grandes sistemas, donde incluso los mensajes activos (es decir, aquellos que todavía esperan transmisión) pueden ser confinados en una memoria especial dejando solamente una referencia de encaminamiento en la cola de salida. Esto se hace normalmente utilizando físicamente una memoria, cinta o disco, que está previsto para la recuperación a largo plazo o archivo de noticias. Las complicaciones aumentan, como era de esperar, cuando el redactor desea revisar el contenido de la cola de salida. En este caso los "slugs" son retenidos en el índice activo del almacén de trabajo y solamente en el caso de una total revisión de un mensaje será recuperada de la memoria auxiliar. Esta facilidad reduce el número de accesos que se requieren a la memoria auxiliar, que a menudo son un elemento limitador para el diseño del sistema.

A fin de que el supervisor del sistema pueda llevar a cabo su función de control de colas, se pueden realizar, por demanda, estadísticas especiales. El principal caso es una revisión general de ocupación de la memoria a intervalos regularmente frecuentes. Generalmente, en los sistemas de conmutación de mensajes la memoria de trabajo raramente ocupa más del 40 % de la disponible; en los sistemas de agencias, sin embargo, que tienen almacenamiento para boletines, compromisos para mantener las salidas ocupadas por razones comerciales, u otros, hacen funcionar a menudo el sistema a una ocupación del 80 %. En estas circunstancias, el control del almacenamiento no puede confiarse enteramente a la máquina y se requiere un sistema hombre/máquina. Para operar así, el supervisor (el hombre de la coparticipación) dispone de las herramientas ya descritas. La información con que trabaja aparte de las cifras de ocupación general, incluye listas de colas para cada línea dando "slug", indicativo del canal de entrada y prioridad asignada. Un factor a investigar normalmente, es la longitud de cola de cada canal, dando el número de espera en cada nivel de prioridad. Esto podría dar una guía más útil al supervisor en su supervisión general del sistema. En sistemas muy ocupados, sin embargo, esta asignación debe ser hecha para la carga del procesador con la manipulación y cálculo que implican estas estadísticas de supervisión.

La búsqueda de noticias en la memoria a largo plazo puede hacerse por varias razones. El almacén, por ejemplo, puede contener desde alrededor de seis horas de tráfico, en los sistemas pequeños, hasta veinticuatro horas o más en los grandes. Otra razón que ha sido ya tratada es cuando el tráfico activo ha sido transferido al almacén y donde la recuperación se controla totalmente por las tablas creadas en el sistema cuando se almacena tal tráfico. Las recuperaciones a reenviar se requieren a veces en bloque cuando se han perdido varios mensajes. Cuando se requiere esta recuperación, el indicativo de la línea de salida es el elemento más valioso para el archivo. En algunos sistemas de conmutación de mensajes con estas recuperaciones por el indicativo de la línea de entrada, los reenvíos son normalmente manejados por el supervisor utilizando una rutina normal. Esto es, evidentemente, un proceso largo que supone la búsqueda manual de muchas

tablas, así pues en los sistemas de noticias, en los que el tiempo es fundamental, las tablas de referencia son esenciales. Desde luego, se aplican las precauciones normales para asegurar que el tráfico de reenvío solo vaya al lugar requerido.

Necesidades especiales para trabajos de prensa

Entre las más importantes facilidades especiales que se requieren para los sistemas de agencias de noticias son particularmente importantes las siguientes:

- Flexibilidad en la asignación de líneas a los abonados, debido a que éstos cambian frecuentemente y además a la gran variedad en la distribución de velocidades de línea y sus características, que varían desde 12,5 baudios (ARQ)* hasta velocidades medias de 2400 baudios, bien que con concentración de más bajas velocidades telegráficas (hasta 100 baudios). Como consecuencia existe una necesidad de hardware especial en la línea de entrada y una programación especial para facilitar la segura alteración de las tablas de líneas por personal inexperto.
- Las entradas sin formato, que presentan un flujo de tráfico casi ininterrumpido, causan tambien problemas que necesitan la segmentación artificial por el sistema.
- Los sistemas de noticias (por razones de control y legales) tienen siempre un pupitre de copia donde aparece todo el tráfico transmitido. Existe una tendencia a usar cinta magnética para esta misión, pero en la actualidad se utilizan teleimpresores que ocasionan problemas de impresión y rutas múltiples de encaminamiento común debido a tiempo de archivo y prioridad cuando suceden retrasos en el pupitre de copia.

El cumplimiento de estos requisitos puede ahora ser revisado a la luz de algunos de los diseños de sistemas actuales.

Diseño del hardware

La mayoría de las características especiales requieren la manipulación extra de datos y su transferencia hacia y desde distintos niveles de almacenamiento, no solo de índices, tales como el "slug" de línea, sino de mensajes completos. En el diseño para la realización de tales sistemas, por tanto, debe tenerse particular cuidado con el problema de la transferencia de almacenamiento y los métodos a utilizar para el enlace de programas. A pesar de estos requisitos, por motivos económicos, es necesario utilizar solamente la cantidad mínima de memoria de ferritas de alta velocidad, que es muy cara. Esto implica que la mayoría de los programas a utilizar están almacenados en la memoria de trabajo y se transfieren a la memoria de ferritas sólo cuando se necesita. La figura 2 muestra el diagrama de almacenamiento de un sistema típico. De esto puede verse que unas 80.000 palabras están situadas en el disco de cabeza fija para programas y tablas y otras 16.000 más para una copia de seguridad

^{*} Petición automática de repetición

del programa de núcleos de ferrita. El verdadero almacén principal para las 80.000 instrucciones es el área buffer del disco y los programas se recuperan en bloques de hasta 1.028 palabras. De esto resulta una considerable carga de transferencia del disco para los programas pero es una consecuencia directa de la complejidad del programa. Como comparación, aun los programas de los sistemas de conmutación de mensajes más elaborados no exceden de unas 50.000 palabras, comparados con las casi 100.000 de este sistema (que representa, sin embargo, una agencia de servicio regularmente grande).

En un sistema típico, con un ciclo de procesador menor de 1 microsegundo, el tiempo empleado para completar acciones representadas por 1.000 palabras de programa es, normalmente, menor de 2 milisegundos. Esto hay que compararlo con un ciclo de revolución del almacén de trabajo de 35 milisegundos por lo que, para asegurar un flujo de trabajo permanente hacia el procesador, se utiliza un sistema de optimización por el cual el ordenador revisa la cola de la transferencia deseada siempre que acaba una transferencia, compara ésta con la posición física del disco e inicia la siguiente transferencia posible. Muchas de las transferencias de datos son tan cortas como 16 palabras y de este modo pueden ser conseguidas alrededor de 10 transferencias, como promedio en una revolución.

Este proceso de optimización es de interés por una segunda razón, en el sentido que aclara el uso del sistema de interrupción de la máquina. Los programas en el sistema ADX están todos situados con niveles de prioridad y un sistema operativo en tiempo real (RTOS) es el responsable de verificar el comportamiento de todas las funciones de la máquina manipulando las facilidades de enmascaramiento de las interrupciones. Las interrupciones de los sistemas de conmutación de STC pueden tomar dos formas básicas. La primera es la familiar interrupción de hardware que, típicamente, está originada por un periférico cuando ha completado una función; la segunda, menos común, es una interrupción por software. En ésta, un programa puede realizar un corte en el sistema de interrupción de la máquina pidiendo la iniciación de un programa posterior, sin embargo, debido al uso del sistema de interrupción más que a un simple enlace, el RTOS tiene la oportunidad de alterar el orden en que las funciones se realizan y puede así mejorarse el comportamiento de la màquina en su conjunto.

El optimizador de disco hace uso de ambos mecanismos. Al final de una transferencia sucede una interrupción hardware, la cual, con alta prioridad, origina la entrada de un programa de iniciación de la siguiente transferencia pre-procesada. Este programa actúa solo durante unos 15 microsegundos y se acaba colocando una interrupción software para un programa de menor prioridad. En su debido orden los niveles de prioridad de las interrupciones caen hasta el punto en que entra este programa y éste procesa entonces la siguiente transferencia que va a tener lugar, revisando la posición física del disco al final de la presente trans-

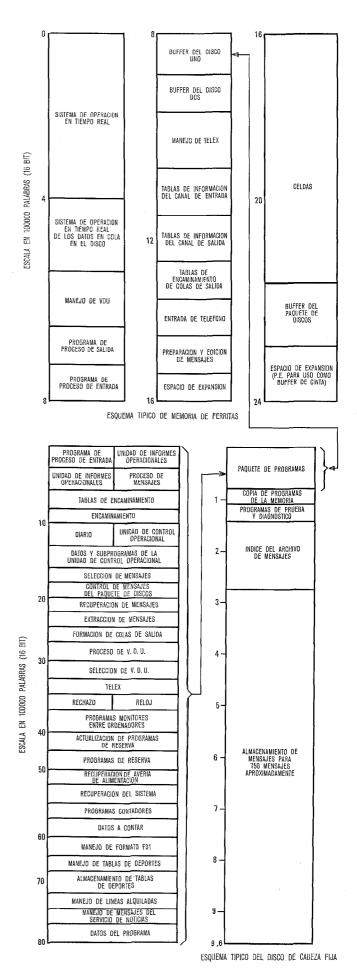


Fig. 2 Mapa de almacenamiento de trabajo y memoria.

ferencia y las transferencias en cola. Este programa puede durar hasta 100 microsegundos. La facilidad de interrupción software de la máquina se utiliza entonces para pasar a trabajos cortos realmente de alta prioridad, y más largos, pero menos urgentes, requisitos de proceso. Esta filosofía se extiende al conjunto del paquete de programas. Los gráficos de almacenamiento de la figura 2 muestran las partes del programa de alta prioridad que están permanentemente en memoria de ferritas y los menos urgentes, programas principalmente orientados al proceso, alojados sobre la memoria de disco de cabeza fija. El resultado es que el comportamiento del ordenador, en términos del número de funciones manejadas de forma simultánea, se mejora enormemente.

Aplicaciones

Una de las primeras aplicaciones de esta filosofía fue el sistema 6350 ADX[®] suministrado a la "British Broadcasting Corporation" para conmutación de mensajes hace algunos años. Recientemente se ha añadido una facilidad a este sistema que le permite actuar como un concentrador para el tráfico de agencias de noticias. De hecho es una aplicación trivial, pero el resultado es un considerable ahorro en espacio y personal. El sistema recibe nueve entradas a 50 baudios desde agencias, estaciones de radio, etc. (algunas en "formato libre", es decir, sin formato a excepción de cortes ocasionales en la transmisión) y se cambia su velocidad a 110 baudios, concentrándoles en 3 teleimpresores. Los mensajes son así almacenados en los archivos princi-

pales del sistema y están en disposición de poder ser recuperados si se necesita. Esta facilidad adicional representa una gran cantidad extra de programación, principalmente debida al formato libre, pero debido a la estructura básica de los programas ha sido posible introducir los cambios necesarios con pocas dificultades, lo único que se necesitó fueron las entradas importantes a la estructura de interrupción del software.

Un sistema anterior, que de hecho suministra parte del tráfico al sistema previo, es el sistema 6300 ADX instalado por STC para Reuters, Londres, en 1968 (véase Fig. 3). Esta máquina, más sencilla y pequeña, muestra uno de los principales problemas del trabajo de las agencias de prensa y se ofrecen elaboradas posibilidades para el control de colas y almacenamiento de mensajes. En el diseño de este sistema se deseaba el poder separar las decisiones operativas de colas de las alteraciones reales, ya que eran controladas semiindependientemente dos clases de tráfico. Por ello dos redactores disponen de equipo para control de colas, si bien los cambios efectivos son realizados por el supervisor del sistema. El equipo de los redactores, que en este caso son teleimpresores, da una información regular, cada cinco minutos, del mensaje que lleva más tiempo en la memoria de trabajo (tambor) y en la memoria de archivo (cinta magnética). Da, además, una alarma del estado de las colas que exceden un determinado nivel. Si parece inminente una situación difícil, se puede pedir un detallado informe de cada cola individual que da la prioridad, la designación del canal de entrada y el "slug". Sobre la base de esta información el redactor pide al supervisor que

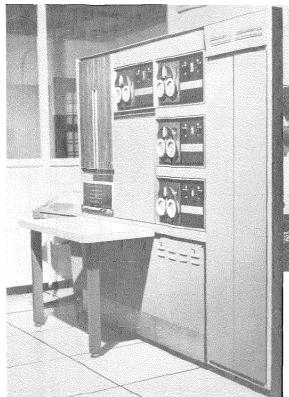


Fig. 3 Reuters de Londres es ejemplo típico de gran agencia de prensa. Se ha puesto orden en este aparente caos con equipo muy elaborado como el 6300 ADX que se ve a la izquierda.

^{*} Marca registrada del sistema ITT

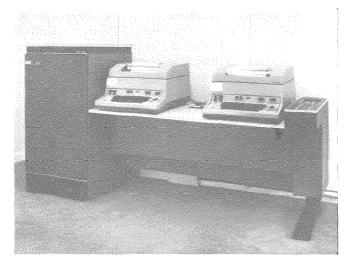


Fig. 4 Sistema 600 ADX instalado en Reuters, Londres.

Las facilidades que posee el supervisor le permiten tachar registros individuales, retener el tráfico de poca prioridad, dirigir el tráfico de baja prioridad hacia la memoria de archivo y quitar la parte almacenada en una cola dual. Se ha encontrado que utilizando estas posibilidades, redactores y supervisores expertos pueden trabajar con la memoria hasta con un 80 a 90 por ciento de su capacidad máxima, aun en los períodos de alta actividad. Esto es realmente una proeza ya que algunas de las decisiones inherentes a estos ordenes afectan a otros aspectos del sistema, particularmente cuando los datos almacenados sobre la cinta magnética reducen la disponibilidad de ésta para recuperaciones por causa de los conflictos entre la necesidad de escribir y leer sobre la misma cinta. En diseños más recientes se acopla una memoria de trabajo mayor y a menudo esta memoria es tambien "dispack" * de tal modo que la gran capacidad de carga sea llevada a cabo con mucha menor necesidad de acción urgente por parte de los usuarios del sistema.

Desde que fue instalado el último sistema descrito, se han mejorado enormemente en comportamiento ordenadores similares y pueden conseguirse altos rendimientos con mucho menor coste de los sistemas. En el último año STC ha instalado cuatro de sus sistemas 600 ADX** (Fig. 4) en Reuters, Londres, Argus Newspapers, Johannesburgo y para United Press (en Londres y Hong Kong). El primero de éstos maneja todo el tráfico de conmutación de mensajes directo como auxiliar del sistema editorial antes descrito. El resto actúan como concentradores y máquinas deistribuidoras de noticias, manejando las necesidades de encaminamiento múltiple de las agencias. Tambien aquí se han añadido facilidades extra al paquete básico de conmutación de mensajes para suministrar trabajo de interrupción para el tráfico de alta prioridad, dispersión de selección múltiple en líneas de salida, fecha de registro de mensajes v realización de estadísticas. Los problemas con que se han enfrentado aquí los programadores han sido esen-

* Paquetes de discos comercialmente disponibles para reemplazar

** Marca registrada del sistema ITT

cialmente de ocupación causada por el incremento en el número de interrupciones y las cargas extra de proceso. La mayoría de ellos han sido resueltos por una reevaluación de la cadena anterior de interrupciones y en algunos casos cortando programas largos en varios cortos uniéndoles por interrupciones software dentro del RTOS.

Un nuevo y muy amplio sistema está actualmente diseñándose para Deutsche Presse Agenteur, Hamburgo, (Fig. 5) que utilizará la gran experiencia obtenida en los anteriores sistemas descritos, pero que además extenderá el uso de estos sistemas a nuevos campos. La mayor novedad en este sistema es el gran uso de unidades de representación visual (VDU). No solamente serán utilizadas éstas para control de colas y del sistema, de modo similar a los antes descritos, sino que además los corresponsales tendrán posibilidad de telefonear sus artículos a los operadores de VDU, que tomarán nota de ellos, los releerán, redactarán y meterán directamente en el sistema para su distribución. Estos operadores insertarán grupos de códigos de encaminamiento y la máquina producirá automáticamente los mensajes

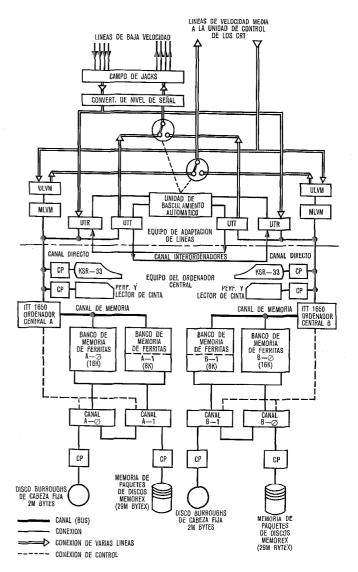


Fig. 5 Diagrama de bloque del sistema 6400 ADX para una agencia de prensa.

en el formato correcto. Si hay dudas, los mensajes pueden ser enviados entonces desde la posición normal VDU a una posición VDU especial, donde un operador más especializado pueda resolver el problema.

El sistema tiene 6 niveles de prioridad, uno de los cuales es del tipo de interrupción. La prioridad decide el orden de transmisión del mensaje. Un alto grado de prioridad significará que se ha de transmitir antes que otros del grado inferior aun cuando el mensaje de nivel inferior fuese recibido antes. Los grados de prioridad tienen nombres tales como: flash, alta prioridad, prioridad, diferido, etc. Así la operación de tránsito está unida con la prioridad y con las líneas de entrada y salida. Una complicación es que en muchos casos se requiere cambio de velocidad. El tráfico con prioridad de interrupción siempre corta el programa, aun cuando se requiera un cambio de menor a mayor velocidad, y la salida vaya desfasada. El tráfico con prioridad preferente es retransmitido tan pronto como el encabezamiento es decodificado y las velocidades de las líneas de entrada y salida se igualan. En todos los demás casos se difiere la retransmisión. Este esquema, aunque complica la programación, asegura una competencia consciente de tiempo entre agencias a las que las noticias de Deutsche Presse Agenteur suministra en el plazo más corto posible.

Una posibilidad nueva además es la tabulación directa de noticias para boletines. Los corresponsales pueden enviar mensajes a los redactores deportivos, que manejan la memoria del sistema directamente. De este modo el tiempo de redacción se acorta y los boletines son puestos al día más rápidamente. Así son generados mensajes de salida automática de estas tablas de boletines para alcanzar ediciones especiales de los periódicos bajo pedido de los abonados.

Este tipo de facilidad es solo un pequeño paso en el camino hacia un banco de noticias al que tendrán nuevo acceso los abonados de una agencia. Los sistemas discutidos son solo un posible desarrollo del negocio de las agencias, reemplazando, en cierta medida, la corriente actual de noticias por una solución más selectiva. A medida que las grandes memorias se abaraten, se espera que estas sugerencias sean de mayor interés, particularmente para casos tales como artículos notables, artículos de fondo y necrológicos.

Conclusiones

Puede verse así que a medida que los ordenadores se hacen más rápidos, se puede disponer de nuevas técnicas de programación y hardware y se hace posible el uso de un grande, rápido y aleatorio acceso a la memoria de los sistemas, los usuarios de industrias como los de distribución de noticias encontrarán cada vez más problemas que pedirán resolver a los ingenieros de sistemas. El gran crecimiento de la información de todo tipo continuará como hasta el presente proporcionando al tecnólogo fuerte demanda durante largo tiempo.

John J. Sharp nacido en 1930, fue educado en la Manchester Grammar School y en la Universidad de Manchester, donde se graduó con honores en Física, especializándose en Electrónica. Despues de una corta comisión de servicio en la Rama Técnica de la Royal Air Force, pasó a la British Tabulating Machine Company (que más tarde se convertiría en ICL) y fue responsable de todo el desarrollo de sistemas de registro en cinta magnética. En 1959 pasó a los Laboratorios Britanicos de IBM como Jefe de Diseño de Sistemas y trabajó en el desarrollo de varios sistemas de proceso y digitales. Tres años despues pasó a Elliott Automation como Director Técnico, y más tarde llegaría a ser Director de División. Pasó a ITT en 1966 como Jefe de Análisis de Sistemas en la Data Equipment and Systems Division de STC, Ltd., donde es actualmente Director Técnico. Mr. Sharp es miembro de la British Computer Society.

Sistema de guía para la navegación aérea por exploración Doppler, de STL

El advenimiento del despegue vertical y el despegue y aterrizaje cortos de aeronaves requiere ayudas de aterrizaje más exactas y flexibles que las actuales. Un nuevo sistema Doppler experimental desarrollado en STL proporciona guía en elevación en un amplio margen de pendientes de descenso, y guía azimutal en un amplio sector. Tiene otras ventajas especiales y en particular se integra fácilmente con otras ayudas a la navegación.

C. W. EARP
F. G. OVERBURY
P. SOTHCOTT
Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Reino Unido

Preámbulo histórico

El sistema que aquí se describe es el resultado de más de 30 años de trabajo, virtualmente ininterrumpido, realizado por ITT en técnicas de antenas conmutadas que datan desde el trabajo del Dr. H. G. Busignies, anterior a 1942, sobre un sistema lineal de antenas a lo largo del cual se conmutaba una fuente de energía RF. Tal conjunto produce, utilizando palabras de su patente en USA de 12 de abril de 1943, "una onda transmitida caracterizada por tener un espectro de frecuencias de forma tal que las frecuencias varían con las diferentes direcciones de propagación" [1]. Esta descripción y muchos de los restantes detalles de su invención, son igualmente descriptivos del sistema que discutiremos en el presente artículo. Los trabajos posteriores de ITT en este campo se concentraron principalmente en sistemas circulares de gran diámetro para radiogoniómetros y radiofaros omnidireccionales. Estos incluyen la gama de radiogoniómetros de conmutación de VHF y UHF de Standard Telephones and Cables del Reino Unido [2] y [3] y su pariente próximo, el DDF 1, verdadero radiogoniómetro de VHF Doppler, [4]. Todos éstos son derivaciones de una patente, [5], debida al Sr. C. E. Strong y al Sr. C. W. Earp, coautor de este artículo, que contiene la primera base clara de la relación entre la abertura o distancia eléctrica entre extremos de la antena de un sistema de ayuda a la navegación y sus propiedades de supresión del error de ubicación. Este trabajo fué realizado más tarde en paralelo por Standard Elektrik Lorenz (Alemania), inicialmente en un radiogoniómetro similar de antena conmutada, [6], pero luego el trabajo se concentró en su radiofaro análogo, el Doppler VOR [7]. El último incluye contribuciones sustanciales de STC y, de hecho, la historia reciente de tales sistemas en ITT está marcada por un alto grado de intercambio estimulante de información entre las ramas inglesa y alemana de la Compañía, en particular entre nuestro coautor, Sr. Earp y el Prof. E. Kramer, de SEL, que son partidarios entusiastas de las técnicas de antena conmutada y de la guía de alta precisión, en general. El presente trabajo se deriva también de una considerable experiencia sobre sistemas de guía y aterrizaje de aeronaves acumulada por STC y SEL (en el último caso se remonta a más de 60 años), así como por otras compañías de ITT (las Refs. [8] y [9] describen parte de este trabajo), que ha incluído recientemente un considerable estudio de sistemas de alta precisión.

Un resultado de esto fué la sugerencia [10] y [11] de que existía una teoría básica de ayudas a la navegación exactamente análoga a la teoría de la información. Fué sobre la base de estas ideas como se decidió aplicar las técnicas de los sistemas de antenas lineales conmutados a los problemas planteados por la especificación de un sistema de guía de aterrizaje de exploración con microondas, surgida del Comité Especial 117 de la Comisión Técnica de Radio para la Aeronáutica. Los sistemas descritos en el presente artículo están fuertemente polarizados hacia estos problemas (y otros afines) pero la técnica general tiene clara aplicación a un campo mucho más amplio de la guía por radio de alta precisión.

Introducción

El sistema de ayuda de aterrizaje de aeronaves, internacionalmente aceptado, que proporciona una guía azimutal y en elevación es el sistema de aterrizaje instrumental (ILS, del inglés Instrumental Landing System) que ha sido objeto de continuos desarrollos durante muchos años. Sin embargo, este sistema tiene limitaciones, estando sujeto a ciertos errores debidos al lugar de su emplazamiento que no pueden reducirse sustancialmente sin un cambio fundamental en el diseño del sistema. Además, no puede cumplir la creciente demanda de mayor ángulo de cubrimiento ya que su guía limitada a un determinado ángulo de descenso (ordinariamente de unos 2,5 grados) y a un determinado azimut (ordinariamente a lo largo de la línea central de rumbo). Las aeronaves de tipo no convencional tales como helicópteros y aviones VTOL y STOL, que pueden aterrizar en espacios pequeños y no regulares, requieren un sistema de guía no convencional, por ejemplo, pueden necesitar un ángulo de descenso mucho más alto, con una guía azimutal sobre un sector relativamente

Durante algún tiempo, se ha sentido esta necesidad de una nueva forma de sistema de aterrizaje y actualmente se están preparando especificaciones tanto por las autoridades civiles como por las militares. Así por ejemplo, la Comisión Técnica de Radio para Aeronáutica (RTCA), que ha estado estudiando este problema a través del Comité Especial, SC 117, describe un sistema, en su informe final, [13] que ha de permitir:

- a) Funcionar con precisión en lugares impropios para el ILS convencional.
- b) La nave podrá seguir cualquier camino de descenso desde menos de 2° hasta 20° por lo menos.

- c) Proveer una guía azimutal precisa, preferiblemente a todo su alrededor, pero al menos, sobre un sector de anchura $\pm 60^{\circ}$.
- d) Utilizar un sistema de antena tan pequeño como sea posible, tanto para reducir el peligro de que sea un obstáculo, como para permitir su fácil transporte (en operaciones militares).

Esta especificación constituirá una base para la preparación de la especificación de la OACI de un nuevo sistema de ayuda de aterrizaje para aeronaves civiles: ésta, sin duda, diferirá en muchos aspectos de la especificación de la RTCA, pero se cree, sin embargo, que ambas tendrán una semejanza general bastante acusada.

Puede demostrarse que tales especificaciones no pueden cumplirse mediante la "señal en el espacio" del ILS convencional. Aunque puede ser posible una compatibilidad parcial con el sistema ILS convencional, lo que supone obvias ventajas económicas, una desviación completa de la práctica seguida normalmente para el nuevo sistema de ayuda de aterrizaje puede proporcionar útiles derivaciones que permitan específicamente su integración con otros sistemas de ayuda a la navegación. Por ejemplo, el sistema VOR convencional que da a los pilotos sus marcaciones con respecto a un radiofaro omnidireccional, funciona sobre un principio totalmente diferente al ILS. Sin embargo, también está relacionado con la definición de ángulos y podría en principio, haber utilizado técnicas similares.

Idealmente, pues, las técnicas utilizadas en el diseño de un nuevo sistema de ayuda al aterrizaje deben poderse aplicar a otros problemas de navegación. El desarrollo del sistema de guía por exploración Doppler de STL, que es el objeto de este artículo, ha sido acometido desde ese punto de vista y es uno de los dos sistemas seleccionados por el Comité Especial, SC 117, de RTCA para ulterior evaluación. Sus características pueden resumirse de la manera siguiente:

- puede suministrar varios servicios de navegación, utilizando las mismas técnicas e idénticos módulos para cada uno;
- una instalación receptora de a bordo con un alto grado de características comunes de los circuitos de proceso de la señal, para todos los servicios;
- funcionamiento virtualmente inafectado por rocío;
- uso de componentes totalmente de estado sólido y de técnicas digitales;
- necesita solamente estructuras de antena receptora simples y pequeñas;
- proporciona guía, en azimut y en elevación, sobre amplios sectores;
- funciona satisfactoriamente en lugares muy desfavorables (según normas convencionales del sistema ILS);
- puede utilizar sistemas de antena pequeños y fácilmente transportables;
- permite el multiplaje de las diversas facilidades en un canal de RF;
- puede proveer la facilidad de un equipo de medida de distancia (DM2) de corto alcance suficiente-

- mente preciso para guiar el rumbo después del aterrizaje;
- permite superponer de manera sencilla un enlace de datos tierra-aire.

El principio en que se funda puede aplicarse a otros problemas de navegación, por ejemplo, para proporcionar guía omnidireccional (análoga al VOR) en azimut solamente, o, mediante la adición de otros sistemas de antena, sobre la totalidad de un hemisferio. También puede aplicarse a la guía de barcos.

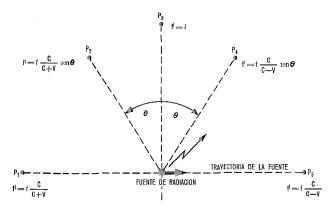
En la descripción introductoria que sigue, entraremos en materia valiéndonos de un sistema idealizado, invocando el clásico desplazamiento Doppler inducido en un campo recibido de una simple fuente de radiación que se mueve uniformemente. Esto resulta fácilmente asimilable y es una buena aproximación, para la mayor de los propósitos, al comportamiento de un sistema práctico en el que el movimiento está simulado por la conmutación de una fuente de energía de RF a lo largo de un conjunto de radiadores fijos. Sin embargo, otros enfoques alternativos de la cuestión son válidos y pueden proporcionar una explicación más precisa del comportamiento general del sistema. Aunque quizás de concepto más difícil, pueden incluso dar explicaciones más sencillas de ciertos aspectos del comportamiento del sistema que las que se obtienen utilizando la aproximación elemental de Doppler.

Sistema básico

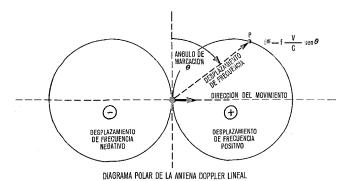
Principio fundamental

La mayor parte de los sistemas de ayuda por radio a la navegación se fundan para su funcionamiento en la marcación de una o más líneas de posición mediante alguna singularidad en un campo de radiofrecuencia. En el caso del sistema STL la singularidad consiste en la frecuencia, que se produce en la forma que se indica a continuación. La señal recibida de un radiador que emite una frecuencia constante y que está en movimiento con relación al receptor, sufre un desplazamiento Doppler: la frecuencia aumenta cuando el movimiento tiene lugar hacia el receptor y viceversa. Si el movimiento del radiador se verifica a lo largo de una trayectoria lineal, entonces la magnitud del desplazamiento depende de la posición del receptor con relación a esa trayectoria y es proporcional a la componente de la velocidad en el sentido (o en sentido contrario) del receptor (Fig. 1). Resulta, pues, que en un punto cualquiera es proporcional al seno del ángulo de marcación del punto con relación a la normal a la trayectoria. Esto es una base obvia para un sistema de ayuda a la navegación del tipo de radiofaro ya que una medida de la frecuencia aparente de la señal recibida en un punto da, inmediatamente, el seno de su ángulo de marcación. Es evidente que, en una representación tridimensional, una superficie de frecuencia constante será un cono coaxial con la trayectoria: el desplazamiento Doppler será cero en el "plano ecuatorial" de la trayectoria.

En cualquier sistema real, el desplazamiento Doppler es muy pequeño con relación a la frecuencia radiada.



PRINCIPIO DE LA ANTENA DOPPLER LINEAL



DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA, F്≭, DEBIDO AL EFECTO DOPPLER TRAZADA CON RELACION AL ANGULO DE MARCACION

Fig. 1 Antena Doppler lineal.

a) Principio de operación.

b) Diagrama polar. Desplazamiento de frecuencia f^* , debido al efecto Doppler trazada con relación al ángulo de marcación, Θ .

Resultará, por lo tanto, difícil de medir y puede quedar enmascarado por la misma deriva de la frecuencia radiada o por el movimiento del receptor (que también induce un desplazamiento Doppler). Por consiguiente se radia una segunda señal de RF procedente de una antena fija con objeto de proporcionar una referencia estable y de la misma frecuencia que la señal en movimiento. Ambas señales recibidas por la aeronave contienen, pues, los mismos componentes de "error" pero solamente el derivado de la antena en movimiento contiene el desplazamiento Doppler proporcional a la marcación. La comparación de ambas da, por tanto, la componente Doppler sola. La frecuencia de la señal de referencia está realmente ligeramente desviada de la de la señal de marcación, aunque en definitiva derivada de la misma fuenta de RF, de esta forma la frecuencia de la salida del receptor de la aeronave es la del batido entre las dos. Sin embargo, el desplazamiento Doppler ha sido transferido directamente al batido, de manera que ahora es relativamente amplio y fácil de detectar. Todas las medidas de la componente Doppler se hacen en este batido de baja frecuencia y puede deducirse la información angular mediante métodos de contadores digitales de alta precisión. Utilizando filtraje de RF pueden realizarse procesos selectivos, necesarios para el rechazo de ciertos errores.

En la práctica, el movimiento se simula conmutando una fuente de RF a lo largo de un sistema lineal de antenas fijas ya que es difícil (aunque no imposible) obtener un movimiento físico de una antena radiante a lo largo de una trayectoria lineal. La señal en el espacio es muy similar a la que proporcionaría una sola antena en movimiento, con tal que los elementos radiantes estén razonablemente próximos entre sí y que la envolvente de la señal emitida desde cada uno de ellos esté debidamente conformada.

Esta disposición básica puede ahora aplicarse como solución a un número de problemas de ayuda a la navegación. Por ejemplo, un sistema de antenas montado horizontalmente proporcionará guía azimutal de análoga manera a la de un localizador tipo ILS, pero utilizable a cualquier ángulo sobre un sector horizontal. Un sistema similar, pero vertical, proporcionará guía en elevación de modo análogo a un indicador de pendiente de descenso pero sobre un sector vertical.

Dos sistemas radiantes horizontales, montados ortogonalmente, darán componentes de seno y coseno del ángulo de marcación, formando así un radiofaro omnidireccional con cobertura a todo su alrededor. Tres conjuntos mutuamente ortogonales dará cobertura en un espacio tridimensional. Dos o más de tales combinaciones separadas, pueden dar un servicio tridimensional fijo.

La precisión aumenta con la longitud eléctrica del sistema de antenas pero consideraciones operacionales aconsejan ordinariamente sistemas de antenas mecánicamente pequeños. Por consiguiente, deberá utilizarse la frecuencia más alta posible, compatible con las limitaciones de propagación. Los trabajos experimentales se han desarrollado en la banda L, pero ahora están siendo extendidos a la banda C para cumplir un requisito específico y, si fuese necesario, podemos anticipar que no hay dificultad en extenderlos aun más, a la banda K_u, por ejemplo.

Sistema elemental

El sistema de antenas básico consta de una línea de radiadores individuales a lo largo del cual se conmuta una fuente de energía de RF. El conjunto debe ser de longitud finita y la información que se le suministra debe ser continua, de manera que cada barrido del conjunto debe ir seguido por otro, bien en el mismo sentido o en el opuesto. Aunque un barrido unidireccional tiene ciertas ventajas, la consideración del barrido bidireccional, utilizado en el sistema experimental que se describe más adelante, resulta instructivo y, por tanto, supondremos que es el utilizado aquí. La dirección de conmutación se invierte, pues, en los extremos del conjunto de forma que la fuente de radiación parece que viaja de una parte a otra a lo largo de la trayectoria lineal finita, con velocidad uniforme. Desde una antena de posición fija se radia una señal de referencia de frecuencia constante, ligeramente desviada de la de la señal conmutada.

El equipo de a bordo recibe estas dos señales, una de las cuales, la componente conmutada, ha experi-

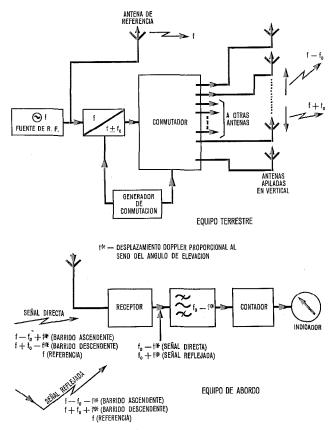


Fig. 2 Equipo básico de pendiente de descenso.

mentado desplazamiento Doppler en una cantidad que depende de la marcación de la aeronave. La salida del receptor es, pues, un tono cuya frecuencia difiere de la desviación de la señal fija en una cantidad proportional al seno del ángulo de marcación de la aeronave con relación a la normal al sistema de antenas. Esta diferencia puede medirse en un frecuencímetro determinado (por ejemplo, en un contador digital) y el resultado se representa en un medidor adecuado o se lleva a un sistema de control de vuelo.

Un conjunto lineal de esta naturaleza puede instalarse horizontalmente para servir de localizador, o verticalmente, para proporcionar una pendiente de descenso. En el último caso, mostrado en la figura 2, la situación se complica por la presencia del vuelo que, generalmente, constituye el principal obstáculo productor de errores en el campo radiado. En los sistemas ILS convencionales, el terreno puede realmente utilizarse, de forma totalmente deliberada, como parte de la estructura radiante derivándose la señal en el espacio parte de una antena elevada y otra parte de su imagen en el vuelo. Por lo tanto, para obtener buena precisión la superficie del suelo debe ser muy plana y libre de obstáculos en una considerable distancia frente a la estructura de la antena. Sin embargo, la pendiente de descenso Doppler no depende para su funcionamiento de las reflexiones en el suelo y puede, pues, utilizarse en pequeños aeropuertos, en terrenos de aterrizaje con matas, en helicopteros o en cubiertas de barcos, sitios todos ellos típicos donde cada vez se hace más necesario una ayuda de aterrizaje de alta

calidad y que no se adaptan al sistema ILS convencional. La eliminación del efecto perjudicial del suelo es muy simple, como se muestra en la siguiente discusión. Si una fuente de radiación se mueve uniformemente en sentido vertical y ascendente a lo largo de una trayectoria lineal, la señal directa recibida en un punto de su campo parece aumentar en frecuencia en una cantidad que depende de la posición angular del receptor. Sin embargo, una señal reflejada en el suelo, aparece como originada en la imagen del receptor respecto a la superficie (Fig. 3) y, por tanto, aparentamente se mueve en sentido descendente de manera que la señal reflejada se reduce en frecuencia. Supongamos que la señal que se mueve estuviese desviada f_0 de la señal de referencia, de frecuencia f, de manera que la fuente en movimiento radie la frecuencia $(f-f_0)$ cuando se mueve en sentido ascendente. La señal recibida en un punto donde el desplazamiento Doppler sea $+f^*$ aparecerá como de frecuencia $(f-f_0+f^*)$ y la salida del receptor será un batido entre las señales de referencia y de movimiento, es decir, de frecuencia $(f_0 - f^*)$. La señal recibida por reflexión en el suelo aparecerá, sin embargo, como originada en una fuente también de frecuencia $(f-f_0)$ pero con movimiento descendente, es decir, aparecerá como $(f-f_0-f^*)$, dando un batido de frecuencia $(f_0 + f^*)$. Por consiguiente, las señales deseada (directa) y no deseada (reflejada) están separadas por el doble de f* y resulta fácil la eliminación de la señal no deseada por medio de filtros.

Sin embargo, si la conmutación fuese bidireccional, el barrido descendente produciría notas de batido de frecuencias $(f_0 + f^*)$ y $(f_0 - f^*)$ para las señales deseada y reflejada en el suelo, respectivamente, de manera que la señal deseada sería rechazada y la no deseada aceptada. Esta dificultad puede eliminarse cambiando la frecuencia radiada a $(f + f_0)$ cuando la fuente se mueve en sentido descendente de forma que la nota de batido sigue siendo de frecuencia $(f_0 - f^*)$ para la señal directa y $(f_0 + f^*)$ para la señal reflejada. De esta manera, el desplazamiento Doppler del batido procedente de la señal directa tiene la misma dirección, independiente-

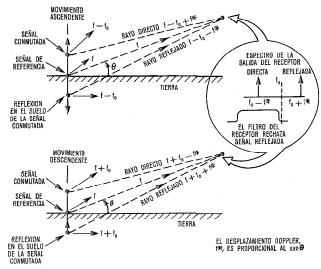


Fig. 3 Pendiente de descenso Doppler: Rechazo de las reflexiones en el

mente de que su frecuencia se mueva en sentido ascendente o descendente y el desplazamiento en la señal reflejada en el suelo, no deseada, tiene siempre dirección opuesta y puede, pues, rechazarse mediante un filtro pasabanda que acepta solamente el margen de frecuencias de batido correspondiente a la señal directa. Si se utiliza un filtro de frecuencia fija, la separación se hace menos efectiva a medida que el ángulo de elevación (y por tanto el desplazamiento Doppler) disminuye, anulándose completamente el nivel del suelo. Puede demostrarse que la capacidad de separación es función de la longitud del conjunto radiante — pueden separarse adecuadamente las dos si hay por lo menos un ciclo de desplazamiento Doppler por barrido, que corresponde a un ángulo de elevación de arc sen (1/L), donde L es la longitud del conjunto radiante en longitudes de onda.

La máxima elevación utilizable viene determinada por la separación de las antenas individuales en el conjunto: deben estar lo suficientemente próximas unas a otras para reducir al mínimo los transitarios causados por las discontinuidades de fase entre señales recibidas de radiadores próximos. Una limitación práctica es que la máxima diferencia de fase, vista por el receptor, entre muestras sucesivas, no debe exceder 120°, de manera que el máximo ángulo de elevación utilizable es arc sen (1/3 d), donde d es la separación entre elementos, en longitudes de onda. Así, con una separación de una longitud de onda, el sistema puede utilizarse hasta unos 20°, con media longitud de onda, hasta unos 45° y así sucesivamente.

El comportamiento se mejora también si la radiación se limita al sector requerido, reduciendo al mínimo la iluminación de los objetos que pueden producir errores.

Por consiguiente, las reglas básicas para el diseño de una instalación de pendiente de descenso son:

- para obtener buena precisión en ángulos bajos, utilizar un sistema de antenas eléctricamente largo;
- para funcionamiento con ángulos elevados, utilizar elementos muy próximos;
- para obtener buen comportamiento respecto a los errores de ubicación:
 - a) utilizar conjuntos radiantes largos,
 - b) limitar la radiación a los sectores de servicio.

Adoptando estos principios:

- a 1,5 GHz, un conjunto de 30 longitudes de onda, de 6 m (20 pies) de largo dará cobertura desde 2°, o menos;
- a 5 GHz, un conjunto de 60 longitudes de onda, de 3,6 m (12 pies) de largo dará cobertura desde 1° y necesitará 120 elementos para cubrir hasta 40°.

Consideraciones similares se aplican al diseño del elemento localizador que puede semejarse a un sistema de antenas de descenso colocado sobre su costado y radiando hacia adelante (y hacia atrás también, si se necesita un cubrimiento de aproximación fallida). Ya no es necesario utilizar técnicas similares para eliminar la reflexión en el suelo (que ahora procede de una fuente que se mueve en la misma dirección que el radiador real). Los efectos de las irregularidades del

terreno y las de otros obstáculos pueden eliminarse ampliamente haciendo máxima la abertura y confinando el haz radiado al sector de trabajo lo más posible.

Además de dar una referencia de frecuencia constante, la señal no conmutada, f, puede utilizarse como portadora para señales de identificación, o como simple enlace de datos tierra-aire, etc.

Naturaleza de la "señal de espacio":

Concepto de "lóbulos laterales de frecuencia"

La discusión del principio fundamental estuvo basada en un sistema ideal que utilizaba un radiador que se movía uniformemente a lo largo de una trayectoria lineal infinita y se sobreentendía que la señal en cualquier punto del espacio estaba constituída por una sola componente, es decir, una señal de RF que ha experimentado un desplazamiento en frecuencia de una magnitud que depende del ángulo de la marcación. En la presente sección modificaremos esta simple, pero ilustrativa solución, para explicar el caso real de un conjunto de elementos conmutados de longitud finita. La señal presenta un espectro complejo en lugar de una sola línea infinitamente estrecha y se demostrará que la forma de este espectro es análoga a la forma del haz de los conjuntos directivos normales, comúnmente utilizados en radar y crea problemas similares de precisión, resolución y diseño de antena. El análisis matemático completo de la estructura del espectro es intrincado y la discusión cualitativa que damos aquí debe tomarse como una aproximación que sirve para ilustrar algunos conceptos importantes y detalles de diseño. Guarda relación con la salida demodulada procedente del receptor, es decir, con la naturaleza del batido entre las componentes de referencia y conmutada, más bien que con la señal misma de RF en el espacio. Esto evita complicaciones procedentes de la alternación relativa de frecuencia, necesaria, en ciertas configuraciones, para eliminar las señales no deseadas (sección anterior). Supone también barrido bidireccional.

El factor principal que gobierna el espectro recibido, es la longitud finita del sistema de antenas. Para un barrido único, sin repetición, unidireccional (con un nivel constante de emisión procedente del "radiador en movimiento") la señal, en un punto muy distante, semejará la recibida desde una simple antena fija que radia una emisión no repetida de señal con envolvente rectangular. Tendrá, pues, un espectro continuo que regirá la ley $\frac{\text{sen }x}{x}$, pero, a diferencia de la señal radiada por una antena fija, el espectro estará simétricamente centrado en una frecuencia desplazada de la frecuencia radiada en una cantidad que depende de la marcación (sección anterior). Cada barrido debe ser

seguido por otro, para proporcionar continua informa-

ción de marcación y aunque ésta puede medirse en cada barrido unidireccional (como es práctica común

en otros sistemas), por simplicidad de medida en el

receptor, es preferible extender la medida sobre un

amplio número de barridos adyacentes en el tiempo.

La señal producida en el receptor, consiste, pues, en

una sucesión continua de paquetes discretos a la frecuencia de barrido, F, por ejemplo. El espectro recibido resultante va no es, pues, continuo sino que consta de una serie de líneas separadas por F. Si todos los barridos fuesen idénticos, la amplitud de cualquier línea espectral particular dependería de la magnitud del transitorio de fase de la señal en la unión entre barridos adyacentes que, a su vez, dependería no solamente de la relación de fase entre la envolvente del batido y el ciclo del barrido, sino también del ángulo desde el que se observa la señal. Ciertas líneas pueden estar en un máximo y otras pueden reducirse e incluso cancelarse unas con otras, pero los máximos seguirán la misma ley $\frac{\text{sen } x}{x}$ que la del espectro continuo de un barrido único no repetido. Pueden ocurrir ciertas condiciones únicas, por ejemplo, cuando las relaciones de fase y el ángulo de observación son tales que permitan a las contribuciones de los sucesivos barridos combinarse de tal manera que formen una sinusoide continua. En estas condiciones, todas las líneas se cancelarán, salvo una; aquélla de la frecuencia correspondiente a la dirección de observación.

El batido demodulado procedente de un sistema de barridos idénticos sucesivos puede considerarse como la combinación de las formas de onda de barrido hacia adelante y hacia atrás. Como cada una de éstas representa una onda portadora que se crea o se corta repetidamente durante intervalos de tiempo iguales, el espectro de cada una es una serie de líneas que forman una envolvente $\frac{\text{sen } x}{x}$. Las dos son idénticas, si no se considera la fase. Con objeto de evitar una basta granulación (ver métodos de detección y granularidad) en la representación de la marcación, se hacen exploraciones o barridos sucesivos no idénticos variando ciclicamente la fase de partida de barrido a barrido, a lo largo de todos los valores posibles. Este proceso, en efecto, hace girar lentamente la fase relativa de todos los componentes en el espectro de barrido directo e inverso, lo que es equivalente a imponer una modulación equilibrada en cada línea espectral que la divide en dos componentes separadas el doble de la frecuencia de digitación (ver sección citada). Cada línea es, por tanto, un doblete.

La figura 4 a muestra esta distribución para el caso en que el ángulo de marcación es igual a 0 grados y para un sistema de antenas en el que la frecuencia desviada es un múltiplo exacto de la velocidad de barrido. Aquí no existe efecto Doppler, de manera que la distribución está centrada en la frecuencia radiada. La figura 4b muestra el espectro para una marcación ligeramente desplazada. Aunque las líneas espectrales ocurren a las mismas frecuencias, su envolvente ha sido desplazada en una cantidad proporcional a la marcación. Esto significa que, en un punto cualquiera del espacio, podrá no haber energía alguna de RF a la frecuencia correspondiente a la marcación en ese punto; el pico y centroide de la envolvente espectral ocurrirán, sin embargo, todavía a esta frecuencia. Por consiguiente, la instrumentación del receptor debe detectar el centroide del espectro con el cual está representado. Con tales detectores, cualquier efecto escalón resultante de la captura de componentes espectrales individuales en condiciones especiales de fase, resulta insignificante. Es de evidente importancia, sin embargo, que el filtraje introducido en el camino de la señal no debe desequilibrar el espectro, factor importante a tener en cuenta en el diseño para pequeños ángulos de elevación.

La deducción empírica anterior y el análisis más formal [3], demuestran que la característica de amplitud/frecuencia de un sistema de antenas Doppler tiene la misma forma que la característica de amplitud/ángulo (es decir, el diagrama polar convencional de radiación) de una abertura lineal similar, uniformemente excitada. En el último caso, debemos considerar la porción central de la distribución como el lóbulo principal del haz (y definir su anchura por la separación de los puntos 3 dB, por ejemplo) y consideraremos como lóbulos laterales las porciones separadas del centro. El comportamiento de un sistema "convencional" (por ejemplo, un radar o cualquier otro sistema de definición de ángulo) que utilice semejante diagrama de radiación en el dominio de amplitud/tiempo y que se base en medidas de amplitud se verá afectado evidentemente por la forma del haz y deberá dedicar un considerable esfuerzo a su optimización. Debemos, pues, sospechar que el com-

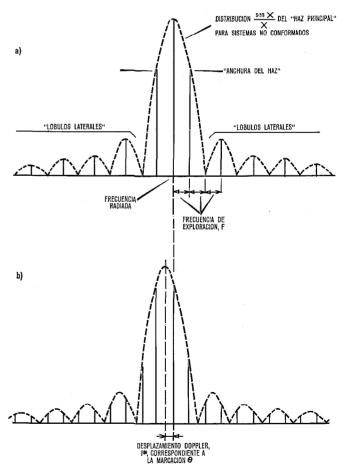


Fig. 4 Espectro medio de un sistema de antenas no conformadas.
a) Posición perpendicular (ángulo de marcación cero).
b) Posición ligeramente desplazada Θ de la perpendicular.
NOTA: Las líneas espectrales son dobletes espaciados al doble de la frecuencia de digitación.

portamiento de un sistema Doppler, que radia un diagrama similar en el dominio de la amplitud/frecuencia y se basa en la medida de frecuencia, también se verá afectado por la forma del diagrama y ciertamente éste es el caso. Debemos, pues, pensar en "anchura del haz" y "lóbulos laterales" para un sistema Doppler de la misma manera que si se tratase de un sistema "convencional", pero ahora en términos de frecuencia en lugar de amplitud. Debemos, sin embargo, recordar que este concepto de forma del haz se aplica, en los sistemas Doppler, solamente a la frecuencia de la señal: la totalidad del área de servicio está inundada con energía de RF, mientras que en un sistema de haz explorador convencional, la energía está confinada en un estrecho haz.

La resolución del sistema depende de la anchura del haz, que puede definirse como aquel lóbulo que corresponde a la generación de un ciclo de desplazamiento Doppler (para cada barrido sencillo) para una diferencia de camino de una longitud de onda de un extremo al otro del sistema de antenas. Será de 2 grados para un conjunto de 30 longitudes de onda de largo.

Los lóbulos laterales de un sistema de "amplitud" afectan claramente a su precisión. Esto es particularmente evidente en la exploración vertical donde, a cualquier ángulo de elevación dado, la señal deseada puede resultar perturbada por la energía de un lóbulo lateral, correspondiente a otro ángulo, y que ha sido reflejada en el suelo.

Es, pues, necesario reducir los lóbulos laterales todo cuanto sea posible conformando o "afilando" la excitación de la abertura radiante. La precisión de un sistema Doppler resulta afectada, análogamente, por sus lóbulos laterales de frecuencia, que pueden ser reducidos por un proceso de "afilado" similar. Esto puede hacerse, en un conjunto de elementos conmutado, variando, de acuerdo con una ley adecuada, la amplitud de la RF aplicada a los elementos individuales, ya por la inserción de atenuadores en cada alimentador o, preferiblemente, modulando la señal de RF antes de la conmutación. Como no hay problema alguno respecto a la interacción entre elementos separados — las antenas virtualmente desaparecen, eléctricamente, cuando están inactivas —, es posible la aplicación del "afilado" o conformación más adecuada, con cada elemento radiando con la amplitud y fase requeridas. De este modo, los lóbulos laterales de frecuencia pueden reducirse en un factor importante, comparado con un sistema que conste de un simple radiador con un reflector o lente.

El espectro resulta además complicado por la introducción de componentes no deseadas en la señal radiada por el proceso mismo de conmutación. Puesto que la señal se radia en forma de cortas emisiones discretas sucesivas de energía de RF, la frecuencia y duración de la envolvente del impulso: es decir, una envolvente rectangular tendrá una distribución espectral $\frac{\text{sen }x}{x}$. Esta

se superpondrá al espectro como un todo, con los efectos consiguientes en la economía espectral y en la interferencia de canal adyacente. La configuración óptima implicará un compromiso entre la anchura espectral y la producción económica.

Relación con los sistemas de haz exploratorio

Equivalencia entre sistemas Doppler y sistemas de haz exploratorio convencional

La sección anterior condujo a la conclusión, un tanto sorprendente, de que la señal recibida de un conjunto lineal conmutado secuencialmente es exactamente equivalente a la recibida de una abertura radiante excitada similarmente, en el sentido de que la envolvente del espectro de frecuencia para un sistema Doppler tiene la misma forma que la representación de la amplitud de la señal respecto al tiempo de una abertura equivalente. En esta sección utilizaremos esta equivalencia para discutir la estrecha relación entre el sistema Doppler y el profusamente utilizado sistema de haz exploratorio "convencional" en el que un delgado haz en abanico de energía RF barre en elevación (o en azimut), preferiblemente a velocidad angular constante.

En su utilización como ayuda de aterrizaje, la aeronave detecta el instante en el que es atravesada por el máximo de los barridos del haz y utiliza las señales radiadas desde el suelo (ya separadamente o en el mismo haz) para definir el ángulo del haz en ese instante. Existen sistemas similares en los que se apilan en el espacio una familia completa de haces fijos, separadamente identificados.

Equivalencia del comportamiento respecto al error de ubicación

La estrecha analogía entre los haces radiados implica que los dos sistemas tendrán, en principio el mismo comportamiento en condiciones de propagación por caminos múltiples causadas por objetos reflectantes situados en el emplazamiento del radiofaro. Estas reflexiones siempre estarán presentes en mayor o menor grado de manera que la señal directa siempre estará contaminada por señales reflejadas o re-radiadas que ordinariamente serán más débiles que la señal directa.

En el sistema de haz explorador es conveniente identificar dos fuentes independientes de error debido a reflexión en obstáculos. En primer lugar, la señal, directa del haz principal está contaminada por reflexiones de ese haz principal en obstáculos. Sin embargo, las reflexiones ocurren en tiempos totalmente diferentes y pueden ser eliminados por medio de una compuerta de tiempo en el receptor. Una segunda fuente de contaminación es la reflexión de energía de lóbulos laterales que puede coincidir en tiempo con la señal deseada lo que representa un problema más serio. Fuentes de error exactamente equivalente son aplicables al sistema Doppler. Las reflexiones del haz principal en obstáculos, tienen lugar a frecuencias bien separadas de las de la señal deseada y pueden eliminarse mediante filtros, pero las reflexiones de lóbulos laterales pueden coincidir con la señal deseada y aquí también representan un problema importante.

Las reflexiones del haz principal no son ordinariamente de gran significación en sistemas azimutales ya que los objetos reflectantes están generalmente bastante alejados de la línea de marcación de forma que la intensidad de las reflexiones no es grande y los errores inducidos tienden a alternarse rápidamente, debido a los efectos del sistema Doppler diferencial, de manera que se cancelan en el período de medida y se pierden. El caso especial de un gran obstáculo (tal como, por ejemplo, un avión aparcado o moviéndose por las pistas), cercano temporalmente a la línea de marcación, necesita consideración especial (ver "Método de Detección"). En el caso de sistemas de elevación, el reflector más importante de la energía del haz principal es el suelo, pero las reflexiones pueden separarse fácilmente para todos los ángulos, salvo los de aproximación muy bajos.

Por el contrario, la energía reflejada de lóbulos laterales no puede eliminarse tan fácilmente y se solaparan las señales directa y reflejada, distorsionando la envolvente de la señal recibida (la envolvente espectral en el caso del sistema Doppler, o la envolvente de amplitud en el caso de sistemas de exploración convencional). La magnitud de la distorsión depende de la naturaleza y posición del objeto reflector y también de la abertura (es decir, de la anchura del haz) del sistema de antena; debido a la equivalencia discutida anteriormente, la envolvente de la señal de los sistemas convencional equivalente y Doppler, sufren igual perturbación por el mismo objeto reflector. La magnitud del error indicado depende de la sensibilidad a tales perturbaciones de los circuitos de medida de la marcación y puesto que hay poca diferencia, en principio, entre la respuesta de los circuitos procesadores de ambos sistemas, debe esperarse que el comportamiento respecto al error debido al emplazamiento, sea virtualmente idéntico.

Equivalencia de potencia y anchura de banda

La semejanza entre ambos sistemas no se limita a la forma del haz y a su característica de error de ubicación: sus requisitos de potencia media y anchura de banda son, en principio, los mismos. Por ejemplo, aunque el sistema de barrido convencional concentra toda su potencia en un estrecho haz, ésta es solo recibida, en un punto específico, durante el corto período en el que se hace la medida angular. La potencia de pico recibida por el sistema Doppler es mucho menor (para la misma potencia generada) pero está presente continuamente y la medida puede hacerse sobre largos períodos. Por tanto, para "anchuras de haz" y tiempos de cómputo de la información equivalentes, igual comportamiento exige igual potencia generada para ambos sistemas.

Análogamente, el sistema de exploración convencional requiere, en principio, virtualmente el mismo producto anchura de banda-tiempo que el sistema Doppler. Sin embargo, por razones puramente prácticas, puede resultar imposible conseguir il mínimo teórico para el sistema convencional (ver "Codificación Direccional") y utilizar eficazmente la anchura de banda.

Resumen de equivalencias

Los dos sistemas son, pues, en principio, virtualmente idénticos y la ventaja que uno puede tener sobre el otro reside principalmente en la facilidad con que puede realizarse, es decir, en el eficiente uso de la anchura de banda, la facilidad y precisión con que la información angular puede extraerse de las señales recibidas y el costo y complejidad de los aparatos, particularmente de la estructura de la antena.

En las secciones que siguen se examinan algunos aspectos de estos factores que constituyen la justificación para el uso del sistema "basado en frecuencia". Doppler en lugar de su convencional análogo, "basado en amplitud".

Codificación direccional

La diferencia principal entre el sistema de haz exploratorio y el sistema Doppler reside en la codificación de la señal radiada para representar el ángulo. El sistema de haz exploratorio puede, en principio, hacer esto de varios modos, siendo lo más conveniente emitir una señal omnidireccional característica (por ejemplo, un impulso corto) en el instante en que el haz comienza su barrido. La posición angular del punto receptor puede entonces determinarse midiendo el intervalo de tiempo entre la emisión de ese corto impulso y el paso del haz principal. Esto puede realizarse con un aumento despreciable de la anchura de banda radiada pero exige un mantenimiento preciso, en cualquier condición atmosférica, de la velocidad angular del sistema de antena, una operación difícil con antena de barrido mecánico. (Un sistema de antenas de barrido electrónico no adolecería de este problema, pero la realización práctica de un sistema de haz exploratorio mediante la sucesiva puesta en fase de los numerosos elementos radiantes del conjunto, resulta difícil y costoso, principalmente debido a problemas de interacción entre los elementos de radiación simultánea).

Una práctica admitida utiliza una señal independiente para codificar la posición del haz durante el tiempo que permanece en la aeronave. Sin embargo, una codificación precisa por este sistema envuelve un aumento considerable en la anchura de banda de transmisión. Por ejemplo, un sector total de 100 grados, barrido con un haz de un grado de anchura, exige aumentar cien veces la anchura de banda para igual precisión de codificación a la del sistema Doppler o a la del sistema de antenas en fase con relación al tiempo.

El sistema Doppler, por otra parte, está autocodificado, la información direccional es inherente a la señal radiada y, en teoría, no necesita anchura de banda adicional alguna para su transmisión. En la práctica, sin embargo, no puede beneficiarse de toda la reducción de anchura de banda que teóricamente sería posible, pero el beneficio directo puede, en parte, trasladarse a otros factores tales como estabilidad de frecuencia reducida, mayor velocidad de información, susceptibilidad reducida a interferencias en el mismo canal y la provisión de técnicas decodificadoras sencillas en el receptor. Puede por tanto transmitir señales de guía angular con simplicidad comparativa y coste grandemente reducido respecto a los sistemas de exploración convencional.

Métodos de detección y "granularidad" de la información

Tanto en el sistema de barrido Doppler como en el convencional, el receptor se enfrenta con el mismo problema, la determinación del centro del haz. En el caso del sistema convencional, este es el instante en el que tiene lugar el máximo del impulso de la señal recibida. Resulta difícil detectar este punto directamente y es corriente utilizar un proceso gráfico: se hacen observaciones a puntos de igual amplitud a cada lado del pico, haciéndose la suposición de que el pico está exactamente en el punto medio entre ambas observaciones. La realización del circuito de este procedimiento, conceptualmente sencillo, puede resultar bastante complejo. En el sistema Doppler, puede también no ser posible detectar el pico real de la distribución espectral (puesto que no hay necesariamente energía a esa frecuencia particular) de manera que la técnica de la medida debe, en efecto, detectar el "centroide" del conjunto de líneas espectrales (sección "Lóbulos laterales de frecuencia"). Esta función la realiza el contador digital de cruce de cero (después del adecuado filtraje) que también tiene las siguientes características ventajosas:

- extrema simplicidad de los circuitos;
- salida adecuada para representaciones digitales y circuitos de proceso de información;
- alta tolerancia al ruido.

El uso de un filtro de frecuencia fijo (de anchura de banda correspondiente al sector de servicio) seguido por un simple contador, significa que el sistema Doppler mide en efecto la fase interceptada entre transmisiones procedentes de los dos elementos extremos del sistema de antenas. (En este aspecto, semeja un sistema de interferómetro y presentará la misma supresión de error para iguales aberturas).

En la mayor parte de las situaciones el comportamiento será el más adecuado, pero en ciertas circunstancias (por ejemplo, cuando existan reflexiones procedentes de una aeronave aparcada o moviéndose cerca de la línea de marcación), las señales deseada y no deseada se solaparán y no se podrá separar por filtrado del "sector". Sin embargo, es posible la separación filtrando de algún modo la trayectoria (lo que es análogo a las técnicas de compuerta de tiempo de trayectoria de los sistemas convencionales). En conclusión, sin embargo, pensamos que la dependencia de un dispositivo de trayectoria automático durante la etapa crítica de la aproximación debe evitarse en lo posible y que la reducción del error de ubicación por algún otro método (por ejemplo, aumentando la abertura de la antena o mejorando la conformación de la excitación) será una garantía de seguridad. Pueden, sin embargo, obtenerse algunas de las ventajas de un filtro de trayectoria en casos en que las aproximaciones solo tienen que hacerse a un ángulo específico (y no a cualquier ángulo) dentro de los sectores de servicio. La aeronave puede entonces llevar un simple filtro fijo de banda estrecha, apropiada a esta dirección, que puede ponerse en circuito en cuanto haya dado comienzo la etapa de aproximación final.

El uso de un simple contador tiene la desventaja de que conduce a una "granularidad" o "efecto escalón" en la información de guía porque cuenta el número de cruces o pasos por cero (es decir, períodos completos) contenidos en el período de medida y, por tanto, sólo puede expresar frecuencias medidas hasta el número entero más próximo. Tal granularidad es inherente a cualquier proceso en que interviene un contador digital y ordinariamente se reduce al mínimo aumentando la longitud del período de actuación del contador con relación al período de la señal que se mide. Sin embargo, en el caso presente, a no ser que se tomen otras medidas, no se obtiene ventaja alguna a este respecto aumentando el período del contador más allá del tiempo de una exploración del conjunto de elementos radiantes. Esto es debido a que cada período de exploración sucesivo contendrá el mismo número de períodos de señal, posiblemente fraccional, y la medida hecha sobre varios períodos de exploración dará la suma de la porción integral de cada uno de estos números. El contador dará, pues, la misma salida para un margen completo de ángulos de marcación de modo que si una aeronave se moviese con velocidad angular constante, con relación al radiofaro, la respuesta del contador no sería plana, sino que consistiría en una serie de escalones en la marcación indicada, correspondiendo cada uno a la generación de un ciclo completo de desplazamiento Doppler, es decir, a un cambio en la longitud del trayecto de una longitud de onda entre la aeronave y cada extremo del sistema que es, aproximadamente

longitud del conjunto en longitudes de onda

El uso de un contador digital, por tanto, tiene el efecto
de cuantificar la cobertura angular del conjunto radiante
en escalones finitos discretos; esto sería de escasas consecuencias si los escalones fuesen suficientemente pequeños pero con 60 longitudes de onda (una longitud típica
de un conjunto radiante práctico), serían de aproximadamente 1 grado, lo que es claramente inaceptable.

La granularidad puede reducirse a un nivel aceptable haciendo que los ciclos de exploración sucesivos sean diferentes. Esto se consigue variando la fase de la señal que controla la desviación de frecuencia una pequeña cantidad entre cada barrido bidireccional a lo largo del conjunto con lo que se produce una variación de fase de la frecuencia de batido en el receptor de a bordo en una pequeña fracción de ciclo en cada período de exploración. Los puntos de cruce a contar varían, pues, a lo largo del período en que se realiza la cuenta, de manera que cada "trama" sucesiva tiene diferente aspecto. Por consiguiente, aunque cada trama contendrá el mismo número, posiblemente fraccional, de ciclos de la frecuencia de batido, el número de puntos de cruce reales que cada uno contiene será el número entero más próximo, en unos casos el superior y en otros el inferior. Sin embargo, la relación del número de tramas "superiores" al número de tramas "inferiores" dependerá del valor exacto de la frecuencia de batido. Por tanto la salida del contador, promediada sobre muchas tramas, será exactamente proporcional a la frecuencia de batido (incluso si su relación a la frecuencia de exploración no es un número entero), aparte de una pequeña granularidad residual, cuya magnitud es proporcional al factor de digitación (es decir, la fracción en la que se cambia la fase en cada período exploratorio sucesivo). Este residuo puede hacerse tan pequeño como se quiera, a expensas de la velocidad de datos, siendo posibles factores de digitación que dan escalones de alrededor de 0,02 grados. El necesario adelantamiento de fase puede hacerse asegurando que los períodos sucesivos del contador que produce los impulsos de conmutación para el conmutador de antena sean ligeramente desiguales. Este proceso de digitación tiene una reacción en el espectro emitido: cada línea espectral aparece como dos bandas laterales contrarrotatorias separadas por el doble de la frecuencia de digitación — una distribución de modulación equilibrada normal — de manera que las líneas individuales mostradas en la figura 4 son realmente dobletes.

A pesar de esta ligera complicación, la técnica de computación digital es, creemos, considerablemente más sencilla de realizar prácticamente, que los laboriosos medios necesarios para encontrar, con precisión, el centro del impulso recibido en un sistema de haz exploratorio convencional. Esta simplicidad constituye la parte principal de la ventaja práctica que el sistema Doppler tiene sobre los métodos convencionales de haz exploratorio.

Estructura de antenas y guía plana y cónica

La estructura de la antena de un sistema exploratorio mecánico es básicamente bastante sencilla; puede ser o un conjunto de antenas, con adecuada relación de fase (en cuyo caso, puede parecerse a la configuración general del conjunto lineal del sistema Doppler), o bien una abertura reflectora de forma adecuada excitada mediante un pequeño conjunto de elementos radiantes. La complejidad depende de los requisitos operacionales, tales como la anchura del haz, supresión de lóbulos laterales, etc. Sin embargo, los problemas puramente mecánicos de mover tal estructura a velocidades del orden de 5 exploraciones por segundo, son formidables: la absorción ejercida por la lluvia limita el uso de frecuencias más altas que implicarían estructuras de antenas físicamente más pequeñas y permitirían mayores velocidades de barrido y haces más delgados. (Naturalmente, las antenas de barrido electrónico, están libres de este problema mecánico pero su complejidad y costo las hacen antieconómicas para las aplicaciones consideradas). Salvo en realizaciones muy simples, la estructura radiante de un conjunto Doppler es generalmente no más compleja, eléctricamente, que el correspondiente radiador de haz exploratorio y, siendo estático, nunca presenta los problemas mecánicos inherentes a cualquier sistema en movimiento: teóricamente, puede obtenerse cualquier velocidad de barrido. Quizás la más importante ventaja del sistema Doppler es el caso en que la excitación del conjunto de elementos puede disponerse de modo que se obtenga cualquier forma de haz deseada.

Una característica del sistema de haz de barrido mecánico que puede ser una ventaja en ciertas aplicaciones y que no la posee, directamente, el sistema Doppler (o los sistemas convencionales de barrido electrónico) es su capacidad de dar "guía plana" en la que la misma información se da a todos los puntos situados en un plano que gira sobre el eje de rotación. La guía proporcionada por un conjunto Doppler es esencialmente cónica, es decir, la misma información se da a todos los puntos situados en una superficie cónica coaxial con el conjunto de elementos. Es posible, sin embargo, modificar la señal radiada para obtener conversión cónica a plana. Esto se discute en la sección "Conversión cónica-plana".

Resumen de ventajas del sistema Doppler

En las secciones anteriores se ha mostrado que los sistemas de haz exploratorio convencional y Doppler son virtualmente análogos, con el parámetro "amplitud-ángulo" en el primero cambiado por "amplitud-frecuencia" en el segundo. No hay, pues, ventaja teórica en utilizar uno en lugar del otro. Sin embargo, cuando se va a la realización práctica, el sistema Doppler tiene claras ventajas que derivan todas de consideraciones prácticas y económicas. Las tres ventajas más importantes son:

- Reducidas exigencias de anchura de banda. La mayor anchura de banda exigida por los sistemas convencionales deriva de la dificultad práctica de mover una amplia estructura de antena con suficiente uniformidad para permitir utilizar un sistema de referencia de tiempo de banda estrecha. (Los sistemas de barrido electrónico están libres de este problema y podrían, pues, utilizar una anchura de banda comparable con el sistema Doppler, pero resultarían muy complejos y, por tanto caros).
- Simplicidad de los circuitos, especialmente en el proceso de computación.
- Simplicidad mecánica. Aparte de las ventajas de anchura de banda, el sistema de antena Doppler es, en general, mucho menos complejo que el del sistema convencional.

Detalles del circuito

En esta sección se dan detalles del circuito de configuraciones típicas de guía de aterrizaje, es decir, las que comprenden elementos independientes azimutales (localizador) y de elevación (pendiente de descenso). Las cifras que se citan se dan a modo de ejemplo y no son necesariamente las que se aplican al equipo de producción. No haremos aquí énfasis de los detalles que se requieren para organizar estos elementos en un sistema completo que cumpla una elaborada especificación operacional (tal como la de RTCA, SC117, ver más adelante) que puede exigir un multiplaje de forma que todos los elementos puedan compartir un canal de RF común. Los elementos que se describen pueden, sin embargo, agruparse para formar un simple sistema de aterrizaje, análogo al convencional ILS, en el que cada

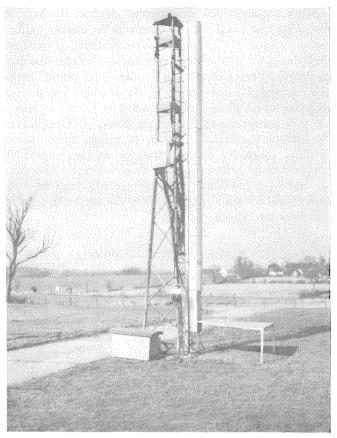


Fig. 5 Sistema de elevación en la banda L instalada en el aeropuerto Stansted. Este sistema se ha usado también como localizador empléandolo en posición horizontal.

elemento funciona, en su propia frecuencia, enteramente independiente del resto.

La descripción se hace para sistemas de la banda C, pero es aplicable a otras frecuencias: por ejemplo, los resultados experimentales que se citan más adelante se obtuvieron en la banda L, utilizando una configuración de circuito muy similar a la descrita aquí.

Equipo terrestre

Un simple sistema de guía azimutal o de elevación utiliza un conjunto de antenas lineal (horizontal o vertical, según convenga) juntamente con una cabina para el equipo electrónico que consta de cuatro partes esenciales, una fuente de radiofrecuencia, un cambiador de frecuencia (que desplaza esta señal en cantidades exactamente fijas para producir las señales conmutada y de referencia), el conmutador electrónico propiamente dicho (que conmuta la señal de RF secuencialmente a las antenas individuales del conjunto) y el generador de conmutación (que suministra los impulsos de conmutación para los conmutadores, controlando también la desviación de frecuencia). En un sistema elaborado puede resultar necesario el multiplaje de las señales de elevación y azimutal.

Sistemas de antena

Es fácil comprender que los requisitos operacionales imponen el tamaño y complejidad de la configuración de la antena; por ejemplo, el número de elementos radiantes del conjunto y su separación dependen del volumen de servicio exigido. La figura 5 muestra nuestra estructura experimental de la banda L con la que se obtuvieron los resultados experimentales (ver más adelante). Esta estructura utiliza un conjunto de 24 dipolos, con una longitud total de 29 longitudes de onda, la caja situada a mitad de altura del mástil contiene el conmutador y todos los demás accesorios electrónicos están alojados en la cabina situada al pie del mástil. La estructura horizontal provee un plano de tierra para el radiador de referencia. Una antena para un sistema de elevación de la banda C constaría de 30 a 60 elementos radiantes montados en un mástil vertical y espaciados mutuamente una longitud de onda, aproximadamente. La señal debe concentrarse en los sectores requeridos (en azimut) y elevación) utilizando elementos radiantes con la directividad apropiada. Por ejemplo, una cobertura horizontal completa podría obtenerse con un sistema de antenas en elevación estando constituído cada elemento por un círculo horizontal formado por 4 dipolos verticales, uniformemente espaciados alrededor del mástil y con la fase adecuada. Alternativamente se podría obtener una cobertura sobre un sector relativamente estrecho utilizando simples dipolos montados en una artesa que forma un reflector diédrico. La figura 6 muestra un conjunto experimental para la banda C de este tipo: utiliza 32 dipolos y la altura total es de 1,8 metros (6 pies), aproximadamente.

El diseño de un conjunto azimutal seguiría la misma práctica general, por ejemplo, la antena de elevación de la banda L, mostrada en la figura 5, se ha utilizado, experimentalmente, como localizador haciéndola girar en posición horizontal (Ver "Resultados experimenta-

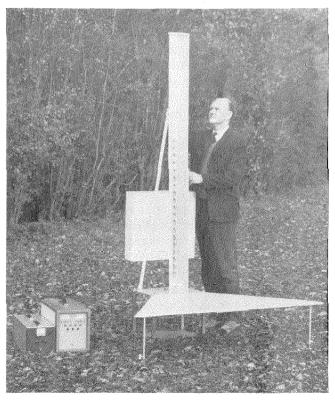


Fig. 6 Sistema de elevación experimental de la banda C. Emplea 32 dipolos.

les"). El diseño detallado dependerá de la cobertura vertical y horizontal necesarias que pueden también tener que extenderse tanto hacia adelante como hacia atrás.

Conformación de la excitación

Una característica importante del sistema Doppler es su flexibilidad para poder obtener la forma requerida del haz de frecuencia mediante la adecuada conformación de la excitación de la red de antenas. Sin embargo, si se utiliza el tipo de receptor preferencial de simple contador de frecuencia, el método tiene la desventaja de que la relación señal a ruído en el receptor varía durante el ciclo de exploración, siendo peor en los extremos del barrido.

Esto podría conducir a un aumento de la potencia radiada y a una mayor vulnerabilidad a las interferencias. Sin embargo, existen métodos para la eliminación de ambos efectos. Por ejemplo, pueden radiarse señales sin conformar e introducirse la conformación en el receptor alterando el nivel de la información direccional recibida en sincronismo con el ciclo de barrido del conjunto radiante: con esto se logra un resultado equivalente al de conformar la señal transmitida.

Generación de las señales radiadas

Se recordará que, para una exploración bidireccional, se radian dos señales de RF alternativamente que están espaciadas simétricamente en f_0 , alrededor de la portadora de referencia, f, de manera que en los sucesivos barridos se radian las frecuencias $(f+f_0)$ y $(f-f_0)$. Típicamente, fo debe ser 70 kHz y 60 kHz para los sistemas de elevación y azimut, respectivamente. Las frecuencias desplazadas se generarán por métodos convencionales de generador de banda lateral, a frecuencias realmente radiadas que se producen mediante una conversión posterior (Fig. 7). La conformación de los impulsos de portadora emitidos por las antenas individuales, necesaria para mejorar la anchura de banda ocupada, puede realizarse mediante modulación de la portadora antes de su aplicación a los conmutadores. Parece verosimil que "impulsos coseno", como se muestra en la figura 7, sean adecuados y puedan desarrollarse económicamente. Los transitorios pueden reducirse al mínimo solapando las radiaciones procedentes de antenas advacentes: se necesitan dos trenes de impulsos, con envolvente en cuadratura que alimentan las antenas impares y pares después de la conversión a la frecuencia radiada. En el estado actual de la tecnología, se necesita amplificación después de los convertidores para obtener suficiente potencia radiada, que viene a ser del orden de 2 a 10 vatios. La señal de referencia se obtiene de la misma fuente de VHF, necesitándose análogas potencias.

La figura 7 muestra también métodos de multiplaje en tiempo y para introducir señales de identificación, un enlace de datos, etc. Estas facilidades pueden ser

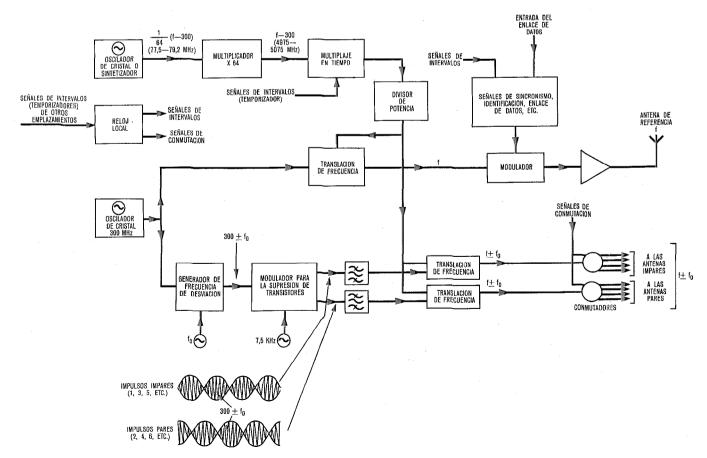


Fig. 7 Equipo terrestre. Genera la señal de referencia fija y las dos señales conmutadas.

necesarias en un sistema elaborado, tal como el definido por la especificación SC 117.

Computador de señal y generador de conmutación (Figs. 7 y 8)

La señal de entrada al conmutador se aplica al punto central de una red en estrella formada por pares de diodos PIN, uno para cada antena del conjunto radiante. La supresión de la fuga a través de los diodos en su estado de no conducción y también el aislamiento mútuo de las antenas puede reforzarse mediante un diodos adicional, dentro de cada elemento radiante. Si se utiliza exploración bidireccional, el conmutador alterna en su sentido de rotación, proporcionando barrido ascendente v descendente (o de un lado al otro) que se sincroniza con el generador de desplazamiento de frecuencia para dar las necesarias inversiones de frecuencia desplazada durante las direcciones opuestas del barrido. Dos conmutadores independientes están al servicio de las antenas impares y pares de manera que es posible solapar las emisiones sucesivas de radiaciones. Esto permite una estrecha aproximación al ideal de un sencillo radiador que se mueve de modo uniforme.

En los modelos experimentales, las salidas del conmutador se conectan a los elementos de antena correspondientes mediante cables coaxiales de alta estabilidad, pero en el equipo en producción se espera que sea posible conseguir un alto grado de integración entre conmutadores, alimentadores de interconexión y elementos de antena.

El generador de conmutación desarrolla todos los impulsos necesarios para que las conmutaciones se realicen al ritmo correcto y en las direcciones correctas e incluye facilidades para digitación del barrido (ver "Métodos de detección y granularidad de la información").

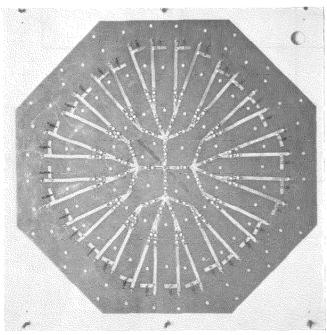


Fig. 8 Conmutador de la banda C.

Equipo de a bordo

La complejidad del equipo de a bordo dependerá de las exigencias operacionales de la aeronave y de la complejidad de la instalación terrestre con la cual ha de trabajar. El circuito básico es, sin embargo, muy sencillo y es común para cualquiera de las variantes, añadiéndose los detalles donde sea necesario para cumplir los requisitos operacionales tanto de las instalaciones de tierra como de las de la aeronave. Estas pueden incluir multiplaje de las señales de azimut y de elevación, selección rápida de frecuencia, provisión de guía "plana", provisión de facilidades de enlace de datos, etc. (Algunas de éstas se discutirán brevemente en la aplicación del sistema. Sin embargo, consideramos fundamental mantener un alto grado de compatibilidad a lo largo del diseño de manera que, por ejemplo, las señales procedentes de una instalación terrestre compleja puedan utilizarse de forma totalmente satisfactoria por una aeronave "sencilla" que pueda ignorar estas facilidades para la que no tienen equipo. Análogamente, una instalación compleja de a bordo debe ser capaz de utilizar aquellas facilidades limitadas provistas por una instalación sencilla de tierra.

En la figura 2 se mostró un receptor básico de a bordo (que se utilizó en el sistema experimental de la banda), mientras que la figura 9 muestra un esquema de un receptor más complejo que puede cumplir los más amplios requisitos de la especificación SC117 (ver "Aplicación del sistema") proporcionando multiplaje en tiempo de las señales de azimut y de elevación. Pueden ser necesarias varias antenas para obtener cobertura omnidireccional y éstas alimentan a un receptor convencional modulado en amplitud de la banda C: puede resultar adecuado un receptor del tipo doble superheterodino, que utilice C. A. G., y con las señales del oscilador local derivadas de un sintetizador (si se especificase la facilidad multicanal). Este va seguido por un circuito de demultiplaje que separa las señales de elevación y de azimut. Las señales de guía de elevación están en una banda de ± 10 kHz de anchura, centrada en 60 kHz, si se utilizan las frecuencias de desplazamiento mencionadas en la generación de señales, mientras que la anchura de banda ocupada por las señales azimutales es de ± 20 kHz. Los filtros extraen estas señales (en el caso de señales de elevación, rechazando la señal indirecta reflejada en el suelo). En cada caso, un contador computa la frecuencia de la nota de batido, contando el número de "puntos de cruce" en un período de computación controlado a cristal, dando una señal dependiente de la frecuencia y, por tanto, del ángulo de aproximación, que puede representarse en un instrumento adecuado, calibrado en grados. Sin embargo, con frecuencia resulta más conveniente seleccionar el ángulo requerido y representar las divergencias de éste con un medidor de lectura central (o aplicarlas a un sistema de control de vuelo). Puesto que se conoce el número de cruces que se espera obtener para un ángulo dado, basta con ajustar a este número el contador que entonces contará solamente el número de puntos de cruce por debajo o por encima de ese número

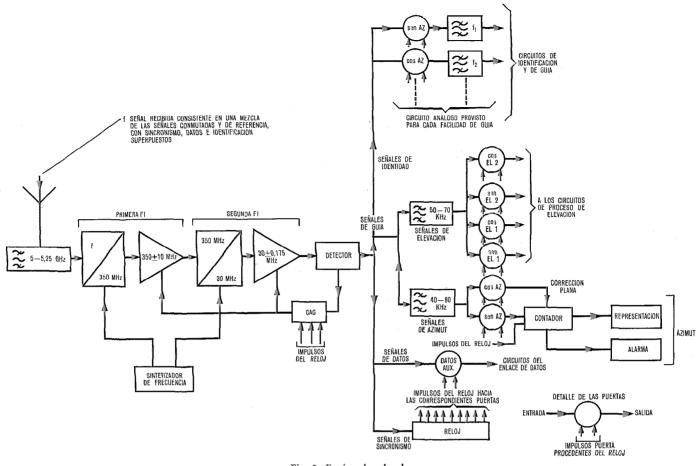


Fig. 9 Equipo de a bordo.

especificado. Una lectura nula corresponderá a rumbo correcto y lecturas positiva o negativa a desplazamientos a uno y otro lado.

Pueden también disponerse facilidades de alarma que indiquen el fallo de las señales direccionales.

Todo esto se refiere a información "cónica" si se requiere información plana, es necesario un proceso adicional.

Ocupación del espectro

El espectro de la señal en cualquier punto del espacio depende de un número de factores que incluyen:

- Posición angular del receptor (y por tanto, la magnitud del desplazamiento Doppler).
- Magnitud y naturaleza de la separación de las señales conmutadora y de referencia.
- Velocidad efectiva de la fuente radiante, es decir, longitud del sistema de antenas y duración del barrido.
- Envolvente de los impulsos de RF emitidos por los radiadores individuales.
- Magnitud y forma de la conformación de amplitud de las señales a lo largo del sistema de antenas.
- Señales espúreas generadas durante los procesos de conmutación o de generación de la separación de frecuencias.

Algunos de estos factores tienen poco efecto en la precisión pero pueden tener un efecto profundo tanto en la interacción en el mismo canal como en canal adyacente.

Como ejemplos, tomaremos los sistemas de elevación y azimut que cumplen los requisitos de la especificación SC117. En este sistema de elevación, la señal conmutada está separada ± 70 kHz de la portadora de referencia. Se especifican dos conjuntos de antenas, cada uno de 60 longitudes de onda, para cobertura de ángulos altos y bajos. El primero tiene 60 elementos con un período de barrido unidireccional de 1 milisegundo; el sistema de ángulos bajos tiene 30 elementos, barridos en 0,5 milisegundos. Si se produce un cierto grado de solape de las señales radiadas procedentes de canales adyacentes, entonces, el tiempo de elevación del impulso de la señal emitida de una antena sencilla puede ser 1/60 milisegundos, de manera que la energía radiada está ampliamente confinada a una anchura de banda de 60 kHz. El máximo desplazamiento Doppler que necesitamos detectar es de 20 kHz, correspondiente a los ángulos de elevación máxima utilizables de 20° y 10°. En la figura 10a), se muestra el espectro de información total, a partir del cual resulta evidente que las etapas de RF del receptor deben aceptar una banda de ± 70 kHz alrededor de la portadora (las señales fuera de esta banda corresponden a reflexiones en el suelo) y

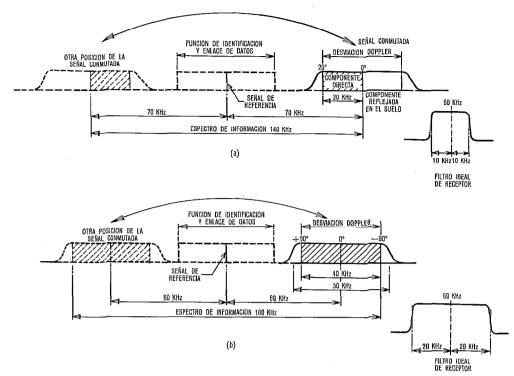


Fig. 10 Ocupación del espectro especificado por RTCA SC 117.

a) Señal de elevación.

b) Señal de azimut.

el filtro del receptor (que extrae las señales de guía de elevación) debe dejar pasar de 50 a 70 kHz. Se dispone de ± 30 kHz, aproximadamente, para la incorporación de datos en la portadora de referencia.

La señal conmutada azimutal está separada \pm 60 kHz de la referencia y para un sistema de antenas de 150 elementos y largo de 60 longitudes de onda, barrido en 3 milisegundos, la energía radiada estará ampliamente confinada a 50 kHz. El máximo desplazamiento Doppler que necesitamos aceptar es de \pm 20 kHz, correspondiente a 90°, de manera que, como puede verse en la 10b), el espectro total de información está a \pm 80 kHz alrededor de la portadora. Para la transmisión de datos se dispone de \pm 30 kHz, aproximadamente. El filtro que extrae la información de guía azimutal debe pasar de 40 a 80 kHz.

Resultados experimentales

El trabajo de campo se ha limitado, hasta el presente, al corto sistema de antenas de 29 longitudes de onda de la banda L, mostrado en la figura 6, que radia alrededor de 4 vatios de señal de referencia y 125 milivatios de potencia de señal conmutada, utilizando el circuito de la figura 2. Con este sistema se han realizado pruebas de vuelo, como elemento de descenso, disponiéndolo verticalmente, en un emplazamiento típico de ILS convencional. En la figura 11 se muestran los resultados típicos: se hizo volar el avión en trayectorias radiales planas a distintas alturas, mientras se tomaban lecturas regularmente, a 0,01 grados. Estas lecturas se representaron respecto al tiempo, dibujándose la curva que más se acomodaba a las mismas. La

figura 11a) se obtuvo utilizando un sistema de antenas uniformemente excitado: la naturaleza escalonada de las distribuciones se debe a las reflexiones en el suelo de la energía de los lóbulos laterales. La figura 11b) muestra los resultados del mismo sistema de antenas después de haberles aplicado un proceso de conformación, colocando atenuadores en los alimentadores individuales de las antenas. Algunos escalones permanecen, indicando la existencia de lóbulos residuales, pero la mejora obtenida es notable. (El único punto del vuelo que se estableció de una manera absoluta fué aquél en que el avión cruza la pendiente de descenso del ILS standard: el error relativo aquí fué de 0,05 grados.) Si se hubiera utilizado un sistema de antenas de 60 longitudes de onda los errores se habrían dividido por la mitad. Se obtuvo una buena cobertura hasta una elevación de 11/4 grados, que está bastante por debajo de la cifra esperada para un sistema de exploración convencional equivalente. El mismo sistema de antenas se probó estáticamente en el modo horizontal (localizador), girándolo hacia los lados: las señales tenían, pues, porlarización horizontal y debido al diagrama polar vertical resultante, las medidas (que se hicieron casi al nivel del suelo) se tomaron en un área de baja intensidad de señal. Además, el lugar del emplazamiento era bastante desfavorable según las normas ILS convencionales. A pesar de todo, los resultados, mostrados en la figura 12, fueron buenos y el grado de tolerancia del sistema a los obstáculos del emplazamiento, gente en movimiento, vehículos, etc. fué sumamente notable, como lo fué la estabilidad de las marcaciones respecto a derivas térmicas, etc.

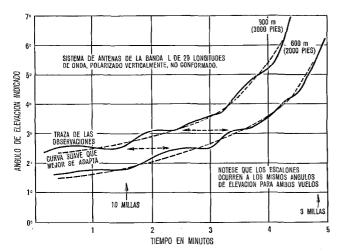


Fig. 11 a Resultado experimental de prueba de vuelo: Modo de pendiente de descenso. Vuelo radial a 900 m (3000 pies) y 600 m (2000 pies). Sistema de antenas no conformadas. Potencia conmutada de 20 mW potencia de referencia 200 mW.

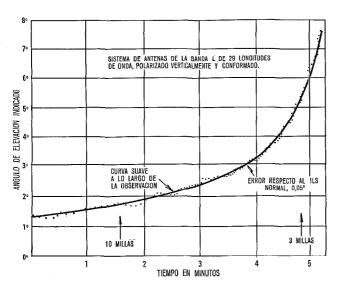


Fig. 11 b Resultado experimental de prueba de vuelo: Modo de pendiente de descenso. Vuelo radial a 498 m (1660 pies). Sistema de antenas conformado. Potencia conmutada de 125 mW y potencia de referencia de 4 W. El aumento de potencia es necesario por la conformación.

Es demasiado pronto todavía para predecir la precisión global de un sistema de la banda C de abertura correcta que trabaje en un emplazamiento real en condiciones operacionales, pero parece verosimil que pueda darse como realista un error eficaz de 0,02 grados.

Aplicación del principio de guía Doppler a especificaciones concretas de ayuda de aterrizaje

Como se mencionó anteriormente, tanto las autoridades de aviación civil, como militar, están desarrollando especificaciones para nuevas ayudas de aterrizaje. Una de las pocas que hasta el presente ha sido publicada se debe al Comité Especial (SC 117) de RTCA y se cree que su especificación [13] será razonablemente compatible con la que, eventualmente, presentará la OACI. Esta posibilidad justificó un estudio extensivo de aplicación del sistema Doppler a la especificación SC 117. Los requisitos son para un sis-

tema de guía similar al del ILS convencional pero utilizable en amplios sectores de azimut y de elevación: el equipo terrestre debe ser capaz de funcionar satisfactoriamente en emplazamientos desfavorables (según los standards convencionales). La facilidad de radiofaro marcador del sistema ILS de la OACI ha de ser sustituída por un sistema medidor de distancia (DME) de alta precisión, completamente independiente, de lectura continua. Otros requisitos son también facilidades de identificación y un enlace de datos tierra-aire de relativamente baja capacidad. Las exigencias de guía angular pueden resumirse de la manera siguiente:

— Azimut: Ha de facilitar cualquier vía de aproximación sobre un sector de ± 60° a partir del eje central, tanto hacia adelante como hacia atrás respecto al sistema de antenas. Dispondrá también de información plana. Tiempo de repetición 0,2 segundos.

— Elevación: Se necesitan dos sistemas de elevación, EL1 y EL2, para permitir seguir trayectorias curvas (para obtener una guía nítida y reducción del ruido). EL1 dará una guía de ángulo elevado, permitiendo la selección de cualquier senda de descenso desde +1° a +20° (para aproximación inicial), EL2 (para aproximación final de ángulo bajo) proporciona guía desde +10° hasta 2,4 m (8 pies) sobre la pista. La información ha de ser plana. Tiempo de repetición 0,2 segundos para EL1 y 0,10 segundos para EL2.

Resulta obligado el uso de la banda C para azimut y sistemas EL1, mientras que se ha recomendado la banda K_u para sistemas EL2: esto vino impuesto mayormente por las necesidades de sistemas de exploración mecánica que, en la época en que se desarrolló la especificación, parecía ofrecer la mejor solución. Se especificó un alcance de 20 a 30 millas para EL1 y sistema de azimut, pero el alcance de EL2 puede quedar limitado a cuatro millas. Debe utilizarse multiplaje en tiempo, transmitiendo todas las facilidades en forma

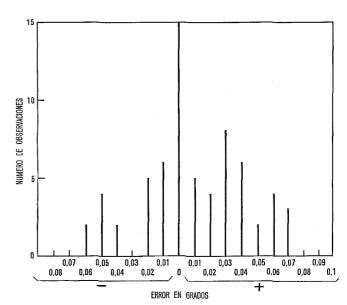
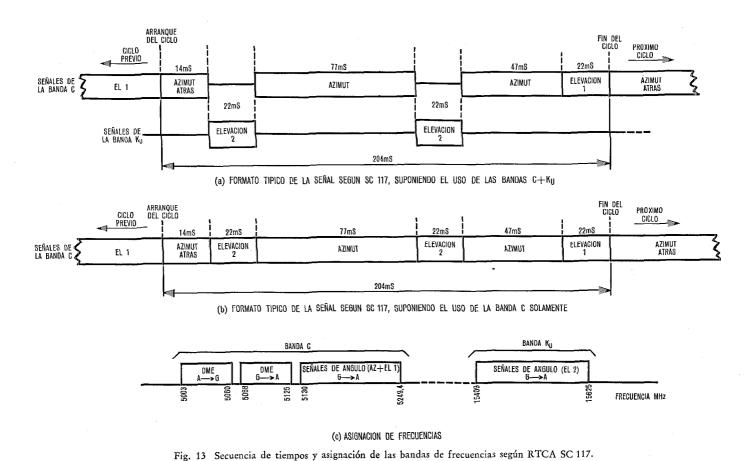


Fig. 12 Precisión del sistema para antena de 29 longitudes en banda L en el modo horizontal (localizador). El error cuadrático medio es 0,023°.



secuencial; en la figura 13 se dan las distribuciones de

tiempo y frecuencia.

Quedó claro que el sistema Doppler era tan aplicable a este problema como el sistema de haz exploratorio convencional y, ciertamente, demostró tener ciertas ventajas: en consecuencia el Grupo de Desarrollo de Formato de la Señal del SC 117 convino en incluirlo como un sistema candidato. En su informe final [13] estableció que no podía excluir ni el sistema Doppler ni el sistema de haz exploratorio convencional y recomendó que debería continuarse el trabajo sobre ambos. En esta sección se describe, en forma somera, la aplicación del sistema Doppler a los requisitos de la especificación SC 117; para una discusión más completa referimos al lector al documento de RTCA antes citado.

Conversión cónica-plana

Uno de los principales problemas asociados con la aplicación del sistema Doppler a la especificación SC117 está relacionado con el requisito de proveer guía plana. Esto significa que en elevación (Fig. 14) el avión debe recibir la misma información de guía a todo lo largo de una superficie plana cuyo ángulo, α , con relación al suelo, es el ángulo de descenso requerido. Análogos requisitos existen para azimut. Esta clase de información la proporcionan, de modo inherente, los sistemas de barrido mecánico convencional pero, puesto que el sistema Doppler mide el seno del ángulo de marcación, Θ , con relación al plano normal a la línea del sistema de antenas, resulta que proporciona infor-

mación de guía angular en base cónica. Sin embargo, puede hacerse una corrección montando un segundo y subsidiario sistema de antenas ortogonal a cada sistema principal azimutal o de elevación y explorado subsiguientemente. Este sistema de antenas auxiliar mide el coseno del ángulo de marcación, Φ , del avión, con relación a su propia línea.

De esta manera, la información "seno" que por sí misma es cónica, se complementa con una señal "coseno" también cónica lo que permite extraer mediante un sencillo tratamiento una información de guía plana en cualquier dirección. Por geometría sabemos que, para el caso de elevación, tang $\alpha = \text{sen } \Theta/\text{cos } \Phi$, de manera que es necesario realizar un cálculo de la forma sen $\Theta/\cos\Phi$, donde las funciones circulares representan los ángulos de marcación con relación a los dos sistemas ortogonales y que se presentan bajo la forma de un par de frecuencias. Un cálculo similar ha de hacerse para obtener la información azimutal plana. La solución obvia sería determinar primero sen Θ y cos Φ , independientemente, utilizando simples contadores, y luego realizar los cálculos, proceso perfectamente realizable y económico cuando se tiene a bordo suficiente capacidad de computación, lo que de ordinario será el caso en aeronaves que realmente requieren guía plana. Si no se dispusiera de esa capacidad computadora, sería considerablemente más barato hacer los cálculos necesarios en los mismos contadores que proveer un computador especial. Se seguirá la siguiente técnica: En el caso del elemento de elevación, el valor de

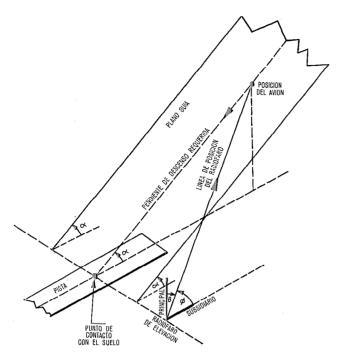


Fig. 14 Geometría de la guía de elevación plana.

a correspondiente al camino de descenso plano deseado se introducirá en el contador que combinará entonces computaciones obtenidas de los sistemas de antenas de seno y coseno de tal manera que el cómputo total sea cero mientras el avión se mantenga en su trayectoria y una desviación de la misma se manifestará por un cómputo resultante positivo o negativo. Puede demostrarse que esto es equivalente a combinar las señales procedentes de los dos sistemas de antenas de forma que simulan un sistema equivalente sencillo, rebajado en elevación en un ángulo a. El plano ecuatorial de este sistema equivalente, en el que el desplazamiento Doppler es cero, constituye el plano de guía de elevación requerido. La electrónica que se necesita para instrumentar este método, es sencilla. Técnicas análogas pueden aplicarse a la guía azimutal.

Este método de producir guía plana, aunque exige sistemas de antenas extra y alguna complicación en el equipo electrónico terrestre y de a bordo, es flexible y permite compatibilidad entre sistemas de diversas complejidades. Por ejemplo, hay muchos aeropuertos donde no puede justificarse la provisión de guía plana y hay muchas aeronaves (quizás la mayor parte) que no la necesitan. Puesto que las señales correctoras coseno utilizan tiempo compartido con las señales de seno principales, y se identifican separadamente, un avión puede extraer solamente aquellas señales que realmente necesita de las radiadas por una instalación completa terrestre, ignorando las restantes con la consiguiente simplificación del equipo de a bordo. Análogamente, una aeronave con una instalación completa puede, sin embargo, utilizar las señales radiadas por una instalación terrestre parcial.

La adaptabilidad del sistema Doppler queda bien demostrada por el hecho de que, a pesar del necesario aumento en el número de módulos, fué posible continuar siendo económicamente competitivo con los sistemas convencionales y acomodarse él mismo a un plan de canalización común, a la vez que permitiendo todavía una mayor proporción de información y reducidas exigencias respecto a la estabilidad de frecuencia del transmisor y del receptor.

Debe señalarse que, después de la terminación nominal del formato de la señal Doppler, se ha hecho una proposición en el sentido de que una simple lente añadida al sistema básico de antena Doppler podría proporcionar conversión automática de coordenadas cónicas a planas. Esto permitiría una reducción del costo del sistema Doppler, tanto del equipo terrestre como del de a bordo, y también una considerable reducción en la anchura de banda.

También nos aventuramos a sugerir que, puesto que las autoridades mundiales de aviación civil no guardan unanimidad al respecto, podría ser reexaminada la cuestión de la guía plana y cónica. La opinión está dividida en lo que se refiere a si es necesaria en modo alguno la guía plana en elevación (la guía cónica podría ser adecuada e incluso preferible especialmente cuando los módulos de elevación y azimut tienen la misma situación). Sin embargo, el caso de guía azimutal plana tiene mucha fuerza, particularmente cuando el sector de operación horizontal es amplio; y si éste puede realizarse (hasta, por ejemplo 20° en elevación) mediante un medio sencillo de conversión, por ejemplo una simple lente, puede muy bicn suceder que no sea ya necesaria la guía de elevación plana.

Configuraciones de la antena y parámetros del sistema

Siguiendo los principios bosquejados anteriormente, la disposición de los sistemas de antenas para la configuración más compleja (K) sugerida por la especificación SC 117, sería la mostrada en la figura 15, que es autoexplicativa. Aunque el SC 117 especificó el uso de la banda K_u para EL 2, se cree que el sistema Doppler puede cumplir los requisitos operacionales en la banda C, pero podemos anticipar que no existe dificultad en proveer un sistema en la banda K_u si fuese necesario.

El multiplaje de tiempo que se indica en la figura 13 permitirá una velocidad de repetición total de, aproximadamente, 5 por segundo y el doble para el elemento EL 2. La portadora radiada durante los períodos de guarda que preceden a cada emisión de la señal de guía puede utilizarse para enviar señales de identificación, de sincronización y un enlace de datos. Las potencias radiadas son de unos 5 vatios y la granularidad de la información será de 0,01 grados, aproximadamente. En la figura 10 se muestra el espectro ocupado.

El pequeño tamaño de las estructuras de antenas permite situarlo de forma rápida al lado del sistema convencional ILS de la OACI que puede continuar funcionando en beneficio de los aviones no equipados con el nuevo sistema.

Conclusión

El elemento Doppler básico es un sistema de antenas directivo lineal que permite definir superficies cónicas

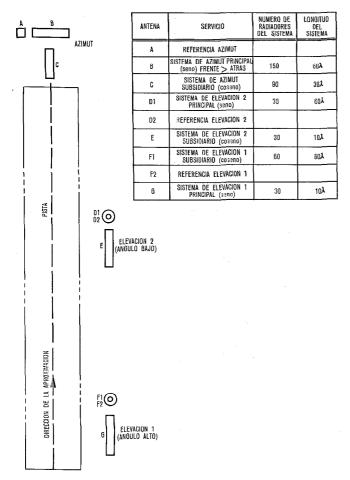


Fig. 15 Posiciones del sistema de antenas según RTCA SC 117. Configuración K.

en el espacio, en términos de frecuencia, con una gran precisión. Puede utilizarse como pieza básica en la construcción de sistemas de guía y de navegación basados en tierra y de alta precisión; el uso específico que se ha discutido en este artículo es su aplicación como sustitución del sistema ILS convencional. Dentro de esta misión puede fácilmente cumplir los requisitos de guía angular para aviación civil, tipificados en los establecidos por la especificación SC117 de RTCA, proporcionando guía en azimut y en elevación de suficiente precisión mediante un canal de RF separadamente comprendido dentro de los límites establecidos de anchura de banda y de velocidad de información. Es posible su coexistencia con sistemas de aterrizaje ya instalados.

Aunque la característica de precisión de un sistema de antenas Doppler es en teoría virtualmente idéntida a la de los sistemas de haz exploratorio convencional que utilicen un sistema de antenas equivalente, en la práctica es mucho más fácil de instrumentar, tanto eléctrica como mecánicamente.

En la actualidad, estamos investigando un cierto número de aspectos del sistema. Estos incluyen:

- Un análisis formal preciso del espectro radiado.
- Determinación de la envolvente óptima de los impulsos radiados (en términos de ocupación del espectro y economía de generación).

- Determinación del ciclo de barrido óptimo comparando la exploración simple bidireccional, de velocidad uniforme, con otras secuencias de exploración. Esto podría permitir reducir considerablemente el número de radiadores para una longitud dada del sistema de antenas con la consiguiente simplificación de aparatos y aumento de la fiabilidad.
- Otros medios de conversión cónica a plana que puede conducir a configuraciones más sencillas de antenas.
- Medios para mejorar la cobertura azimutal para ángulos de elevación muy bajos. Esto puede implicar la división del sistema de antenas azimutal, colocando una parte a cada lado de la línea de aproximación y elevándolas sobre el nivel del suelo y permitiría la instalación de un sistema de medida de distancia DME, de corto alcance y alta precisión, basado en el principio de triangulación.
- Medios alternativos para suprimir los lóbulos laterales de frecuencia de los diagramas de radiación.

El sistema tiene extraordinaria flexibilidad y estamos actualmente investigando otros usos del sistema de antenas lineal básico, en particular para proporcionar una guía precisa a los aviones de despegue vertical V/STOL y parece probable que se podrán obtener determinaciones tridimensionales de la posición con precisiones que varían desde 9 metros (30 pies) hasta 0,3 metros (1 pie), (dependiendo de la posición) y hasta un alcance de, al menos, 12 millas.

Esta flexibilidad es un gran mérito del sistema Doppler; puede adaptarse a un amplio margen de formatos de señal, duración de la información, etc. con un amplio margen de seguridad. Esto ocurre porque su característica de autocodificación permite una amplia reducción de la anchura de banda necesaria que puede ser manejada para prácticamente cualquier aspecto de cualquier requisito, incluída la sencillez.

Agradecimiento

Estamos en deuda con algunos colegas nuestros por las útiles discusiones mantenidas con ellos y particularmente con Los Sres. K. M. Kelly, C. S. Smith, J. Lansfield y L. C. Greenwood que han realizado la mayor parte del trabajo experimental que se ha descrito aquí, y con el Capitán A. Hare por sus vuelos de prueba de precisa meticulosidad. Nos complace señalar la cortesia del Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido por facilitar el emplazamiento de pruebas en el aeropuerto de Stansted y también deseamos, de manera particular, agradecer la ayuda prestada en algunos análisis matemáticos por el Sr. G. Clarke de la Royal Aircraft Establishment. De manera especial, manifestamos nuestro agradecimiento a la contribución conjunta del Comité Especial 117 de RTCA, y su director, el Sr. S. B. Porizky, por el proceso de clarificación que nos ha permitido pasar de un concepto teórico a una proposición práctica, Confiamos que otros miembros del comité nos disculpen que particularicemos al Sr. P. Fombonne con una mención especial.

Referencias

Referencias
 Patente de Estados Unidos nº 2.411.518 del 26 de noviembre de 1946.
 C. W. Earp y R. M. Godfrey: "Radio Direction Finding by the Cyclical Differential Measurement of Phase", Journal of Institution of Electrical Engineer, 1947, parte IIIa, nº 94, págs. 705—721, reimpresa en Electrical Communication, marzo 1949, volumen 26, nº 1, págs. 52—75.
 C. W. Earp y D. L. Cooper-Jones: "Practical Evolution of the Commutated Aerial Direction-Finding System", Proceeding of Institution of Electrical Engineers, 1958, Part B, nº 105, Suplement nº 9, reimpresa en Electrical Communication, 1961, volumen, 37 nº 2, págs. 118—134.
 R. F. Cleaver: "A Wide Aperture VHF Doppler Direction Finder", Institution of Electrical Engineers Conference Proceedings ED 5: Electronics Research and Development for Civil Aviation, págs. 207—212 (1963).
 Patente británica, nº 549.530, del 4 de agosto 1944.
 F. Steiner: "Wide-Base Doppler Very High Frequency Direction Finder"; Institute of Radio Engineers Transactions on Aeronautical and Navigational Electronics, volumen ANE-7, septiembre 1960, págs. 98—105, reimpresa en Electrical Communication, 1961, volumen 37, nº 2, págs. 136—146.
 W. J. Crone y H. Popp: "El VOR Doppler de SEL, Comunicaciones Eléctricas, 1968, volumen 43, nº 2, págs. 152—158.
 R. Colin: "Otto Scheller and the Invention and Application of the Radio Range Principle, Electrical Communication, 1965, volumen 40, nº 3, págs. 359—368 y referencias.
 W. L. Garfield v F. T. Norburv: "Instrument Low-Approach System and

Range Principle, Electrical Communication, 1965, volumen 40, no 3, pags. 359—368 y referencias.
[9] W. L. Garfield y F. T. Norbury: "Instrument Low-Approach System and Radio Altimeter for All-Weather Landings", Electrical Communication, 1966, volumen 41, no 2, pags. 196—214.
[10] C. W. Earp: "Performance-Defining Parameters of Radio-Navigational Aids", Proceeding of Institution of Electrical Engineers, mayo 1966, volumen 113, no 5, pags. 767—774.
[11] C. W. Earp: "Basis for a Mathematical Theory of Direction-Defining Radio Beacons, Proceedings of Institution of Electrical Engineers, junio

dio Beacons; Proceedings of Institution of Electrical Engineers, junio

1969, volumen 116, n° 6, págs. 901—904.
[12] G. F. Clarke: Comunicación privada.
[13] Signal Format Development Team Report to RTCA Special Committee 117; Microwave Scanning Landing Guidance Systems (LGS); artículo de RTCA 189-70/SC 117 SFDT-27.

Charles William Earp nació cerca de Cheltenham, Inglaterra, en 1905. Hizo sus estúdios en la Universidad de Cambridge, graduándose con honores de primera clase en 1927 y desde entonces toda su carrera profesional ha estado dedicada al sistema ITT.

Su primer trabajo estuvo principalmente relacionado con los sistemas de radiocomunicación, en un principio con sistemas de HF, incluyendo recepción en banda lateral única y luego con sistemas múltiplex de división en tiempo. Más tarde, su principal interés se orientó hacia ayudar a la radionavegación, particularmente a la radiogonometría.

Durante el período 1935-1967 perteneció a la División de Radio de Standard Telephones and Cables Limited, New Southgate, Londres, siendo jefe de desarrollos avanzados desde 1946. Desde 1967 ha trabajado en desarrollo con el título de Senior Principal Engineer en Standard Telecommunication Laboratories Limited, Harlow, Essex, donde ha estado dedicado a las tendencias futuras de ayudas de aterrizaje y de aproximación de aeronaves.

Es autor de numerosos artículos técnicos y ha sido galardonado con los premios "Kelvin" y "Heaviside" de la Institution of Electrical Engineers, es también el autor de 146 inventos que cubren un amplio campo en los sistemas de comunicación y de navegación. Es miembro de IEEE, de IEE y en 1965 se le concedió el título de Oficial de la Orden del Imperio Británico, en reconocimiento de sus contribuciones en el campo de las ayudas a la radionavegación.

Giles Overbury nació en Nottingham, Inglaterra, el 27 de octubre de 1923. Estuvo en un principio relacionado con trabajos de navegación cuando perteneció al Royal Aircraft Establishment de Farnborough en 1946, rama técnica de la Royal Air Force. Este trabajo estaba en conexión con el radiocompás automático que se estaba desarrollando allí.

Al desmovilizarse, ingresó en Standard Telephones and Cables Limited, en New Southgate, donde trabajó en diseño de receptores de a bordo. Esto incluía todos los receptores de ILS y VOR y sus equipos de prueba, desarrollados en STC en aquel período. Entre 1961 y 1967 su trabajo abarcó también los métodos de mejorar la precisión del VOR de a bordo. Esto incluía las técnicas digitales, Doppler y "Multilóbulo".

Desde su incorporación a Standard Telecommunication Laboratories, en Harlow, su trabajo ha estado casi totalmente asociado con las ideas relacionadas con las técnicas Doppler inspiradas por Charles W. Earp. La más importante de éstas es el sistema descrito en el presente artículo.

Peter Sothcott nació en Londres en 1924. Recibió el grado B. Sc. (General) en la Universidad de Londres en 1944 y grado de honor B. Sc. en Física (también en la Universidad de Londres) en 1953.

En 1944 ingresó en la División de Radio de Standard Telephones and Cables Limited en New Southgate, donde trabajó principalmente en radioayudas a la navegación y en control de tráfico aéreo. Desde su transferencia a Standard Telecommunication Laboratories Limited en 1967 ha estado también relacionado con problemas asociados con el funcionamiento de complejas estaciones de radio, transmisoras y receptoras.

El Sr. Sothcott es Chartered Engineer y miembro de la Institution of Electrical Engineer. Es autor de numerosos artículos relacionados con ayudas a la navegación y control de tráfico aéreo, por uno de los cuales recibió el Premio Ambrosio Heming de la Institution of Electrical Engineers. Es también autor de varias patentes dentro de su especialidad.

El proceso RACINE* - Fundamento y modelo experimental

Los radares convencionales de impulsos coherentes pueden presentar zonas ciegas en distancia y velocidad cuando se utilizan para detectar objetos distantes volando a gran velocidad. El sistema RACINE elimina estas zonas ciegas utilizando impulsos separados aleatoriamente, y permitiendo la detección de objetos volando bajos a gran velocidad y gran distancia. Además la exacta medida de la velocidad radial mejora el seguimiento y captación.

H. BOSC J. M. COLIN

Laboratoire Central de Télécommunications, Velizy, Francia

Introducción

Los radares coherentes por impulsos no equidistantes, se utilizan, con frecuencia, principalmente para la vigilancia en tierra y en el mar donde sus características intrínsecas proporcionan una buena sensibilidad y visibilidad elevada en el caso de obstáculos móviles en zonas de elevado contenido en interferencias.

No obstante, la aplicación de los citados radares en la detección de objetivos lejanos desplazándose rápidamente, presenta el riesgo de problemas de indeterminación en la estimación del alcance y velocidad, dando por lo tanto origen a zonas ciegas tanto en alcance como en velocidad.

A fin de evitar velocidades ciegas, se han investigado varias alternativas:

- Utilización de longitudes de onda largas, a fin de disminuir el desplazamiento Doppler absoluto, para una velocidad determinada. En este caso la antena necesaria para obtener una precisión de orientación razonable es demasiado grande.
- Radares "Doppler de Impulsos" de alcance indeterminado.
- Radares de onda continua modulada en frecuencia (O. C. M. F.).

Los dos últimos intentos desembocan en la localización de obstáculos pequeños y lejanos perturbados por interferencias próximas.

 Radares coherentes de frecuencia de repetición de impulsos alternada, que atenuan los efectos de las velocidades ciegas.

Patrocinado por la Direction des Recherches et Moyens d'Essais (DRME) de Francia, el Laboratoire Central de Télécommunications (LCT), inició hace cinco años, con Fondos Internos, el estudio para el desarrollo del principio del radar de frecuencia de repetición de impulsos alternada, orientado especialmente a la eliminación de la velocidad ciega.

En términos generales, la utilización de modulación aleatoria en posición de los impulsos emitidos sucesivamente, se traduce en la eliminación de la velocidad ciega y en la estimación de la velocidad radial verdadera sin indeterminación alguna ni en alcance ni en velocidad.

Función indeterminación en el radar de impulsos

El comportamiento teórico de un radar, puede describirse adecuadamente, mediante la función indeterminación de la forma de onda transmitida. Dicha función representa la respuesta del receptor, adaptado a un alcance determinado D_0 (retardo) y para una determinada velocidad radial V_0 (frecuencia Doppler), y en que el alcance D y la velocidad radial V de la señal incidente, varía a lo largo de todo el período de retardo y del margen de frecuencia Doppler.

La función indeterminación depende solamente de $V-V_0$ y de $D-D_0$. La figura 1 la representa para el caso de un radar recurrente a impulsos. La indeterminación de alcance y velocidad aparece en forma de distribución regular de picos de amplitudes iguales.

Para evitar toda indeterminación en este radar, el máximo alcance y la mayor velocidad radial medibles deben caer dentro del rectángulo próximo al origen, y cuya superficie es igual a:

$$D_1 V_1 = \frac{c \lambda}{4}$$

- c velocidad de la luz
- λ longitud de onda transmitida.

Mediante una elección adecuada de la frecuencia de repetición de impulso F_r , la forma del rectángulo puede variarse para adaptarse al alcance y velocidad máximos necesarios, pero sin variar su área que es función únicamente de la longitud de onda.

De esta forma, los radares a impulsos recurrentes se adaptan muy bien a la localización, dentro de alcances moderados, de obstáculos móviles con velocidades limitadas. Tales circunstancias suelen normalmente concurrir en el caso de vigilancia en tierra o en el mar donde estos radares son de uso normal.

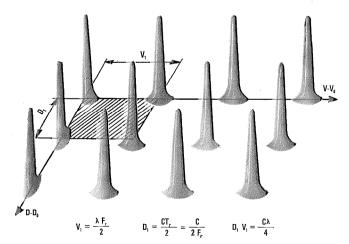


Fig. 1 Función indeterminación de un radar Doppler a impulsos recurrentes,

^{*} RACINE es la sigla francesa de "Radar Cohérent à Impulsions Non Equidistantes".

Modulación de impulsos en posición

Cuando los obstáculos móviles no quedan reducidos al caso de peatones, vehículos, navíos y otros objetos con desplazamiento lento, surge el problema de la indeterminación, dando lugar a:

- Velocidades ciegas cuando se necesita un filtro de eliminación de parásitos.
- Errores en la estimación de velocidades.
- Alcances ciegos.
- Confusión de obstáculos pequeños distantes con interferencias cercanas.

Utilizando impulsos espaciados aleatoriamente, en lugar de periódicos, se logra una buena solución del problema citado.

Los intervalos de tiempo sucesivos pueden definirse según muestra la figura 2.

Cada impulso está desplazado respecto de su posición inicial en forma periódica, en una cuantía Δt_k para el impulso de orden k. Puede definirse un período medio T, con lo que las posiciones de los impulsos quedan determinadas por la secuencia ΔT_k .

Fundamentalmente se han estudiado tres tipos de ΔT_k :

- ΔT_k presenta valores aleatorios, con un valor medio cero y un valor medio cuadrático $t_{v.m.c.}$. El análisis matemático resulta sencillo, pero la realización es francamente complicada.
- ΔT_k es de tipo periódico, correspondiente a N valores independientes de Δt_k . Ello corresponde a un desarrollo seudo-aleatorio, fácil de realizar en un radar. Si N es mayor que el número de rastros en una muestra de obstáculo, no hay diferencia de resultado entre procesos seudo-aleatorios y aleatorios.
- Δt_k constituye una función sinusoidal del tiempo. Ello conduce a un reloj muy sencillo para el radar, evitando la necesidad de una memoria para registrar el valor de Δt_k . Este tipo de modulación de impulsos en posición es muy adecuado al tipo B de dispositivo ordenador de señal descrito a continuación.

Características del radar Doppler de impulsos no periódicos

Función indeterminación

La modulación aleatoria de la posición del impulso, altera en forma notable a la función indeterminación, según muestra la figura 3.

La respuesta del filtro adaptado presenta solamente un pico máximo en el origen, como en el caso de un radar periódico.

Los picos secundarios quedan recortados, su amplitud es menor y, a causa de las características de la fun-

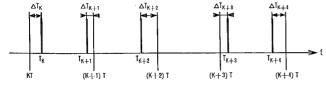


Fig. 2 Modulación de impulsos en posición.

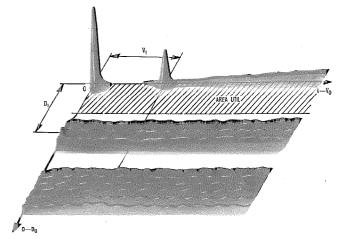


Fig. 3 Función indeterminación de un radar "RACINE".

ción indeterminación (es decir, volumen constante bajo el área), la respuesta deja de ser cero entre picos secundarios, dando origen a una respuesta distribuída a lo largo de los ejes alcance y velocidad.

La figura muestra que no pueden producirse medidas indeterminadas de alcance y velocidad.

Espectro de ecos recibido

La figura 4 representa el espectro correspondiente al eco de un obstáculo fijo, compuesto de una línea central, correspondiente a la frecuencia emitida, con líneas secundarias, espaciadas en la frecuencia recurrente media, y decrecientes exponencialmente.

La energía, previamente contenida en las líneas sucesivas de igual amplitud, ahora se reparte a lo largo del eje de frecuencias.

Este espectro presenta tres características dignas de destacarse:

- La proporción de disminución de los picos sucesivos depende solamente del valor medio cuadrático de Δt_k .
- El valor medio cuadrático de la parte repartida del espectro depende únicamente del número de muestras recibidas del obstáculo.
- El pico principal está rodeado por dos zonas desprovistas de energía.

Sistemas de elaboración de señales

Supresión de interferencia de suelo

El aspecto del espectro recibido, correspondiente a la interferencia, sugiere la aplicación de un proceso de filtrado para eliminar dicha interferencia.

La figura 5 reproduce:

- a) el espectro del obstáculo fijo
- b) el espectro del obstáculo móvil.

El segundo se obtiene del primero mediante una traslación, a lo largo del eje de frecuencias, igual a la frecuencia Doppler.

Por lo tanto dos filtros Doppler, de respuesta como la de la figura 5 c), no admitirán ninguna energía pro-

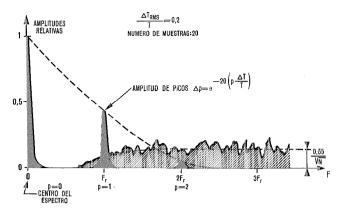


Fig. 4 Espectro de señal de obstáculo fijo.

cedente de obstáculos fijos, pero tomarán una parte de la energía correspondiente a obstáculos móviles, cualquiera que sea la velocidad radial.

De la forma de los espectros puede deducirse que la cantidad total de energía captada por los filtros Doppler no variará mucho con la frecuencia Doppler.

El dibujo muestra el espectro centrado respecto de la frecuencia portadora. Mediante traslación en el receptor coherente, el espectro suele normalmente centrarse sobre la frecuencia cero, por lo que el espectro resulta doblado necesitándose un solo filtro Doppler.

La respuesta relativa, obtenida de un radar, equipado con un filtro anti-interferencia como el descrito, se representa en la figura 6, en función de la frecuencia Doppler del eco, comparada con la obtenida de un radar periódico, y mostrando la eliminación de la velocidad ciega.

Receptor de filtro adaptado

El filtro anti-interferencia antes mencionado, no es aplicable para la medición de frecuencias Doppler, captando solamente una parte del espectro total del eco correspondiente a un obstáculo móvil.

Para medir la frecuencia Doppler, el receptor debe llevar incorporados:

- Un filtro anti-interferencia que separe, del espectro recibido, toda la energía procedente de obstáculos fijos (es decir, el espectro representado en la figura 5a) sin perturbar al espectro correspondiente al obstáculo móvil.
- Un Banco de Filtros Doppler, cada uno de los cuales presenta una anchura de banda igual a la inversa del tiempo de reposo (filtro adaptado), y cubriendo en conjunto el margen completo de frecuencias Doppler (es decir, hasta 10 ó 20 veces la frecuencia de recurrencia).

Debe hacerse notar que, mientras un radar Doppler de impulso necesita 50 filtros elementales (la frecuencia Doppler medida queda limitada a la mitad de la frecuencia de repetición de impulsos) un radar RACINE necesita de 10 a 20 veces más filtros (es decir de 500 a 1000).

Estos supuestos son válidos para cada puerta de alcance.

Un procedimiento expeditivo de realizar el filtrado sería equipar cada puerta de alcance con un banco de filtros Doppler. Ello conduce a, digamos por ejemplo: 100 puertas de alcance \times 1000 filtros por banco hacen un total de 100.000 filtros elementales.

A fin de evitar un cúmulo tal de filtros Doppler, hace 5 años, con cargo a Fondos Internos, y bajo el patrocinio de la DRME de Francia, fue desarrollada una memoria digital a partir de una patente original del Ingeniero General de Armamento M. ALGABLI.

Con dicho artificio es posible, mediante un banco de filtros único, filtrar sucesivamente los ecos procedentes de las distintas puertas de alcance. La descripción correspondiente viene dada en [1].

El filtro anti-interferencia es del tipo recursivo, que trabaja en tres muestras sucesivas, en esencia se trata del conocido "Supresor doble" de los receptores coherentes de Radar para blanco móvil [2]. Se añaden algunas compensaciones a fin de tener en cuenta los valores aleatorios de los intervalos de impulsos.

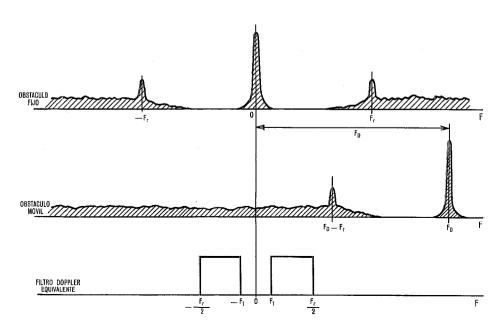


Fig. 5 Borrado de obstáculos fijos mediante selectores.

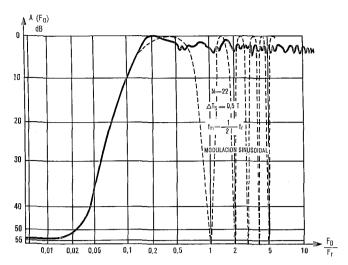


Fig. 6 Registro experimental de la respuesta de amplitud de un margen más el circuito de filtros Doppler en función de la frecuencia Doppler.

Dicho filtro está desadaptado respecto de la señal procedente del obstáculo fijo y no perturba en forma apreciable a la señal procedente del obstáculo móvil.

Aunque por este procedimiento, solo es necesario un banco de filtros, dicho banco de 500 a 1000 filtros Doppler es notablemente difícil de realizar en forma analógica, en particular en el aspecto de estabilidad. La anchura de banda debe ser constante, cualquiera que sea la frecuencia central, alcanzando Q en los filtros superiores un valor de 1000.

El banco de filtros adaptados resulta más hacedero siguiendo otro camino: Un procesador calcula la transformada de Fourier de la señal recibida y la entrega en forma de función del tiempo.

El procesado de la señal, equivalente a la actuación del filtro adaptado, se realiza pues haciendo pasar la señal transformada de Fourier a través de un filtro paso bajo, seguido de un umbral para detectar la presencia de un obstáculo en la correspondiente puerta de alcance.

El instante en que la señal atraviesa al umbral facilita la frecuencia Doppler, y por lo tanto la velocidad radial.

La figura 7 representa el esquema del radar RACINE con un receptor de filtro adaptado según se ha descrito.

Tipos diversos de radares RACINE

De los apartados anteriores, se deduce la existencia de tres caminos distintos para realizar el análisis de la señal, en función de los resultados deseados. En la tabla 1 se comparan los tres métodos.

Descripción del radar experimental

Patrocinado por DRME, Laboratoire Central de Télécommunications (LCT) ha construido un radar RACINE experimental, una vez comprobada su posibilidad de realización, mediante el estudio teórico y simulación digital y analógica, no presentando indeterminaciones ni zonas ciegas tanto en alcance como en velocidad, al tiempo que conserva el alto poder resolutivo del radar de impulsos. El radar experimen-

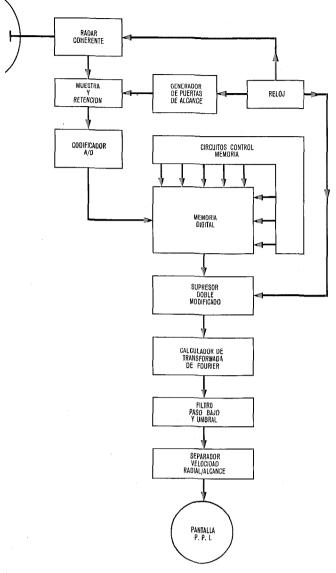


Fig. 7 Radar RACINE con receptor de filtro adaptado.

tal fue concebido para comprobar aquellas características con obstáculos reales.

El transceptor coherente emplea un transmisor a magnetrón. El receptor contiene un oscilador local

Tabla 1

	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Procesado de la señal	supresor doble digital	puertas alcance + filtros Doppler	supresor doble digital + filtro adaptado
Sensibilidad (dB por debajo del filtro adaptado)	# 10 dB	3 a 6 dB	# 0 dB
Coeficiente visibilidad por debajo de inter- ferencia	# 40 dB	≥ 40 dB	50 dB
Supresión obstáculo lento	deficiente	limitada	buena
Medida velocidad radial	no	no	si
Costo	muy bajo	bajo	moderado

estable y un oscilador coherente para almacenar la fase del impulso emitido. La fotografía de la figura 8 muestra el transceptor y la antena del radar.

Para poder probar y comparar los diversos tipos de radares RACINE, el dispositivo procesador de señal comprende un receptor de filtro adaptado y un procesador con puerta de alcance multiple y filtro Doppler.

Las puertas de alcance y los filtros Doppler emplean circuitos analógicos, con filtros de RF activos.

El receptor de filtro adaptado comprende un convertidor Analógico-Digital (A/D) para las señales de entrada. A fin de restablecer la señal del desplazamiento de frecuencia Doppler, el proceso debe llevarse a cabo con las dos componentes de la señal en cuadratura, normalmente designadas por "seno" y "coseno". Con objeto de cuantificar el ruido, la longitud

Con objeto de cuantificar el ruido, la longitud digital de la palabra fue hecha igual a 9 bits. De esta suerte, la memoria se organiza en forma de palabras de 2×9 bit para señales seno y coseno.

Con objeto de mejorar la velocidad, el supresor doble es de tipo híbrido, es decir con entrada digital y salida analógica. Por las mismas razones, el ordenador de transformada de Fourier se realizó con circuitos analógicos. Por motivos de estabilidad y costo, fue preferible desarrollar un ordenador digital de trans-

formada de Fourier, con un algoritmo que permitiera un cómputo rápido. El algoritmo Cooley-Turkey F.F.T.* es aplicable únicamente en muestras recurrentes, y no en el caso de señal RACINE por lo que los diseños F.F.T. no pueden utilizarse.

Patrocinado por DRME, el LCT está desarrollando un ordenador digital de transformada de Fourier, utilizando aproximaciones con objeto de lograr una velocidad lo más elevada posible.

La fotografía de la figura 9 representa el cubículo de proceso de señal, conteniendo los elementos de F.I. del receptor coherente, el ordenador de filtro adaptado y las alimentaciones.

El ordenador abarca 64 puertas de alcance y 1.000 filtros Doppler para cada puerta de alcance; de esta manera el funcionamiento es análogo al de un ordenador convencional con 64.000 filtros Doppler.

Pruebas de campo y resultados alcanzados

Patrocinado por la "Section d'Etudes et Fabrications des Télécommunications" (SEFT), Organismo Militar Francés, el radar RACINE experimental ha sido probado en el campo, principalmente con objetivos volando a baja altura.

^{*} Fast Fourier Transform: Transformada de Fourier rápida

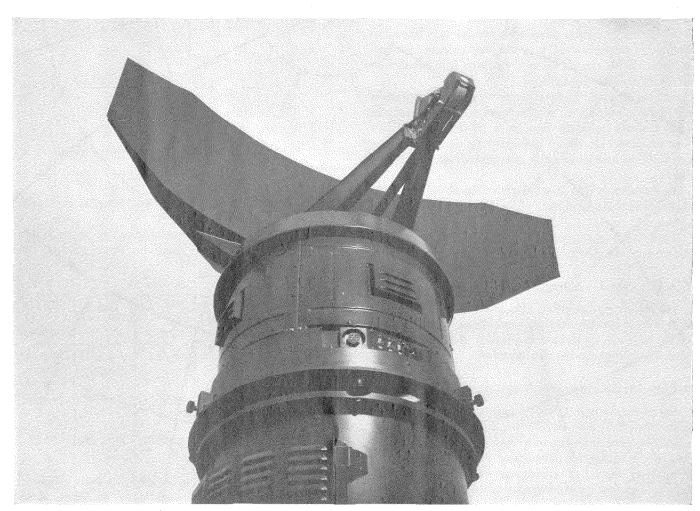


Fig. 8 Sistema de radar — Antena emisión/recepción.

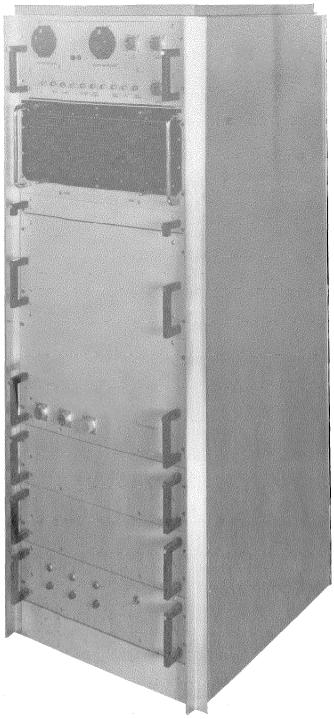


Fig. 9 Sistema de radar — Unidad de proceso.

Los resultados obtenidos han confirmado los alcanzados en el estudio teórico y en el proceso de simulación.

Se ha determinado perfectamente que los radares RACINE:

-Ofrecen un coeficiente de visibilidad muy bueno (mejor que 40 dB), en condiciones de interferencias, el mismo prácticamente de los radares recurrentes.

- Permite, en caso necesario, eliminar los obstáculos
- Suprime velocidades ciegas.
- Evita las indeterminaciones de alcance.
- Mide la velocidad radial del objetivo sin indeterminación.

Una consecuencia importante de las cualidades arriba citadas estriba en que el principio de no recurrencia proporciona una mayor libertad en la elección de la longitud de onda de trabajo, siendo menos estrictas las limitaciones debidas a las indeterminaciones en cuanto a alcance y velocidad. En consecuencia, la longitud de onda puede elegirse atendiendo a otros factores: sección eficaz del objetivo, tamaño de antena, etc. . . .

Conclusión

El proyecto RACINE ha desembocado, a través del estudio teórico, de la simulación y de las pruebas de campo, en un nuevo tipo de radares de características mejoradas en comparación con los radares Doppler a impulsos periódicos.

Los radares RACINE son muy adecuados para la localización, en condiciones de interferencia acusada, de objetivos volando a baja altura y a medio y largo alcance.

La estimación exacta de la velocidad radial, cada vez que el haz de la antena ilumina al objetivo, constituye una cualidad inapreciable para el rastreo y seguimiento del objetivo.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Direction des Recherches et Moyens d'Essais y a la Section d'Etudes et Fabrications des Télécommunications por su ayuda y aliento durante la realización de este proyecto.

Referencias

- [1] J. M. Colin: Perfeccionamiento del radar por proceso digital, Comunica-
- ciones Eléctricas. Vol. 43 (1968) nº 4, págs. 360-365.
 [2] R. S. Berkowitz: Modern Radar John Wiley and Sons, Nueva York, 1965, capítulo 3, págs. 518-520.

H. Bosc, nació en París, Francia, el 23 de junio de 1920. Posee el título de Ingeniería Física de la "Ecole de Physique et Chimie" París, y de Ciencias de la Universidad de París. Ingresó en el Laboratoire Central de Télécommunications en 1954, siendo actualmente Assistant Radar Division Manager, ocupándose especialmente de los aspectos técnicos.

J. M. Colin, nació en Nancy, Francia, en 1936. En 1958 obtuvo un título en Ingeniería Electrónica de la Escuela Superior de Electricidad, y luego se doctoró en la Facultad de Ciencias de la Universidad de París.

Ingresó en el Laboratoire Central de Télécommunications en 1962, estando actualmente al frente de la Sección de Estudios Avanzados de la División de Radar, dedicado a la investigación y desarrollo de nuevos procedimientos para la mejora de los radares coherentes. Tiene a su cargo un curso de enseñanzas de Radar en la Escuela Superior de Electricidad.

Nuevas realizaciones

El sistema electrónico de conmutación telefónica "METACONTA L".

CGCT y LMT que crearon y desarrollaron el sistema telefónico automático PENTACONTA*, presentan hoy su sucesor electrónico: el sistema "METACONTA* L". Este sistema se ha desarrollado en el marco del programa para conmutación electrónica de SOCOTEL, bajo los auspicios de CNET (Centro Nacional de Estudios de Telecomunicación de Francia) y con la participación activa de muchas compañías ITT.

El "METACONTA L" es un sistema de programa almacenado cuya unidad de control es un ordenador electrónico, especialmente diseñado para conmutación telefónica.

El procesador recibe las órdenes emanadas de los abonados en forma de impulsos digitales, procedentes de disco o teclado, y establece las conexiones para el encaminamiento de las llamadas hacia sus destinos a través de matrices de contactos. En la versión "11 A", estas matrices están formadas por miniconmutadores, es decir, por selectores realizados con elementos miniatura del tipo de barras cruzadas; en la versión "10 R", estas matrices consisten en contactos "reed" Herkon* magnéticamente controlados, sellados en tubos de cristal. Estas matrices de contactos se diseñaron especialmente para el sistema "METACONTA L", con el fin de obtener una calidad óptima de la transmisión, velocidad de operación y miniaturización. Algunas de estas centrales telefónicas pueden acomodar varios miles de matrices.

Las ventajas ofrecidas por estos sistemas, en comparación con las centrales convencionales pueden resumirse así: menor superficie ocupada, en proporción 1/3; capacidad bastante superior a 60.000 líneas, menor número de operaciones de actuación y control, que pueden incluso supervisarse a distancia desde un punto común a varios centros; alta confiabilidad y mantenimiento más simple; marcado más breve (el abonado puede llamar a sus corresponsales más frecuentes mediante 2 ó 3 dígitos, aunque estén localizados en otros países); transferencia automática a otras extensiones: repetición de llamada automática a una extensión ocupada, etc.

Actualmente, están ya en proceso de fabricación cerca de 40.000 líneas del sistema electrónico de conmutación telefónica "METACONTA L" que cubren los pedidos de centrales proyectados para una capacidad total de 100.000 líneas, concretamente para:

 Rabat (Marruecos)
 3.000/10.000 líneas

 Roissy (Francia)
 6.000/30.000 líneas

 Guadalajara (México)
 20.000/30.000 líneas

 Las Vegas (USA)
 9.000/30.000 líneas

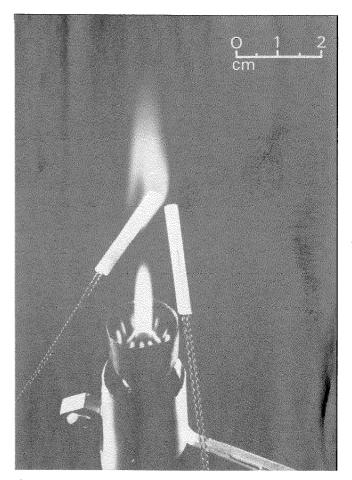
Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Avance sensacional en termistores que amplía el margen de temperatura a 1000 °C.

Un avance considerable en el diseño de termistores por los ingenieros de ITT ha aumentado el margen efectivo de temperatura en más del doble de lo que estos versátiles componentes podían utilizar.

Hasta ahora, los transistores de coeficiente de temperatura negativo (NTC) han operado en un margen de -100°C a +300°C. Recientemente la división de termistores en Taunton del grupo de componentes de ITT ha conseguido un termistor NTC (tipo HT 103/750) en forma de sonda de pruebas que puede utilizarse hasta 1000°C.

Aunque los materiales para los termistores de alta temperatura existen desde hace muchos años, el diseño de esta sonda de pruebas de ITT se cree que es el primero que puede utilizarse como cualquier otro termistor. Los termistores se han ganado una firme reputación como componentes de alta sensibilidad y respuesta rápida en un margen extenso de aplicaciones sensibles a la temperatura y este nuevo desarrollo confirma que estas ventajas pueden conseguirse también con altas temperaturas.



El nuevo termistor sonda de alta temperatura de ITT puede utilizarse a temperatura de la llama del mechero de gas.

Este nuevo diseño de termistor tiene considerables ventajas técnicas sobre los dispositivos existentes sensibles con la temperatura, tales como termómetros y termopares de resistencia, de gas y de líquido en tubo de metal. La precisión es mejor que 0,1 K y el único equipo auxiliar necesario es un puente y potenciómetro de corriente continua. Tiene un tiempo de respuesta muy rápido, la forma del termistor ofrece un aspecto robusto, y puede utilizarse para aplicaciones de lectura a distancia sin que pierda sensibilidad manteniendo su precisión de medida

Las aplicaciones de este termistor están indicadas para hornos de procesos industriales, detectores de llama en sistemas de calefacción central u otros que empleen combustibles líquidos o gases.

ITT Components Group Europe, Reino Unido

La Administración de Correos australiana adopta el Metaconta* 10 C.

Además del pedido a BTM firmado en el mes de junio de 1970 para una central electrónica interurbana Metaconta 10 C de 12.000 líneas, destinada al área de Sidney, la Administración de Correos australiana ha encargado a la Bell Telephone la entrega de otras dos centrales interurbanas electrónicas de 8.000 líneas con destino a los edificios de Waymouth y Lonsdale situados en el área de Adelaida y Melbourne, respectivamente.

La fecha de puesta en servicio se ha fijado para finales de 1974.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

^{*} Marca registrada del sistema ITT.

^{*} Marca registrada del sistema ITT.

Cuatro nuevos radiofaros tipo Consol de STK en funcionamiento en Noruega proporcionan ayudas a la navegación de pescadores, marinos y pilotos de aviación.

El 10 de junio se celebró en Stavanger, en la costa suroeste de Noruega, la inauguración de cuatro nuevos radiofaros noruegos tipo Consol. En esta fecha se puso en funcionamiento el moderno equipo Consol de STK, en sustitución del antiguo. Tres estaciones nórdicas han estado ya en servicio durante un año.

A la inauguración asistieron destacados representantes de las autoridades británicas, alemanas y noruegas, y miembros de las organizaciones pesqueras.

El ministerio noruego de pesca decidió a finales de los años 1960 construir tres estaciones de navegación tipo Consol para facilitar mejores medios de navegación para buques y aviones en las zonas marítimas del norte y oeste de Noruega.

Se ha reconocido la necesidad de facilitar otros medios adicionales de navegación para pescadores y otros usuarios, a pesar de que estas aguas están ya cubiertas en gran extensión con sistemas Loran A, Loran C y Omega, y también la línea costera se ha cubierto recientemente con cadenas Decca.

Las autoridades noruegas especificaron:

Para el equipo de navegación

- Facilidad para largo alcance
- Capacidad de navegación económica y sencilla, sin necesitar equipo receptor especial.

Para el equipo transmisor

- Funcionamiento automático y no atendido
- Alta fiabilidad, reduciendo los períodos de interrupción al mínimo
- Avisador en caso de fallos
- Alarma en caso de interrupción.

El contrato para el suministro e instalación de equipo electrónico y cables enterrados de las cuatro estaciones fué concedido a la asociada noruega de ITT, Sandard Telefon og Kabelfabrik A/S en Oslo.

El sistema Consol de STK está formado por los siguientes elementos principales:

- una estación de control, generadora de las señales de navegación y que realiza el control del sistema completo;
- un sistema de antena con tres radiadores verticales situados en línea recta a distancias de 2,6 km cada uno alimentado por un amplificador transmisor instalado en una caseta al pie del mástil;
- un receptor de comprobación para supervisión automática del funcionamiento del sistema.

Para la generación de las señales de navegación el equipo emplea la técnica digital que ofrece muchas más ventajas que el principio analógico, de las antiguas estaciones. La unidad previa de excitación digital, llamada Mini-Consol, está situada en la estación de control y genera todas las señales RF a bajo nivel de potencia.

Las señales de RF (en la banda de frecuencias 200—455 kHz) se llevan desde la estación de control a todos los amplificadores lineales de estado sólido situados en los mastiles de antena por medio de cables coaxiales. La potencia de salida a las antenas es de 3 kilovatios en el amplificador central y de 750 vatios en los laterales. Estos amplificadores fueron entregados por Standard Radio & Telefon AB de Suecia.

Con la introducción del diseño modular, duplicación de unidades y las facilidades de alarma y supervisión eficientes, se consigue que el funcionamiento sea no atendido, de gran fiabilidad y pequeño costo.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

Nuevos pedidos de sistemas de conmutación de mensajes DS4.

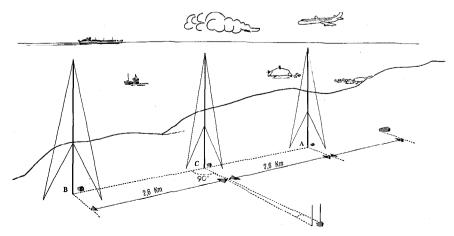
La Marina Nacional Francesa ha encargado a CGCT la instalación de tres centros de conmutación electrónica de mensajes DS 4. Estos tres equipos serán utilizados en los Centros de Retransmisión Automática de Información Digital (CRAID) de la Marina Nacional. Se instalarán en Cherburgo, Lorient y Tolón y operarán a velocidades que varían entre 50 y 1200 baudios, incluyendo un sistema de cifrado. El primero de estos equipos será puesto en servicio en un plazo de 18 meses.

Otro sistema de conmutación de mensajes DS 4 ha sido también solicitado por la oficina de Aeropuertos de Túnez. Este equipo está destinado al Aeropuerto Internacional de Túnez-Cartago y asegurará la conmutación y transmisión de todos los mensajes telegráficos desde y al aeropuerto. Este centro, que tendrá una capacidad de 34 líneas de 50 baudios, ha de ser puesto en funcionamiento en mayo de 1973 y proporcionará la automatización de un nuevo punto de la Red del Servicio Fijo de las Telecomunicaciones Aeronáuticas — RSFTA — para el que CGCT ha equipado ya o equipará los Centros de París-Orly, Viena, Moscú y Orleans.

Debe recordarse que el sistema DS4 ha sido elegido por el Ejército de Tierra francés para facilitar la conmutación y transmisión de todos sus mensajes telegráficos. Hasta ahora se han vendido 22 sistemas "DS4" como equipo de las redes telegráficas militares y civiles para Francia y el extranjero.

El sistema "DS 4" — diseñado y fabricado en CGCT — es un sistema telegráfico electrónico de tipo de almacenamiento y envio que trabaja en tiempo real. Recibe, almacena y analiza todos los mensajes que se le envian, e inicia el proceso de retransmisión hacia uno o varios abonados en orden de prioridad, tan pronto como las líneas solicitadas están libres. Para llevar a cabo las distintas funciones del centro de conmutación, el sistema "DS 4" utiliza varias unidades: el computador, la memoria de alta velocidad de trabajo, la memoria de gran capacidad de almacenamiento, y la unidad de adaptación telegráfica.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia



Sistema Consol instalado en la costa suroeste de Noruega.

Equipo múltiplex por división de frecuencia.

Equipo de traslación de mastergrupo 300/900

Mediante este equipo se modulan en la dirección de transmisión tres mastergrupos de banda de frecuencias 812—2044 kHz y se unen para formar un supermastergrupo en la banda de frecuencias 8516—12,388 kHz. El piloto de referencia 11,096 kHz se inyecta a la entrada del amplificador de transmisión del supermastergrupo (SMG) para su comprobación en el detector piloto de 11,096 kHz conectado a la salida.

En la dirección de recepción se recuperan los tres mastergrupos. Se puede comprobar el amplificador de recepción de supermastergrupo de la misma forma que el amplificador de transmisión.

Control automático de ganancia

Para el control automático de ganancia (CAG) del amplificador de mastergrupo se aplican los pilotos de referencia de los mastergrupos demodulados de 1552 kHz bien mediante exploración CAG, o por control de ganancia continuo.

Generalmente, cuando se aplica ambos tipos de regulación, por exploración e individual, el control automático de ganancia queda limitado a la supervisión del piloto cuando se suprime la memoria CAG. Incluso en este caso puede hacerse el ajuste de nivel manualmente.

Generación de portadoras de mastergrupo

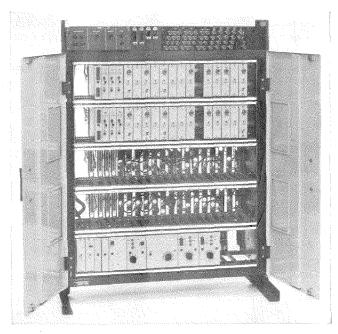
La generación de portadoras y pilotos de mastergrupo tiene equipo duplicado con cambiadores automáticos para todas las frecuencias.

Las portadoras de mastergrupo de 10.560, 11.880 y 13.200 kHz son armónicos de 1320 kHz que, a su vez, se genera a partir de la frecuencia fundamental de 2480 kHz. El piloto de 11.096 kHz se genera a partir de la portadora de 11.880 kHz y de las frecuencias de 124 y 1320 kHz.

Equipo terminal para 4 MHz y 12 MHz

El equipo anterior forma parte del equipo terminal para los sistemas coaxiales de 4 MHz y 12 MHz, y cumple totalmente con la asignación de frecuencias recomendada por el CCITT. En este sistema pueden segregarse supergrupos, mastergrupos y supermastergrupos. El equipo comprende el equipo de traslación necesario para formar mastergrupos básicos, supermastergrupos básicos y grupos de canales de línea (300 LG, 900 LG y 2700 LG), la generación de portadoras y el chasis del bastidor con la unidad de alimentación.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia



Equipo de traslación MG (con CAG de exploración).

STL entrega el primer sistema Doppler de aterrizaje instrumental.

Standard Telecommunication Laboratories Limited ha entregado a Royal Aircraft Establishment, Farnborough, Inglaterra, un equipo experimental de pendiente de descenso, perteneciente al primer sistema experimental ILS de técnica Doppler que se suministrará a cualquier nación del mundo que lo solicite. Este equipo se utilizará por Royal Aircraft Establishment como parte de un programa concertado en relación con los nuevos sistemas de aterrizaje por microondas. Los resultados de este programa pueden ser de considerable importancia en el debate internacional para seleccionar los sistemas modernos de aterrizaje instrumental. En los próximos meses se entregará la parte azimutal del sistema.

La aplicación de las técnicas Doppler al problema ILS fué concebida primeramente por Charles Earp de STL y el desarrollo del sistema hasta el estado actual se realizó en equipo. Se ha reconocido la importancia técnica y potencial del sistema para adoptarlo como una de las soluciones al problema ILS para la década de 1980, como resultado de su presentación detallada en la Comisión Radiotécnica de Aeronáutica, y con la ayuda de los laboratorios asociados a ITT.

Standard Telecommunication Laboratories Limited continúa sus esfuerzos para completar el desarrollo del sistema y al mismo tiempo que con otra compañía inglesa se comprometerá en el estudio, dentro del Reino Unido, de nuevos sistemas de aterrizaje por microondas, de acuerdo con el reciente contrato sobre ILS de STC.

Standard Telecommunications Laboratories Limited, Reino Unido

El Banco Mundial financia equipo electrónico ITT para Yugoslavia.

El Banco Mundial financiará un contrato establecido por los PTT de Belgrado, Yugoslavia, con la afiliada belga de ITT para la entrega e instalación de una central telefónica internacional automática de tipo eléctronico Metaconta*.

La central se pondrá en servicio durante 1974, de acuerdo con las condiciones del contrato. La operación es parte del programa recientemente iniciado para la automatización de la red telefónica nacional e internacional de Yugoslavia.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

Centros de control internacional para Leicester y Glasgow.

STC va a diseñar, fabricar e instalar dos centros de control telefónico internacional para el British Post Office en Leicester y Glasgow.

Las llamadas internacionales que no se puedan marcar automáticamente desde el abonado serán conectadas por un operador en el centro de control internacional. Actualmente existen cuatro centros en el Reino Unido, todos ellos situados en el centro de Londres, siendo los principales Faraday y Wood Street. La decisión de construir centros de control internacional en las provincias es fundamentalmente económica, y en realidad serán extensiones de los centros de Londres. Al comienzo se montarán 70 puestos de operador en Leicester y 100 en Glasgow.

Los abonados harán las llamadas internacionales exactamente igual que ahora. Los operadores de los nuevos centros marcarán a continuación el número de teléfono internacional, siendo encaminada la llamada automáticamente a su destino a través de Faraday o Wood Street. La mayor parte del equipo del primer centro fué suministrado por STC.

Para dirigir las llamadas entre las provincias y Londres se utilizará el equipo de señalización de operador MF3, compatible con el equipo de STC MF2 utilizado en la red nacional.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

^{*} Marca registrada del sistema ITT.

Subastas simultáneas.

Todo el mundo conoce el sistema "weiling sale" (subasta a la baja) inventado hace más de cincuenta años en Holanda, y utilizado en Francia durante los últimos diez años para la venta de hortalizas especialmente en St. Pol de Léon, Paimpol y St. Méloir des Ondes.

El sistema "weiling", de oferta decreciente, permite establecer un mercado abierto, esto es, que las transacciones se, conozcan en todos los lugares. El sistema de ofertas y compras exclusivas se convierte en una acción más eficaz de la ley de la oferta y la demanda. También facilita que el organismo económico tome las acciones pertinentes con rapidez.

Sin embargo, a pesar de la velocidad de la información, sucedía que el precio medio de las hortalizas tempranas de Bretaña, principalmente las patatas, mostraba diferencias considerables entre las distintas regiones de origen. Se ha demostrado que la razón principal de estas diferencias se basa en la falta de equilibrio del potencial oferta-demanda en las distintas zonas. Esto condujo a la idea de interconectar los mercados mediante un sistema de sincronización que permitiera a los compradores de los tres mercados ofertar simultáneamente para la adquisición de las mercancias listas para despacharse y vendidas por subasta.

La instalación consta principalmente de tres computadores ITT 1650, uno en cada lugar, uno de ellos sirve como equipo central enlazado a los otros dos mediante una línea telegráfica de 200 baudios.

Las ventas se realizan en tres etapas:

 transmisión por la impresora ASR 33 al equipo central de todas las partidas que entran con sus especificaciones de calidad, peso, embalaje, cantidades, etc.;

 Edición del catálogo dado por el equipo central con el orden de prioridad asignado, que se imprime bajo demanda por la impresora ASR 33 de cada lugar;

 Subastas según el orden determinado en el equipo central con impresión de los resultados de venta (precios medios, tonelajes, mercancias no vendidas, etc).

Los lotes en venta por cada región se venderán bajo responsabilidad del correspondiente mercado. La primera oferta de compra de cada instalación se indicará en los tres lugares, siendo declarado propietario del lote el mejor postor.

La sincronización a distancia de los mercados-subasta es la primera vez que se realiza en Francia, e incluso tal vez en Europa. Es un buen ejemplo del amplio campo de aplicaciones que ofrece la Teleinformación, técnica a la que CGCT se ha dedicado en los últimos 10 años y para la que puede ofrecer equipos experimentados y un cuadro eficiente de especialistas.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Amplificadores de estado sólido en banda L.

a) Amplificador de 25 vatios

LCT acaba de fabricar un amplificador de 25 vatios y estado sólido en la banda-L. La Compañía de Radiodifusión francesa (ORTF) tiene en servicio un modelo de estos amplificadores equipado con aletas de refrigeración para la televisión de noticias de actualidad. El aparato ha completado ya varios cientos de horas sin averias en trabajos realizados desde helicóptero.

Sus características eléctricas son:

- frecuencia central	1550 MHz
— potencia de salida	25 W
— potencia de entrada	0,6 W
— pasobanda a 1 dB	30 MHz
— rendimiento	35 º/o
— tensión de alimentación	+ 28 V

b) Amplificador de 50 vatios

Un modelo completo de este amplificador con sistema de ventilación y aletas de refrigeración está instalado a bordo del avión POTEZ en la compaña experimental ATCE desde septiembre a octubre de 1971. Se está utilizando para transmitir información desde el avión a globos sonda. Sus dimensiones exteriores son 123 × 123 × 470 milímetros (4,8" × 4,8" × 18,5").

Sus características eléctricas son:

- frecuencia central	1651,50 MH:
— potencia de salida	46 W
— potencia de entrada	5 mW
— pasobanda a 1 dB	30 MHz
— rendimiento	$32^{0}/_{0}$
— tensión de alimentación	+ 28 V

Laboratoire Central de Télécommunications, Francia

Centrales de barras cruzadas Pentaconta para el British Post Office.

La Administración de Correos y Telecomunicaciones del Reino Unido (British Post Office) ha solicitado los equipos para 31 nuevos proyectos de instalación de centrales telefónicas de barras cruzadas Pentaconta en todo el Reino Unido. El pedido cubre centrales nuevas y ampliaciones de las existentes. Se incluye una nueva central urbana de 10.000 líneas para Covent Garden y nuevas centrales de tránsito para Crawley y Cambridge.

Se harán también importantes ampliaciones en las actuales centrales de Leicester, Leeds y Bristol.

El British Post Office ha confiado a STC la fabricación exclusiva de ambos tipos de centrales, urbanas y de tránsito, con equipo de barras cruzadas.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

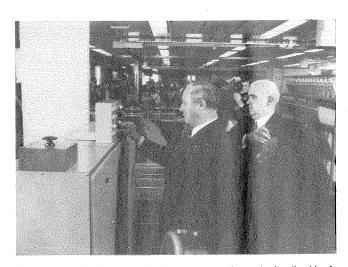
El Ministro Federal Georg Leber inaugura en la oficina de correos de Osnabrück un sistema automático de tratamiento de correspondencia.

El ministro federal de Comunicaciones y Transportes, Georg Leber, oprimió el botón de puesta en servicio de la planta más moderna en la República Federal Alemana para distribución automática de cartas en la oficina de Correos de Osnabrück.

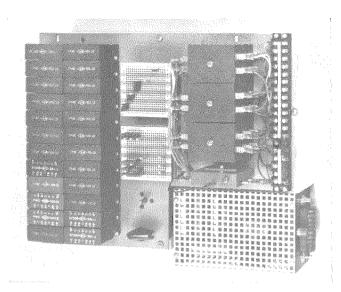
SEL ha desarrollado este sistema en estrecha colaboración con otras dos firmas alemanas. El sistema de distribución, controlado por ordenador casi en su totalidad, ha sido producido por SEL y una de estas firmas alemanas, la tercera casa alemana ha tenido a su cargo la producción de las unidades mecánicas.

SEL ha suministrado dos máquinas de distribución de cartas tipo modular VM 200, equipadas con 200 cajones de destino incluyendo las correspondientes cintas transportadoras. Las máquinas se han diseñado para la clasificación automática de la correspondencia de entrada y de salida, y están equipadas con dispositivos de lectura y tratamiento de codificación fosforescente y magnética. Cada máquina tiene capacidad para procesar cerca de 20.000 cartas por hora.

Standard Elektrik Lorenz AG, República Federal Alemana



El Ministro Federal Georg Leber inaugura una planta de distribución de cartas en Osnabrück. A la derecha el Dr. Reinhold Meyer, Presidente del "Posttechnisches Zentralamt" (Oficina Técnicz Central de Correos).



Nuevo sistema de control de las señales de tráfico de construcción modular y muy compacto, capaz de instalarse de los postes de tráfico.

Sistema de estado sólido para control de tráfico.

Los laboratorios industriales franceses Relay de ITT han perfeccionado un sistema de estado sólido para el control de las señales viarias de tráfico.

El nuevo sistema de control es la construcción totalmente modular con unidades enchufables situadas sobre un cuadro soporte compacto preparado para ser montado en el interior de un receptáculo de intemperie. El sistema completo es lo suficientemente compacto que puede montarse directamente sobre un poste de señales luminosas de tráfico. Los receptáculos de gran tamaño que se instalaban en el borde de la acera no son ya necesarios.

En el módulo se montan tres etapas: la sección de conmutación de baja potencia, la tarjeta de programa y la sección de conmutación de potencia de salida. Las clavijas que se insertan en el módulo de programa dan al equipo una gran versatilidad con capacidad para diez intersecciones de tráfico y tiempos de señalización diversos (véanse en la parte central de la fotografia). El módulo puede acoplarse a un ordenador de control de tráfico de ciudad.

Otro dato importante de este equipo es que la conmutación se realiza con una potencia de solo 1 milivatio. La tensión de alimentación puede variar de 3,5 voltios a 200 voltios c.c. o 3 voltios a 240 voltios c.a.

ITT Components Group Europe, Reino Unido

Centrales electrónicas para el British Post Office.

STC va a fabricar e instalar 8 centrales telefónicas electrónicas TXE2 para el British Post Office. Estas nuevas centrales estarán en Ardleigh y Hanningfield en Essex; Potton, Bedfordshire; Oakamoor, Staffordshire; Long Buckby, Rugby; Wedmore, Somerset; Longworth, Berkshire y Shipton under Wychwood, Oxfordshire. La primera central se terminará en noviembre de 1972 y estará completamente instalada en febrero de 1973.

Las centrales serán fabricadas por la División de Conmutación Electrónica del Grupo de Conmutación Telefónica de STC en su planta de Treforest, en el Sur de Gales. La instalación se llevará a cabo por la División de Instalaciones de Conmutación con base en Harlow.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Centrales PENTACONTA* encargadas por Irán.

CGCT, primer exportador francés de material de conmutación acaba de recibir un pedido para 36 centrales telefónicas "PENTACONTA" interconectadas por HF sobre líneas de transporte de energía. Han sido diseñadas para automatizar los sistemas telefónicos de portadoras de TEHERAN REGIONAL ELECTRIC Company.

Este pedido, que se ha recibido con intervención de la compañía suiza BROWN BOVERI encargada de la construcción de las líneas de transmisión en alta frecuencia de la red iraní, proporcionará la seguridad, supervisión y operación de una red de enorme extensión entre la costa meridional del mar Caspio y el norte del lago Namak. Las primeras entregas tendrán lugar a finales de 1971.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

El Ministro francés, Sr. Galley, visitó CGCT, LCT y LMT.

El pasado 5 de abril, deseando conocer la capacidad de producción electrónica de las Compañías CGCT, LCT y LMT, el ministro francés de Correos y Telecomunicaciones, Sr. Galley visitó las divisiones electrónicas de cada una de estas compañías, en unión con los miembros de su gabinete Sres. Favre y Rémy.

En las factorias CGCT de Massy visitó la primera central en pruebas del tipo METACONTA*, después de haberle sido presentado un aspecto general del sistema METACONTA. En LCT se mostró al Sr. Galley el ordenador ITT 3200, y finalmente en LMT la central Artémis y el modelo de laboratorio de la futura central para el Aeropuerto de Roissy.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Laboratoire Central de Télécommunications, Le Matériel Téléphonique, Francia

^{*} Marca registrada del sistema ITT.



El Sr. Galley visitando con gran interés la central electrónica META-CONTA. De izquierda a derecha los Sres. Kobus, Galley y Favre, asesor técnico del ministro.

^{*} Marca registrada del sistema ITT.

Las facilidades de encaminamiento de la central de tránsito Börseplatz de Viena racionalizan las llamadas a abonados internacionales.

En la central telefónica de Börseplatz el 15 de julio de 1971, el ministro de transportes, Mr. E. Frühbauer, en presencia del director general de correos, Dr. Pabeschitz y el director de ITT Austria, Mr. F. W. Mayer, puso en servicio solemnemente el primer equipo de sistema de conmutación 11E en la nueva versión. La central telefónica principal del edificio Börseplatz es uno de los más importantes equipos de salida de tráfico telefónico internacional en Austria. Mediante este moderno sistema se procede a la racionalización del tráfico telefónico con Alemania Occidental. Cuando se conecten todas las líneas asignadas la nueva central podrá llevar el tráfico con más fluidez.

Las facilidades de encaminamiento con registrador controlado (central de tránsito) permiten, con el empleo de tres primeras cifras del código de llamada telefónico, establecer la conexión directamente desde Viena a Alemania Occidental a través de Munich o Frankfurt. Con este procedimiento se asegura la utilización óptima de las dos líneas interurbanas existentes. También el tráfico telefónico entre Viena y Salzburgo se establecerá por dicha red mediante control de ruta, es decir, la distribución de las líneas de la red telefónica se hará mediante control automático del estado de ocupación de las líneas.

Ampliación a otros países fronterizos

Las facilidades de encaminamiento de la central de tránsito de Börseplatz en Viena se ampliarán con equipo adicional en otras localidades de la red telefónica austriaca, para acelerar el servicio telefónico hacia el exterior y también del interior. Se adaptará gradualmente al servicio telefónico con los países fronterizos, con ayuda del sistema 11E para cubrir las necesidades modernas de negocios y turismo, empezando por Suiza.

Diseño austriaco

El sistema 11 E, que emplea muchos de los elementos del sistema Metaconta tales como el multiselector miniswitch, el relé miniatura tipo 65 y la práctica de equipos UNISWEP, ha sido desarrollado por ingenieros austriacos de ITT Austria en cooperación con los PTT austriacos.

Utilización económica de la electrónica

La idea principal fué utilizar la electrónica donde ofreciera ventajas técnicas y económicas. El nuevo equipo es compatible con el existente sin coste adicional de adaptación, lo cual significa que no debe tener ningún enlace tipo convertidor. Además debe tener una fiabilidad muy grande durante un período de dos o tres décadas.

El sistema 11E está organizado como un sistema de registrador controlado por amplio control. El número de pasos se determina únicamente por consideraciones económicas y de tráfico, pero no por la longitud del número telefónico.

En principio se han instalado estas facilidades de encaminamiento para el tráfico telefónico entre Viena y Alemania Occidental, pero el sistema 11E también está calificado para las llamadas automáticas locales. La mayor parte del equipo se puede aplicar a centrales automáticas locales de la misma forma que interurbanas. El mantenimiento y las ampliaciones pueden hacerse de la forma más económica.

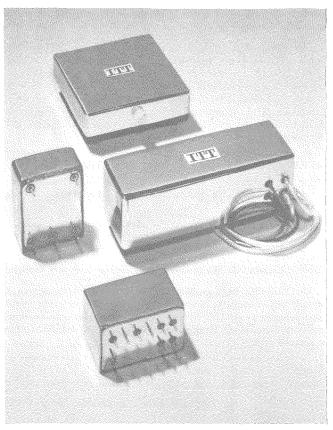
ITT Austria, Austria

Nuevos osciladores de cristal con compensación de temperatura.

Recientemente ITT Components Group Europe ha introducido tres nuevos osciladores de cristal con compensación de temperatura (TCXOs).

Conjuntamente con el tipo existente TCXO 2, también exhibido, se establece una gama de cuatro osciladores de cristal con compensación de temperatura, que pueden obtenerse desde ahora en ITT.

Cada oscilador posee un control preciso de la frecuencia sin necesidad de horno de cristal eliminando el tiempo de caldeo y consumo excesivo de corriente, pudiendo tener así dimensiones compactas.



Los cuatro osciladores de cristal con compensación de temperatura ITT introducidos en el mercado recientemente. Todos tienen un estrecho control de frecuencia sin necesidad de hornos de cristal.

La tolerancia de la frecuencia depende del tipo del TCXO y del margen especificado de temperatura.

Los detalles técnicos de los nuevos osciladores son:

TCXO2: voltaje de entrada 8,5 — 15 voltios; frecuencia de salida, según se especifique, entre 5 y 15 MHz.

TCXO 3: voltaje de entrada 10 — 20 voltios; frecuencia de salida, según se especifique, entre 0,9 y 5 MHz sinusoidal. Compatible con circuitos TTL.

TCXO 4: voltaje de entrada entre 10 y 30 voltios; frecuencia de salida, según se especifique, entre 4,8 y 12 MHz.

TCXO 5: Generador estable de 12,5 MHz pequeño, que ofrece dos salidas sinusoidales de 1 voltio pico a pico a partir de 12 voltios y 15 miliamperios de corriente de entrada.

ITT Component Group Europe, Reino Unido

BTM entrega sistemas de señalización nº 6 para pruebas de campo del CCITT.

Se ha entregado a tres administraciones telefónicas el equipo de señalización y "software" para tratar y procesar el tráfico de señales en líneas de señalización común. El equipo, que está formado por los terminales de señalización nº 6 computadores ITT-1600 con equipo de entrada/salida, se utilizará para llevar a cabo la primera fase del programa del CCITT de pruebas en campo nº 6

También se facilitará el equipo adicional de conmutación para completar las siguientes fases del programa de pruebas.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

S. M. el Rey Balduino visitó la planta de telecomunicaciones de la Bell Telephone Manufacturing Co. en Geel.

El miércoles 9 de junio S. M. el Rey Balduino de Bélgica visitó la planta de telecomunicaciones que la Bell Telephone Manufacturing Co., afiliada belga de ITT, tiene en Geel. A su llegada fué recibido por el presidente y director general, Mr. F. Pepermans, y por miembros del cuadro directivo y administrativo de la Compañía. S. M. se interesó principalmente por la producción de los sistemas de conmutación electrónica METACONTA* 10 C controlados por computador.

El Rey abandonó Geel en helicóptero para visitar la central METACONTA 10 C que fué puesta en servicio en Wilrijk durante el año 1967.

Bell Telephone Manufacturing Company, Bélgica

Cable submarino de 160 circuitos para enlazar Lisboa y Madeira.

La Compañía Portuguesa Radio Marconi (CPRM), agente de las telecomunicaciones exteriores, ha solicitado un cable telefónico submarino de 160 circuitos que deberá ser tendido entre Lisboa y Funchal en Madeira. Este cable de 640 millas náuticas se pondrá en servicio en 1972.

La industria turística de Madeira, de rápido crecimiento, ha creado la necesidad de este cable que llevará a la metrópoli portuguesa y otros países, conversaciones telefónicas de gran calidad.

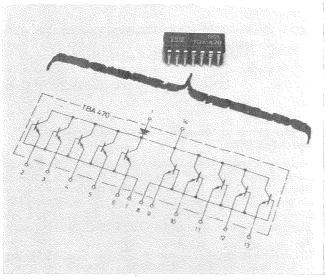
Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Puerta para órganos electrónicos TBA 470.

A la gama de productos de INTERMETALL se ha añadido recientemente un circuito monolítico integrado de técnica bipolar, tipo TBA 470, diseñado en principio para uso en órganos electrónicos. El nuevo dispositivo tiene 10 transistores, que sustituyen a otros diez contactos mecánicos. De esta forma la cantidad de contactos mecánicos puede reducirse a uno por tecla (los órganos convencionales tienen hasta 10 contactos por tecla).

Normalmente el TBA 470 se suministra en circuito doble con envoltura de plástico normalizada TO-116. Bajo pedido especial puede suministrarse también en circuito cuadruplicado con la misma envoltura de plástico.

Intermetall, República Federal Alemana



Esquema y aspecto exterior de la puerta.

Lanzamiento del satélite meteorológico EOLE.

El 16 de agosto de 1971 el satélite EOLE fué puesto en órbita con éxito desde Wallops, en USA.

Después de diez días que se emplearon en estabilizar al satélite en su órbita y en la erección, mediante control remoto, de la antena para la comunicación con globos sonda, se puso en funcionamiento todo el equipo de a bordo habiéndose confirmado que todos sus elementos trabajan perfectamente.

Hasta ahora el satélite está siguiendo alrededor de 100 globos sonda que se soltaron en Argentina, transmitiendo a tierra la información meteorológica obtenida por ellos.

El EOLE es el satélite europeo, lanzado hasta ahora, de equipo electrónico más complejo. Casi todos los circuitos electrónicos que precisa la misión del EOLE fueron fabricados en LCT, que también realizó la mayor parte del ensamble y pruebas.

A pesar de las numerosas dificultades que tuvo que salvar, el EOLE es un capítulo más que añadir a la lista de éxitos de LCT.

Laboratoire Central de Télécommunications, Francia

Pedido de sistemas de comunicaciones para embarcaciones.

Furness Withy & Company Limited ha pedido equipo de comunicaciones y ayudas de navegación para tres nuevos buques de 17.300 toneladas. La instalación será realizada por ingenieros de ITT Marine de Liverpool que trabajarán en los amplios locales recientemente adquiridos en Hornby Dock.

ITT Marine tendrá a su cargo el mantenimiento de los equipos durante 10 años cuando se complete la instalación, la cual quedará servida por oficiales de radio ITT Marine altamente entrenados, cualificados en radar y que habrán podido familiarizarse totalmente con el equipo.

Con el empleo de los transmisores más modernos de alta potencia ST 1400-C sintetizados, de banda lateral única, y los nuevos receptores IMR 5000 podrá conseguirse la comunicación telefónica y telegráfica con todo el mundo. También se instalarán radioteléfonos STR 60-B de muy alta frecuencia y estado sólido con facilidades de control remoto y extensiones hasta el final del puente a babor y a estribor. El capitán podrá tener contacto desde su despacho con sus oficinas principales desde cualquier parte del mundo por medio de MHF, HF y VHF utilizando la unidad de distribución DU1 Mark II de diseño especial con solo un aparato.

El resto de los equipos que serán instalados están formados por: radiogoniómetros, consola de reserva, autoalarma, sistemas de entretenimiento y el nuevo equipo de radio SOLAS III de ITT Marine para botes salvavidas.

ITT Marine, Reino Unido

Ampliaciones telefónicas — Centrales PENTACONTA*

Durante el segundo trimestre de 1971, CGCT entregó a la Administración de Correos y Telecomunicación francesa equipos de conmutación para un total de 29.000 circuitos de abonado distribuídos de la manera siguiente:

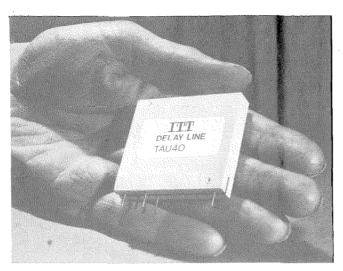
- 16.000 para las nuevas centrales de París-Maillot, Juan-les-Pins, Lyons-Decines y Oullin;
- 10.000 para las ampliaciones de cinco centrales de París: Montmartre, Provence, Segur, Trudaine y Marcadet;
- 3.000 para las ampliaciones de las centrales de Clermont-Ferrand, Salins y Anglet.

A este equipo debe añadirse la puesta en servicio del centro de tránsito a 4 hilos de Toulouse y la ampliación del centro de Clermont-Ferrand.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

^{*} Marca registrada del sistema ITT.

^a Marca registrada del sistema ITT.



Nueva línea de retardo miniatura TAU 40 para TV presentada por ITT Components Group en la Exposición de París.

ITT lanza al mercado una línea de retardo miniatura de pequeño coste.

ITT Components Group Europe ha lanzado una nueva línea de retardo para televisión en color, la TAU 40, de pequeño coste y tipo miniatura.

La TAU 40 puede servir igualmente para sistemas PAL o SECAM de televisión en color. Su peso es aproximadamente un $10\,^0/0$ y ocupa menos que la sexta parte de la línea de retardo convencional TAU 20. Sin tener en cuenta sus terminales de conexión, las dimensiones son $52\times48,5\times7,5$ milímetros.

Ha podido obtenerse esta miniaturización produciendo una reflexión quíntuple de la onda acústica en el interior del bloque de cristal, en comparación con la reflexión única en el tipo normal. También se han podido mejorar sus características eléctricas gracias a los procedimientos modernos de fabricación. La TAU 40 puede montarse directamente sobre una tarjeta de circuito impreso sin anclaje adicional gracias a su ligero peso.

ITT Components Group Europe, Reino Unido

Nuevo sistema PABX para hospitales en Londres.

El hospital de Guys y dos hospitales asociados de Londres — St Olave's y New Cross — van a tener un sistema de centralitas automáticas (PABX) utilizando equipo completo PABX 4 de STC.

La instalación de Guys constará de 1500 extensiones con 99 líneas de entrada y 52 líneas de salida (marcadas con disco). Las instalaciones satélites de New Cross y St Olave's comprenderán alrededor de 750 extensiones adicionales y 25 líneas de salida. En conjunto, 32 líneas de enlace conectarán Guys con New Cross, y 22 con St Olave's.

Una característica adicional será la facilidad del servicio de ausencias en 500 extensiones de Guys. Cualquiera de los 500 usuarios correspondientes podrá transferir las llamadas que reciba a otra extensión predeterminada. Esta particularidad tiene apreciables ventajas cuando el usuario está comunicando o abandona su despacho.

Se utilizará un programa común de numeración para que los usuarios que llaman no tengan que marcar un número adicional de enlace, de forma que cada extensión tendrá el mismo número para cualquiera que llame desde estos tres sitios.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Centro de tránsito encargado por Costa de Marfil.

CGCT ha recibido un pedido del PTT de Costa de Marfil para un centro de distribución de tráfico internacional. Este centro de tránsito se instalará en Abidjan y se conectará a la estación terrena de telecomunicación espacial.

Como primer paso, este centro asegurará la comunicación automática entre Abidjan, París y Nueva York; después, en una segunda etapa, entre estas tres ciudades y Dakar, Yaoundé y Lagos. El mismo centro se completará con un centro semiautomático que incluirá cuadros de distribución del tipo sin cordón para proporcionar acceso de todo el sistema marfilense a la red automática internacional. Otros países africanos podrán conectarse con el centro de tránsito de Abidjan para efectuar llamadas automáticas internacionales.

La puesta en servicio de este centro está previsto se realizará en diciembre de 1973.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Ampliaciones de centrales paso a paso.

El British Post Office ha solicitado las ampliaciones necesarias para 73 centrales telefónicas del Reino Unido. Tres de los más grandes proyectos son para Wapping, Cardiff y Rochdale. Otros son para Yeovil, Uxbridge, Portsmouth y Hayes North.

Las plantas STC de New Southgate en el norte de Londres y Monkstown en Irlanda del Norte fabricarán el equipo de conmutación paso a paso (Strowger) para estas ampliaciones.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

International Telephone and Telegraph Corporation Compañías principales y subsidiarias

NORTE-AMERICA

Fabricación — Ventas — Servicio

Canadá

ITT Canada Limited, Guelph and Toronto, Ont. (1946) Telecommunications: Edmonton, Alta.; Regina, Sask.; Winnipeg, Man. Defense: Guelph, Ont. Barton Instruments Ltd. (Canada), Calgary, Alta. (1962) Cannon Electric (Canada) Ltd., Toronto, Ont. (1951) ITT Industries of Canada, Ltd., Guelph, Ont. (1967) General Controls Company (Canada) Ltd., Guelph, Ont. (1953) Gremar (Canada) Ltd., Toronto, Ont. Lustra Lighting Ltd. (Canada), Toronto, Ont. (1959) Royal - Canada, St. Jerome, P. Q. (1958) Wakefield Lighting Ltd. (Canada),

Londres, Ont. (1953)

Estados Unidos American Electric Manufacturing Corporation, Southaven, Miss. (1954) ETC, Incorporated, Cleveland, Ohio (1955) Federal Electric Corporation, Paramus, N. J. (1945) ITT Technical Services, Inc., Paramus, N. J. (1958) Intelex Systems Incorporated, Paramus, N. J. (1947) Grinnell Corporation, Providence, R. I. International Standard Electric Corporation, New York, N. Y. (1918) International Telephone and Telegraph Corporation, Sud América,

New York, N. Y. (1929) ITT Abrasive Products Company,

Tiffin, Ohio (1899)

ITT Advanced Mechanization Laboratory, Freehold, N. J. (1967)

ITT Aerospace/Optical Division, San Fernando, Calif. y Fort Wayne, Ind. (1957)

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

Camden, Ark. (1962)

ITT Avionics Division,

Nutley, N. J. (1967; pred. co. 1909) ITT Blackburn, St. Louis, Mo. (1932)

ITT Cable Division, San Diego, Calif. (1970)

ITT Cannon Electric (division), Los Angeles, Santa Ana y Burbank, Calif.; Phoenix, Ariz., Monroe, La. (1915) ITT Gremar, Woburn, Mass. (1947)

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

ITT Communications Equipment and Systems Division, New York, N. Y. (1969)

ITT Controls and Instruments Division (General Controls), Glendale, Calif. (1966)

Aerospace Controls, Burbank, Calif. (1930) Residential and Industrial Controls, Glendale, Calif. (1930)

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

ITT Data Services (division), Paramus, N. J. (1965)

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

ITT Electron Tube Division, Easton, Pa., Roanoke, Va., Fort Wayne, Ind., San Fernando, Calif. (1962)

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

ITT Environmental Products Division, Philadelphia, Pa. (1966)

Barton Instruments, Monterrey Park, Calif. (1925) ITT Snyder, Houston, Tex. (1948)

Hammel-Dahl, Warwick, R. I. (1940) Henze Service, Moonachie, N. J. (1939) Nesbitt, Philadelphie, Pa. (1917) Hayes, Torrance, Calif. (1941)

Reznor, Mercer, Pa. (1888)

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

ITT Federal Support Service Inc., Richland, Wash. (1965)

ITT Fluid Handling Division, Morton Grove, Ill. (1966) Bell & Gosset Hydronics,

Morton Grove, Ill. (1916) Jabsco, Costa Mesa, Calif. (1941) Marlow, Midland Park, N. J. and

Longview, Tex. (1924) Peters & Russell Inc., Springfield, Ohio (1928)

Stover, Freeport, Ill. (1907) ITT Gilfillan Inc., Los Angeles, Calif. (1912) ITT Industries Inc., New York, N. Y. (1963)

ITT Jennings (division), San José, Calif. (1942)

ITT Lamp Division, Lynn, Mass. (1968) Champion, Lynn and Danvers, Mass.; Kezar Falls, Me. (1900)

Lustra Lighting, East Rutherford, N. I. (1934)

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

ITT Mackay Marine (division), Clark, N. J. (1927)

ITT Mobile Communications, Clark, N. J. (1970)

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

ITT Richland, Richland, Wash. (1965)

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

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

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

ITT Surprenant Division, Clinton, Mass. (1946)

ITT Telecommunications (division), New York, N. Y.; Corinth, Miss.; Milan, Tenn.; Raleigh, N. C.; Oak Brook, Ill. (1952)

ITT Terryphone Corporation, Harrisburg, Pa. (1946) ITT Thompson Industries Inc.,

Southfield, Mich. (1915) Pennsylvania Glass Sand Corporation, Berkeley Springs, W. Va. (1869)

Transportation Displays, Incorporated (TDI), New York, N. Y. (1938)

U.S. Telephone and Telegraph Corporation, New York, N. Y. (1965)

Jamaica

ITT Standard Electric of Jamaica Ltd., Yallahs (1963)

México

ITT de México, S. A. de C. V., México City (1966) Industria de Telecomunicación, S. A. de C. V., Naucalpan and Toluca (1957) ITT Industrial, S. A. de C. V., México City, Monterrey, Tlalnepanila (1949) Standard Eléctrica de México, S. A., México City (1953)

Panamá

ITT Standard Electric of Panama, S. A., Panama City (1963)

Puerto Rico

ITT Caribbean Manufacturing Inc., Rio Piedras (1962) ITT Caribbean Sales and Service Inc., Rio Piedras (1961)

Operaciones telefónicas

Islas Vírgenes

Virgin Islands Telephone Corporation, Charlotte Amalie (1959)

Puerto Rico

Puerto Rico Telephone Company, San Juán (1914)

SUD-AMERICA

Fabricación — Ventas — Servicio

Argentina

Compañía Standard Electric Argentina, S. A. I. C., Buenos Aires (1919) ITT Latin America Inc. (Area Headquarters), Buenos Aires (1967)

Bolivia

International Standard Electric of New York Limited (Bolivia), La Paz (1968)

Brasil

Standard Eléctrica, S. A., Río de Janeiro (1937)

Chile

Compañía Standard Electric, S. A. C., Santiago (1942)

Colombia

ITT Standard Electric de Colombia, S. A., Bogotá (1963)

Ecuador

International Standard Electric of New York Limited (branch), Quito (1962)

El Salvador

ITT de Centro América, S. A., San Salvador (1968)

Perú

ITT del Perú, S. A., Lima (1968)

Surinam

ITT Standard Electric Surinam N. V., Paramaribo (1965)

Uruguay

ITT Standard Electric of New York Limited (branch), Montevideo

Venezuela

ITT de Venezuela C. A., Caracas (1957)

Operaciones telefónicas Chile

Compañía de Teléfonos de Chile, Santiago (1930)

EUROPA

Fabricación — Ventas — Servicio

Alemania Federal

Deutsche ITT Industries GmbH, Freiburg (1952) Dräger GC Regelungstechnik GmbH, Essen (1958) Intermetall GmbH, Freiburg (1952) Standard Elektrik Lorenz Aktiengesellschaft, Stuttgart (1879) Graetz Kommanditgesellschaft, Altena (1947), y otras subsidiarias Alfred Taves GmbH, Frankfurt (1906) Dr. Hermann E. Mueller Metallwarenfabrik, Bergneustadt (1930) Grohe Handels GmbH, Frankfurt (1911)

fabrik KG, Hemer (1948)

Austria

ITT Austria-Internationale Telephon und Telegraphen Gesellschaft mbH, Viena (1884) Radiofabrik Ingelen, Figer & Co., Viena (1966)

Friedrich Grohe GmbH Armaturen-

Bélgica

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes (1882) IVAC, S. A.; Bruselas Promedia (S. A.), Hoboken (1968) ITT Europe Inc. (Area Headquarters), Bruselas (1960) ITTE - Grupos Componentes, Productos varios, Servicio de datos, Servicio de entrenamiento, Servicio financiero, Productos alimenticios, Productos industriales, Comunicaciones privadas, Semiconduc-

ITT Standard, S. A. (branch), Bruselas (1961)

Dinamarca

Standard Electric Aktieselskab, Copenhague (1931)

España

Compañía Internacional de Telecomunicación y Electrónica, S. A., Madrid (1961) Compañía Radio Aérea Marítima Española, S. A., Madrid (1931) Marconi Española, S. A., Madrid (1917) Standard Eléctrica, S. A., Madrid (1926)

Finlandia

Standard Electric Puhelinteollisuus Oy, Helsinki (1940)

Francia

Cannon Electric France, S. A., Toulouse y París (1962) Claude, París (1930) Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, París (1892) Compagnie Générale de Métrologie, Annecy (1942) Graetz-France, Boulogne-Billancourt (1962) Laboratoire Central de Télécommunications, París (1945) Laboratoire Central de l'Eclairage, París (1968) Le Matériel Téléphonique, París (1889) MTI, S. A., París (1940) Océanic-Radio, París y Chartres (1946) Société des Produits Industriels ITT, París (1964) CFRO, París (1954)

Société Industrielle de Composants pour

l'Electronique, Levallois-Perret (1963)

ITT Hellas, A. E., Atenas (1965)

Italia

Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche Standard S. p. A., Milán (1909) Società Impianti Elettrici Telefonici Telegrafici e Construzioni Edili S. p. A., Florencia (1931) La Base S. p. A., Milán (1961)

Noruega

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Oslo (1915)

Países Bajos

Nederlandsche Standard Electric Maatschappij N. V., La Haya (1911), y compañías afiliadas

Portugal

Standard Eléctrica, S. A. R. L., Lisboa (1932) Fabricação de Conjuntos Electrónicos-FACEL, Cascais (1967) Rabor Construções Eléctricas S. A. R. L., Ovar (1945)

Reino Unido

Cannon Electric (Great Britain) Ltd., Basingstoke (1952) Creed and Company Limited, Brighton (1912)

Electrical Componnents (Holdings) Limited, Birmingham (1918)

ITT Industries Limited, Londres (1964) Maclaren Controls Limited, Glasgow (1844), y otras subsidiarias

Standard Telephones and Cables Limited, Londres (1883)

Standard Telecommunication Laboratories Limited, Londres (1945), y otras subsidiarias Submarine Cables Ltd., Londres

Suecia

IKO Forsaljnings-Aktiebolag, Grimsas (1947) Joel Olssons Elektriska AB, Estocolmo (1927) AB Eljo Plastindustri, Bastad (1951) Standard Radio & Telefon AB, Barkarby (1938) Stenberg-Flygt AB, Lindas (1901)

Suiza

Intel S. A., Basilea (1961) ITT Standard S. A., Basilea (1964) Standard Téléphone et Radio, S. A., Zurich (1935) Muller-Barbieri AG, Wettswil (1959) Steiner S. A., Berna (1927)

AFRICA Y ORIENTE MEDIO Fabricación — Ventas — Servicio

ITT Africa y Oriente Medio

(división de ITT Europe Inc.) Area Headquarters, Londres (1966)

Argelia

Sociétà Algèrienne de Constructions Teléphoniques, Argel (1947)

Congo

Bell-Congo, S. C. A. R. L., Kinshasa (1967)

Irán

ITT Iran, S. A., Teherán (1955)

Marruecos

ITT Maroc, S. A., Casablanca (1967)

Nigeria

ITT Nigeria Limited, Apapa (1957)

República de Sud-Africa

Standard Telephones and Cables (South Africa) Limited, Boksburg East (1956) ITT Supersonic South Africa (Pty.) Limited, Boksburg (1951)

Rodesia

Supersonic Radio Mfg. Co. (Pty.) Limited, Bulawayo (1950)

Tunez

ITT Hotel Corporation of Tunisia, Tunez (1967)

Turquia

Standard Elektrik ve Telekomünikasyon Limited, Sirketi, Alkara (1956)

Zambia

ITT (Zambia) Limited, Lusake (1967) ITT Supersonic Zambia Limited, Livingstone (1965)

Oficinas regionales de ITT Africa y el Oriente Medio

Luanda, Angola; y Beirut, Líbano

EXTREMO ORIENTE Y PACIFICO

Fabricación — Ventas — Servicio

Australia

ITT Oceania Pty. Limited, Sidney (1966) Standard Telephones and Cables Pty. Limited, Sidney (1895)

Filipinas

ITT Philippines Incorporated, Makati, Rizal (1960)

Hong Kong

ITT Far East and Pacific Inc.
(Area Headquarters), Hong Kong (1961)
ITT Far East Ltd., Hong Kong (1961)
ITT Rayonier (H. K.) Limited,
Hong Kong (1970)
Transelectronics Limited, Hong Kong (1965)

India

ITT Far East and Pacific Inc. (branch), Nueva Delhi (1965)

Indonesia

ITT Far East and Pacific Inc. (branch), Yakarta (1967) ITT Rayonier Indonesia PT, Yakarta (1970)

Japón

ITT Far East and Pacific Inc. (branch), Tokio (1961)

Malasia

ITT Far East and Pacific Inc. (branch), Kuala Lumpur (1967)

Nueva Zelanda

Standard Telephones and Cables (New Zealand) Pty. Limited, Upper Hutt (1914)

Singapur

ITT Rayonier Singapore Pty. Limited, Singapur (1970)

Tailandia

ITT Far East and Pacific Inc. (branch), Bangkok (1967) ITT Thailand Limited, Bangkok (1967)

COMPAÑIAS FINANCIERAS Y DE NEGOCIOS VARIOS

Gwaltney Inc., Smithfield, Va. (1929; pred. co. 1970)

Hamilton Management Corporation, Denver, Colo. (1931)

Hartford Fire Insurance Company, Hartford, Conn. (1810)

Intel Finance, S. A., Lausanne (1965) Intercontinental Lebensversicherung AG, Munich (1969)

Intercontinentale Assicurazioni S. p. A., Roma (1921)

ISE Finance Holdings, S. A., Luxemburgo (1966)

ITT Avis Inc., Garden City, N. Y. (1956)

ITT Canteen Corporation, Chicago, Ill. (1929)

ITT Consumer Services Corporation, New York, N. Y. (1966) APCOA, Cleveland, Ohio (1954) ITT Aetna Corporation, Clayton, Mo. (1918)

ITT Continental Baking Company, Rye, N. Y. (1925)

ITT Educational Services Inc., Indianapolis, Ind. (1968)

Speedwriting/Nancy Taylor, New York, N. Y. (1941), y otras subsidiarias

ITT Family Security Sales Corporation, St. Louis, Mo. (1970)

ITT Financial Services Inc., New York, N. Y. (1964)

Abbey International Corporation (50 % interés), Atlanta, Ga. (1964), y subsidiarias

International Telephone and Telegraph Credit Corporation, Garden City, N. Y. (1961)

Kellogg Credit Corporation, Garden City, N. Y. (1953)

ITT Hamilton Life Insurance Company, St. Louis, Mo. y Denver, Colo. (1955)

ITT Life Insurance Company of New York, Great Neck, N. Y. (1962)

ITT Service Systems Corporation, Cleveland, Ohio (1969)

ITT Sheraton Corporation of America, Boston, Mass. (1937), y subsidiarias

ITT Thorp Corporation, Thorp, Wis. (1925), y subsidiarias

ITT Variable Annuity Insurance Company, St. Louis, Mo. (1970)

ITT World Directories Inc., New York (1966)

ITT Caribbean Directories Inc., Hato Rey, P. R. (1970)

ITT Western Hemisphere Directories Inc. New York; Miami; Hato Rey, P. R.; Lima (1967)

Levitt and Sons Incorporated, Lake Success, N. Y. (1929)

United Homes Corporation, Federal Way, Wash. (1956)

London and Edinburg Insurance Company Limited, Londres (1919)

Howard W. Sams & Co., Indianapolis, Ind. (1946)

Transatlantische Insurance Co., Hamburgo, Alemania (1860)

Zwolsche Algemeene Verzeketing Mij., Utrecht (1908)

COMUNICACIONES INTER-NACIONALES OPERACIONES

American Cable & Radio Corporation, New York (1939)

All America Cables and Radio Inc. (1878) Commercial Cable Company, The (1883)

Globe-Mackay Cable and Radio Corporation (1935)

ITT Central America Cables and Radio Inc. (1963)

ITT Communications Inc. — Islas Vírgenes (1963)

ITT World Communications Inc. (1926) Press Wireless Inc. (1929)

Press Wireless Inc. (1929)
Philippine Press Wireless Inc. (1937)
Press Wireless Uruguaya (1942)
Telerádio Brasileira Limitada (1938)

ITT Comunicaciones Mundiales S. A., Buenos Aires (1928)

ITT Comunicaciones Mundiales S. A., Santiago (1928)

ITT Comunicações Mundiais, S. A., Río de Janeiro (1930)

PT Indonesian Satellite Corporation, Yakarta (1967)

Radio Corporation of Cuba, Habana (1922)

NOTA: Oficinas internacionales de telecomunicación están funcionando en los siguientes países: Antillas, Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Zona del Canal, Chile, República Dominicana, Estados Unidos (incluyendo Guam, Puerto Rico e Islas Vírgenes), Filipinas, Haití, Indonesia, Nicaragua, Países Bajos, Panamá, Perú, Reino Unido, Uruguay.

COMPAÑIAS CON PARTICIPACION

Abbey International Corporation, Atlanta, Ga. (1964)

Abbey International Insurance Co. Ltd., Nassau, Bahamas (1965)

Abbey Leven Nederland, N. V., Amsterdam (1966)

Abbey Life Assurance Company Ltd., Londres (1961)

Abbey Life Insurance Company of Canada, Hamilton, Ont. (1963)

Abbey Overseas Insurance Co. Ltd., Nassau, Bahamas (1965)

Austral Standard Cables Pty. Limited, Melbourne (1948)

Cannon Electric (Australia) Pty. Limited, Melbourne (1955)

Chandrid America Lines, S. A., Pireo, Grecia (1970)

ITT Decca Marine Inc., New York, N. Y. (1969)

Lignes Télégraphiques et Téléphoniques, París (1920)

Società Italiana Reti Telefoniche Interurbane, Milán (1921)

Las fechas entre paréntesis indican la de fundación de la compañía por ITT o por el predecesor.