Comunicaciones Eléctricas

1967 VOLUMEN 42 NÚMERO 4

RESUMEN

En este número	102
Pronóstico de "sistema de control tráfico aéreo" cumplido	103
Desarrollo de un radioaltímetro microminiatura, por W. L. Garfield	104
Sistema de conmutación telegráfica Pentaconta, por <i>A. Méli</i> s	110
Nuevo sistema transistorizado de cable coaxial para 2.700 canales, por <i>P. Norman</i> y <i>P. J. Howard</i>	118
El bastidor de radio RL4H, por <i>H. S. V. Reeves</i>	126
Transistores y diodos planar de silicio para repetidores de cables submarinos destinados a profundidades oceánicas, por J. M. Groocock	137
La seguridad de los sistemas de enclavamiento en ferrocarriles, por W. Schmitz	145
Nuevas realizaciones	158
Otros artículos y comunicaciones	170
Distinción: D. C. Alexander	144
Indice de los artículos del Volumen 42 por materias	173
Indice de los artículos del Volumen 42 por autores	175
Indice de nuevas realizaciones (Volumen 42)	176

Copyright 1967 by International Telephone and Telegraph Corporation



En este número

Desarrollo de un radioaltímetro miniatura.

En 1966 se ha comenzado la fabricación de la última versión de radioaltímetro de STC, el modelo STR 70 P. Hasta esa fecha, ha sido necesario un considerable esfuerzo de desarrollo para satisfacer las rígidas condiciones impuestas por los usuarios de estos aparatos. Al introducir en el diseño las ventajas que ofrecen las nuevas técnicas de estado sólido, se obtuvo una mejora en la confiabilidad, robustez, reducción del tamaño y menores requisitos de alimentación. Inicialmente, se utilizaron circuitos de película delgada pero posteriores avances en circuitos integrados, de aprovisionamiento normal, determinaron que éstos se utilizasen en el diseño final.

Se han elegido cajas planas para alojar estos circuitos y el equipo completo está compuesto por seis módulos reemplazables. Se ha reducido al mínimo el número de conectores, fuente

siempre de averías.

Sistema de conmutación telegráfica Pentaconta.

Un problema esencial en conmutación telegráfica es encontrar una solución economica para centrales de pequeña capacidad sin imponer restricciones a los servicios que se ofrecen a los abonados.

Otro problema muy importante consiste en el hecho de que en los países europeos, el tiempo medio que se computa por llamada está bajando a 2,3 minutos, mientras que aproximadamente el 25 % de todas las llamadas duran menos de 1 minuto. Como, además, el tráfico interurbano representa alrededor del 80 % la rapidez de conmutación se ha convertido en un factor muy importante por lo que respecta a las inversiones en una red, ya que el tiempo de establecimiento de las comunicaciones no se cobra al abonado.

Los aparatos y los principios de conmutación del sistema telefónico Pentaconta permiten resolver estos problemas sin necesidad de diseñar nuevos aparatos. En este artículo después de darse cifras de tráfico en paises grandes y pequeños, se describen las principales funciones de conmutación para cada llamada y tipo de central. La descripción presta especial atención a los problemas típicos de conmutación telegráfica, ya que el funcionamiento general del sistema Pentaconta es muy conocido por otras descripciones del sistema telefónico Pentaconta.

Como la conmutación telegráfica está en muchos países aún en estado de desarrollo, es necesario disponer de servicio semiautomático en todos los centros internacionales. En este artículo se explican las dos soluciones, consola y aparato de mesa.

Nuevo sistema transistorizado de cable coaxial para 2700 canales.

Todo nuevo sistema transistorizado, debe ser compatible con los equipos de válvulas ya existentes para 960 canales, puesto que una de las necesidades principales en el mercado es la ampliación de estos sistemas. En los sistemas de válvulas la distancia entre repetidores es 9,6 Km. instalados en casetas adecuadas construídas sobre el terreno. Se ha visto la posibilidad de disponer los repetidores transistorizados para 2700 canales, cada 4,5 Km. nominales, lo que permite colocarlos alternadamente en cajas enterradas y en las casetas existentes.

De cada dos repetidores de línea uno tiene el amplificador regulado por un piloto de 12.435 KHz de frecuencia. Los repetidores intermedios se alimentan a distancia desde las estaciones atendidas, por un sistema de corriente constante de pequeña intensidad que no ocasiona ningún problema para protección del

personal de conservación

Se ha instalado un sistema de pruebas real con once secciones de repetidores. Se ha conseguido una calidad respecto a ruidos de 1 pw/Km. y la distribución de los productos de intermodulación ha sido de acuerdo con lo previsto. La ruta total y los amplificadores individualmente han mostrado una gran estabilidad en su ganancia con las variaciones de suministro de fuerza y de temperatura.

El bastidor de radio RL4H.

El rápido desarrollo experimentado en el campo de las microondas y en el de los semiconductores, ha hecho ahora posible el diseño de un sistema de alta confiabilidad, compacto y de fácil conservación que trabaja en la banda de 3,8—4,2 GHz cumpliendo plenamente las recomendaciones del C. C. I. R. para

960 canales telefónicos y TV en color.

El bastidor de radio de dimensiones reducidas que aquí se describe, se utiliza para este sistema. Una estación terminal comprendería también, sistema de antena, guíaondas exterior, modem, equipo de protección, de commutación y vigilancia, así como posiblemente un enlace auxiliar. El bastidor puede utilizarse como repetidor unidireccional o como transmisor/receptor terminal.

Los más recientes transistores y varactores de elevada fre-cuencia y alta potencia sustituyen al amplificador de ondas progresivas que necesita más altos voltajes. Esto proporciona una vida más larga con menor consumo de energía y voltajes más reducidos.

El bastidor está formado por módulos fácilmente reemplazables, que facilitan la conservación y la inmediata continuidad del servicio por los mismos operadores. La refrigeración se realiza por simple convección y se ha dedicado una atención especial a los disipadores de calor de los semiconductores para lograr máxima seguridad.

El bastidor de radio RL4H representa un avance importante en la transmisión por microondas.

Transistores y diodos planar de silicio para repetidores de cables submarinos destinados a profundidades oceánicas.

Se describen los métodos utilizados para fabricación y prueba de transistores y diodos planar de alta fiabilidad, para emplearlos principalmente en repetidores submarinos situados en aguas profundas.

Los métodos de producción son esencialmente los empleados para dispositivos de tipo comercial, que desde los comienzos de su fabricación en el año 1961 han sido sometidos a una serie de ensayos para mejorar su fiabilidad. Los diodos han sido encapsulados en cajas convencionales de metal como las de los transistores. Se ha conseguido una fiabilidad especialmente elevada con un meticuloso control de las piezas, procesos y subconjuntos y con una cuidadosa selección de los dispositivos una vez terminados.

Se exigió para estos aparatos una vida de 20 años con un máximo de averías, de un transistor en 1200 y un diodo en 2400 cada 4 años, por término medio.

Esta alta fiabilidad se aseguró:

- a) Realizando pruebas aceleradas en el margen de tempera-
- turas 240 °C á 280 °C. b) Sometiendo 2.642 transistores y 4.793 diodos a severas pruebas mecánico-térmicas.
- c) Sometiendo un número análogo de dispositivos a una prueba de vida funcional de tres meses, en condiciones eléctricas normales del repetidor, pero elevando la temperatura de tal modo que la prueba fuera equivalente a la vida requerida, y finalmente realizando una prueba hermética con cripton radio-activo hasta un límite de 5×10^{-12} atm. cm³ por segundo.

En las pruebas b) y c) no se obtuvo ningún fallo de los dispositivos.

La seguridad de los sistemas de enclavamiento en ferrocarriles.

Este artículo, se propone, describir y analizar desde el punto de vista de la seguridad, las principales funciones de un sistema de enclavamiento, considerando cuatro tipos de sistemas: mecánico, electromecánico, de redes y geográfico. Se examina la seguridad ofrecida en las diferentes técnicas y se hace un estudio comparativo de los niveles de seguridad alcanzados.

Pronóstico de "sistema de control de tráfico aéreo" cumplido

Hace dos décadas apareció en "Electrical Communication" un artículo en el que se estudiaba un sistema coordinado de ayuda de la radio para el control de la navegación y tráfico aéreo. Se diseñó este sistema tan amplio para que fuese adoptado por etapas a causa de que no hubiera sido economicamente posible hacer cualquier

cambio brusco sin coordinación en los sistemas entonces utilizados. En 1967 se instaló uno de los últimos elementos del sistema propuesto y se reproduce a continuación una información de este acontecimiento junto con la discusión correspondiente en "Electrical Communication".

Un nuevo sistema transmite la altura de un avión a la unidad de Control del L.I.

(Reproducción parcial del New York Times de 14 de Febrero de 1967, con el título "New System Sends Altitude of Aircraft to L. I. Control Unit".)

La instalación, importando 2 millones de dólares, del centro de control de tráfico aéreo de la Federal Aviation Agency en New York, facilita que cualquier avión con el equipo apropiado necesario, transmita su identidad y altura para la presentación directa en las pantallas de radar del centro de control.

La información, radiada por una antena de radar como impulsos codificados, se procesa por un computador en el centro. Se manifiesta en las pantallas usadas por los operadores de control de tráfico aéreo, como una "etiqueta" rectangular próxima a la imagen del avión. Al moverse la imagen también lo hace la etiqueta.

Sin esta etiqueta el operador de control no tiene medios de discernir en su pantalla, las alturas de los respectivos aviones a que se refiere. Hasta ahora la única forma que tenía el operador de control para conocer la altura de un avión era llamar al piloto por radio y preguntárselo.

Con el nuevo dispositivo, el operador de control sólo necesita mirar la pantalla. En cuanto un piloto pone en marcha su "haz" de transmisión los impulsos a tierra, operan en forma contínua y automática. En tierra se registra instantáneamente cualquier desviación en altura de 100 pies o mayor.

La F. A. A. cita varias ventajas entre las cuales pueden mencionarse las siguientes:

El encargado de control verá por sí mismo la altura en todo tiempo y no cuando se lo diga el piloto.

Se reducirán mucho las probabilidades de error producidas por un mal entendido entre el piloto y operador de control.

Ayudará a evitar el desorden creado por otras frecuencias de comunicación que se cruzarán entre aire y tierra procedentes de aviones en vuelo. Un operador de control, estima, que la mitad del desorden se produce por las peticiones de altura, y respuesta, entre tierra y aire.

El sistema permite que el operador de control, se ahorre la colocación de marcadores de plástico en los planos para la identificación y el movimiento manual de estos marcadores para conservar una imagen de la situación.

Evita la posibilidad de colocar una etiqueta a otro avión equivocadamente.

El sistema de FAA se llama NYCBAN (New York Center Beacon Alpha Numerics). El término Alpha Numerics se refiere al empleo de letras y cifras en la pantalla de radar.

Reproducción parcial del artículo: "Aerial Navigation and Traffic Control with Navaglobe, Navar, Navaglide and Navascreen", por H. G. Busignies, P. R. Adams y R. I. Colin (entonces de Federal Telecommunication Laboratories) publicado en Electrical Communication, volumen 23, número 2, págs. 113—143 de Junio de 1946.

Está claro que el último objetivo considerado envolvería un servicio más completo que la simple provisión de presentación en la pantalla del radar de tierra, y de las indicaciones de distancias y azimut en el avión. Se reconoce como deseables una serie de funciones adicionales, como es la información automática de los datos de identificación y altura para suplementar los datos de la posición del avión proporcionados por radar de vigilancia en tierra asistidos por réplica.

Hay una general unanimidad en que debe darse alguna clase de identificación. Respecto a la extensión con que esta información debe darse, hay un poco menos de concordancia; lo mismo ocurre con respecto a la cuestión de si la información de altura debe darse por réplica de radiación o por buscadores de altura desde tierra. La posición de Federal en este asunto es que la información de identificación debe darse en forma capaz de manejar un gran número de códigos de identificación diferentes, de tal manera que cada avión pueda tener asignado el suyo propio.

Con respecto a la información de altura, se percibe que la exactitud deseable en la determinación de altura, es del orden de 100 pies aproximadamente, por tanto, un control final satisfactorio no puede realizarse a distancias razonables por técnicas de determinación de altura, sin ayuda. De acuerdo con ésto se opina, que será finalmente necesario alguna clase de información de altura con acción de réplica.

Para proporcionar a los equipos de tierra la necesaria información extra anteriormente mencionada, con respecto a la altura y a la identificación, se cree que en el objetivo final debe incluirse algún medio para producir una imagen que integre todos los datos en una pantalla. En éste, la información de posición en la forma (P. P. I.), indicador de posición en el plano del radar y la información transmitida por las radiaciones de respuesta, se combinan en forma facilmente legible y podría hacerse adicionalmente disponible para, control, cómputo, registro, tabulación y predicción, con mecanismos de distintos tipos no definidos claramente aún. Además, aparece conveniente agregar la necesidad de que la información de tierra, no solamente sea representada, sino también trasladada como de señales de "telemando", que en forma telegráfica o de datos pueda adaptarse facilmente a la transmisión a distancia y para el control de mecanismos electromagnéticos.

Desarrollo de un radioaltímetro microminiatura

W. L. GARFIELD

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

Introducción

El radioaltímetro STR 70 P ha sido desarrollado por la División de Radio de Standard Telephones and Cables Limited entre 1963 y 1965 y puesto en fabricación en 1966. Este altímetro, para altitudes débiles, ha encontrado un vasto campo de aplicaciones en toda la variedad de aeronaves, desde los cazas supersónicos a los helicópteros.

1. Desarrollo de la especificación

En 1963, el futuro de las industrias aeronáuticas en Europa y Estados Unidos era problemático, tanto en el campo civil como en el militar, particularmente en lo referente al tipo de aeronaves que debian proyectarse. Sin embargo, había un hecho claro: cualquiera que fuese el tipo de avión a realizar, se necesitarían radioaltímetros de corto alcance, para uno u otro uso.

Las aplicaciones que pueden darse a estos altímetros se pueden agrupar de la siguiente manera:

Aviación civil

- indicación de altura,
- aproximación baja,
- aterrizaje automático,
- sondeo del terreno.

Aviación militar

- Indicación de altura,
- Aproximación baja,
- Aterrizaje automático,
- Vuelo automático a distancia constante del suelo,
- Vuelo estacionario automático de los helicópteros,
- Usos auxiliares en las armas y reconocimiento.

De estos requisitos se deduce que un nuevo altímetro debe poseer una gran flexibilidad de aplicaciones. De igual importancia, y quizás la principal justificación de un nuevo desarrollo, es la necesidad de una seguridad de funcionamiento mejorada.

A partir de estas consideraciones, se perfilaron las especificaciones técnicas y se enunciaron, como sigue, las lineas principales de las características exigidas:

- a) Alcance máximo de utilización 5.000 pies (es decir, el alcance militar normal).
- b) De 0 á 500 pies debe tener características adecuadas para aterrizaje automático.
- c) Debe tener características adecuadas para vuelo automático a distancia constante del suelo.
 - d) Debe ser capaz de gobernar haste 4 indicadores.
- e) Debe poderse integrar fácilmente en uno o varios sistemas de mando de vuelo automático que necesiten una diversidad de salidas.
- f) Debe poseer una confiabilidad sensiblemente superior a la de los equipos equivalentes anteriores.
 - g) Debe ser flexible y de fácil instalación.

2. Características de funcionamiento

Antes de comenzar el desarrollo, la primera decisión que era necesario tomar se refería a las técnicas fundamentales de medida. Se decidió que para un equipo de la nueva versión, debía utilizarse un método radioeléctrico de medida de distancias bien definido. La única cuestión que quedaba por determinar era sí habría de utilizarse la técnica de impulsos o la de onda continua modulada en frecuencia.

Se eligió la de onda continua modulada en frecuencia por las siguientes razones:

- a) Ha sido suficientemente probada y resulta superior a la modulación de impulsos para aterrizaje automático, debido a que un altímetro de impulsos detecta el objeto más próximo, como un cercado o la baliza de aterrizaje, mientras que el sistema de onda continua modulada en frecuencia ve la superficie total del suelo sobrevolado.
- b) Se deseaba producir un diseño totalmente transistorizado y la generación de impulsos de la potencia de cresta necesaria para el funcionamiento con impulsos era, y sigue siéndolo hoy, irrealizable en el estado actual de la técnica de los semiconductores.
- c) En las demás aplicaciones, no existen pruebas de que la técnica de onda continua modulada en frecuencia sea, en modo alguno, inferior a la técnica de impulsos.

STC poseía ya considerable experiencia en el campo del aterrizaje automático, lo que permitió establecer los parámetros básicos que han resultado ser satisfactorios para esta función.

Estos parámetros son:

barrido de frecuencia
 frecuencia de modulación
 constante de tiempo a la salida
 precisión
 ±2,5 pies ±3 %
 (1 pie en el impacto)

Con la experiencia adquirida en los radioaltímetros Mark 7 y STR 43, fué posible establecer las siguientes características para el margen de distancias de 500 á 5000 pies:

barrido mínimo
potencia del emisor
frecuencia de modulación
300 Hz

En el atlímetro Mark 7, se dispuso una conmutación de márgenes dando 0—500 pies con un barrido de 100 MHz y 200—5000 pies con un barrido de 10 MHz, permaneciendo los demás parámetros constantes.

Por consiguiente, para el nuevo diseño, al que se le quería dar un margen continuo, se decidió hacer el barrido constante a 100 MHz para 0 à 500 pies y disminuir gradualmente haste 10 MHz entre 500 y 5000 pies. Esto daría unas características de funcionamiento satisfactorias conocidas.

La frecuencia de modulación podría, evidentemente, mantenerse a 300 Hz para todos los fines, ya que es sabido que esta frecuencia asegura una velocidad de transmisión de datos suficientemente elevada para permitir una constante de tiempo de salida de 0,1 segundos que, por otra parte, se sabe es la mínima que, verosimilmente, se requiere para cualquier otra aplicación.

3. El problema de la interconexión

La lista de aplicaciones dada anteriormente, lleva consigo la utilización del altímetro en combinación con una diversidad de sistemas de navegación con los que debe interconectarse. Indudablemente, estos sistemas exigirán del altímetro una variedad de características de salida ya que, en la mayor parte de los casos, se han diseñado y desarrollado sin tener en cuenta las características de salida del altímetro.

De acuerdo con ésto, se decidió el siguiente plan de acción:

- habría una salida de indicador permanente capaz de gobernar de uno a cuatro indicadores;
- 2. Se dispondría de un pequeño módulo intercambiable (cuando sea necesario) que facilitaría la interconexión, proporcionando una o varias de entre un número de diferentes salidas, con pendientes y polaridades distintas. Estas salidas las pedirían los usuarios según sus necesidades.

4. Técnicas de construcción

El diseño de un radioaltímetro de onda continua modulada en frecuencia se subdivide, de manera natural, en varias partes diferentes determinadas por la frecuencia a la que trabajan.

Estas diferentes partes son:

- el transmisor,
- el receptor.
- circuitos de video y de tratamiento de la señal,
- alimentación.

Cada una de estas partes se estudia separadamente a continuación.

4.1 El transmisor

Las consideraciones de funcionamiento antes mencionadas, indican que la transmision debe tener las siguientes características:

— frecuencia central

4300 MHz

- barrido máximo

100 MHz (±50 MHz)

- potencia de salida

500 mW

- linealidad del barrido de

frecuencia triangular

mejor que 1 %

- frecuencia de modulación

300 Hz

Puesto que el transmisor había de ser totalmente transistorizado, es evidente que utilizaría multiplicadores constituídos por varactores, ya que no existe oscilador de transistores, o de otro tipo de semiconductores, que dé la potencia de salida necesaria a 4300 MHz.

El diseño inicial, en 1963, utilizaba un oscilador transistorizado que daba 67 MHz y una potencia de salida de 12 vatios. Le seguía una cadena de multiplicadores formados con varactores que doblaban la frecuencia en cada paso, hasta alcanzar los 4300 MHz.

En el momento del diseño inicial, los dispositivos semiconductores existentes aconsejaban ésta como la mejor solución, aunque se daba por cierto que los avances en este campo de la técnica eran tan rápidos que se dispondría pronto de transistores de potencia y frecuencia más elevadas. La idea era que a medida que éstos estuviesen disponibles, se les podría introducir en la cadena a frecuencias más elevadas, prescindiendo así de un número cada vez mayor de elementos de más baja frecuencia hasta alcanzar, finalmente, el objetivo de un oscilador a 4300 MHz.

En el momento de escribir este artículo, el transmisor que ahora se está fabricando utiliza un oscilador transistorizado de 287 MHz que da una salida de 4 vatios.

Uno de los problemas que se presentan siempre al diseñar emisores modulados en frecuencia es el de la estabilidad de la frecuencia central y la linealidad del barrido

El oscilador debe, necesariamente, utilizar alguna forma de sintonía electrónica y el varactor es la única solución practicable. Desafortunadamente, los varactores no poseen características lineales de capacidad/voltaje y aunque las tuviesen, seriá muy dificil diseñar un circuito con la necesaria linealidad de la relación frecuencia/voltaje, especialmente para amplios márgenes de temperatura

Existen dos soluciones para este problema:

- a) modificar la forma de onda de modulación antes de aplicarla a los varactores de sintonia;
- b) utilizar un método estable de medida permanente del barrido y aplicar luego una realimentación tal que lo que este método de medida ve sea idéntico a la característica deseada.

En los primeros modelos del transmisor, se utilizó el primer método que es esencialmente un sistema de cadena abierta. Sin embargo, es evidente que el segundo método es más ventajoso y ahora se ha incorporado en el último diseño del emisor. En esencia, funciona de la siguiente manera: del oscilador de 287 MHz se deriva una pequeña parte (10 mW) de su potencia de salida y se aplica a un discriminador lineal que es extremadamente estable y produce una señal de video proporcional al barrido de frecuencia del oscilador.

Esta forma de onda se realimenta, en oposición de fase, a la entrada de modulación del varactor juntamente con la forma de onda de modulación, ajustándose el grado de realimentación negativa para obtener la linealidad de barrido necesaria con margen suficiente. El sistema total es estable y lineal en el margen de temperaturas de $-55\,^{\circ}\mathrm{C}$ a $+90\,^{\circ}\mathrm{C}$. El transmisor tiene construcción modular y está completo con su discriminador y sistema de realimentación.

Dispone también de una salida auxiliar de 4300 MHz a un nivel de 10 mW que sirva de señal de oscilador local para el receptor. Además, la salida principal del transmisor, a un nivel de 500 mW, se hace a través de un aislador de ferrita que sirve para proteger el varactor de salida en caso de desconexión accidental de la carga y para evitar que las reflexiones procedentes del extremo alejado del cable de antena del emisor vuelvan a entrar en ésta y produzcan señales parásitas de altura.

4.2 El receptor de R.F.

En el caso del receptor, existen menos posibilidades de cambios fundamentales en la técnica y las mejoras hay que buscarlas en los avances que se hagan en el campo de los componentes. Fundamentalmente, el receptor no ha cambiado en su concepción original, estando constituído por un mezclador en anillo híbrido con diodos equilibrados. Sin embargo, en la práctica, se han hecho las siguientes mejoras:

- a) El anillo híbrido mismo es ahora una forma de circuito impreso hecho sobre material de alta constante dieléctrica, lo que reduce sus dimensiones físicas.
- b) Se utilizan modernos diodos de portadora térmica, en lugar de los anteriores diodos de silicio.
- c) Se ha incorporado el preamplificador de video en la caja del receptor, utilizándose extensivamente componentes modernos de bajo ruido en los pasos de entrada.

El punto b) merece ser ampliado. El altímetro de onda continua modulada en frecuencia es fundamentalmente un sistema con frecuencia intermedia de frecuencia cero y la anchura de banda empleada en el amplificador de video comprende, en este caso, de 600 Hz a 50 kHz. Esto significa que estamos solo interesados en los problemas de ruido que se presentan en la banda.

Anteriormente, la principal dificultad fué el ruido de baja frecuencia o "ruido de fluctuación" producido en los cristales mezcladores. Este inconveniente se atenuó con la aparición de los cristales de bajo ruido de fluctuación desarrollados para los sistemas de navegación por efecto Doppler, pero útiles en los radioaltímetros.

La otra fuente de dificultades es la interferencia de baja frecuencia que es producida por cualquier variación en la amplitud de la señal del oscilador local sobre la banda de barrido o por desadaptaciones en el mezclador que dan lugar a una señal parásita en la frecuencia de modulación. Debido a ésto, es práctica normal utilizar corrientes de cristal para la señal del oscilador local mucho más bajas que las que se utilizarían para un sistema modulado en amplitud, es decir, a un nivel de 100 µA donde sería normal 1 mA.

Cuando se usan diodos de portadora térmica, que normalmente utilizan corrientes más altas que los diodos de silicio, es necesario aplicar polarización directa si se utiliza inyección de señal local baja y de esta manera se reducen al minimo, tanto la interferencia de baja frecuencia como el ruido de baja frecuencia.

Otras ventajas de los diodos de conducción térmica son su pequeño tamaño, robustez y alta resistencia al calor. Esto permite soldar los diodos directamente en el anillo hibrido eliminando así los soportes de cristales que siempre han sido una fuente de problemas de contacto.

El receptor completo tiene un factor de ruido casi 6 db mejor que los anteriores receptores de altímetro, es de construcción modular y contiene un aislador de ferrita a la entrada, el mezclador y el preamplificador de video.

4.3 Los circuitos de video

Estos circuitos, que son la parte más compleja del altímetro, se subdividen también de una forma natural en secciones, según las funciones que desempeñan, como sigue:

- amplificador de video,
- -- contador o contadores de frecuencia,
- circuitos de supervisión.

La decisión más importante a tomar, en este caso, era,

evidentemente, qué tipo de elementos de circuito habían de utilizarse. Desde el punto de vista del comportamiento, no intervienen parámetros críticos, siendo la anchura de banda del amplificador de unos 50 kHz como máximo y también de este orden la velocidad de recuento máxima del contador para un funcionamiento lineal.

En 1963, había tres tipos principales de elementos de circuito que se podían tener en cuenta. Estos eran:

- transistores de silicio,
- circuitos de película delgada,
- circuitos de estado sólido integrados (monolíticos).

Es dificil comprender ahora que a principios de 1963 no era fácil encontrar circuitos monolíticos capaces de dar ganancias útiles a 50 kHz. Por lo tanto, la elección, en aquel momento había que hacerla entre transistores y circuitos de película delgada.

Es necesario tener en cuenta las razones por las que se prefieren los circuitos microelectrónicos en equipos como éste. El objetivo primordial es mejorar la confiabilidad y, por lo tanto, han de considerarse y compararse cuidadosamente las técnicas pertinentes. Por esta razón, deben examinarse comparativamente las ventajas e inconvenientes que presentan en esta aplicación particular los dos tipos de técnica microelectrónica.

En 1963, los circuitos de película delgada ofrecían gran flexibilidad de diseño ya que podía disponerse de circuitos específicos diseñados y fabricados para el desarrollo particular del altímetro. Esto a la vez significa que, con una cuidadosa racionalización, se podían obtener circuitos a los que solo había que añadir muy pocos componentes convencionales exteriores; además, a mediados de 1963, la respuesta de frecuencia que podía obtenerse con circuitos de película delgada era mucho más ancha que la de los circuitos monolíticos equivalentes.

Naturalmente, al circuito de película delgada hay que unirle los elementos activos de silicio (transistores y diodos) y ésto introduce juntas adicionales que, aunque indeseables, no son menos inevitables.

No obstante, se decidió hacer un primer modelo de la nueva version de altímetro utilizando circuitos de video de película delgada. Esto se llevó a cabo en la primavera de 1964 y se montó en una caja normalizada ARINC de reducido tamaño. No tiene alimentación de c. a. y trabaja con 28 V. c. c.

Antes de pasar a la fase siguiente del desarrollo, conviene examinar las nuevas ideas en las técnicas de funcionamiento que en ese momento desarrollamos en paralelo con los métodos de construcción.

El STR 70 G era un diseño totalmente transistorizado que utilizaba el primer modelo de transmisor descrito anteriormente y microcircuitos de película delgada, pero en cuanto a la técnica de funcionamiento era una réplica de un altímetro anterior, el STR 40.

Pero el transmisor, al estar modulado electrónicamente, ofrecía una flexibilidad de modulación no disponible en los altímetros anteriores que utilizaban klystron ó triodos. Estos últimos empleaban ordinariamente modulación mecánica que casi siempre producía características de barrido sinusoidales. Esto, a su vez, originaba una señal de frecuencia de batido procedente del receptor que, a

cualquier altura, contenía una amplia banda de frecuencias, la máxima de las cuales era 1,6 veces el valor medio.

Con la modulación electrónica se puede aplicar una forma de onda triangular lineal que es la más aproximada a la condición óptima y da un tono de batido de frecuencia constante sobre el barrido a una altura fija.

Además, ahora es posible aplicar formas complejas de modulación que ofrecen importantes ventajas. El altímetro más reciente, el STR 70 P, utiliza una forma de onda de modulación compleja que no solamente elimina el error de escalón, sino que también asegura que no puede haber interferencia entre altímetros de sistemas múltiples ya estén en el mismo avión o en aviones adyacentes.

También se han desarrollado circuitos nuevos para la producción de amplitud de barrido (excursión de frecuencia) controlada y la naturaleza de estos circuitos había de tener relación con los elementos de circuito elegidos para la fase siguiente del desarrollo.

A finales de 1964, se hizo evidente que los desarrollos en el campo de los circuitos monolíticos lineales habían alcanzado los avances de los circuitos de película delgada en el margen de frecuencias en que estábamos interesados. En particular, parecían de conveniente aplicación el amplificador funcional equilibrado y algunos elementos de conmutación.

Además, los circuitos monolíticos eran ahora mucho más pequeños que los de película delgada y los problemas derivados de la difusión de elementos resistivos y capacitivos en las pastillas de silicio se habían resuelto con mayor éxito que los de depositar elementos activos en películas delgadas.

Sin embargo, no todo eran ventajas. Resultaba a precio prohibitivo tener circuitos monolíticos especiales diseñados y fabricados para un equipo determinado y no podían hacerse en cantidad suficiente para garantizar un control de calidad efectivo.

Esto significaba que debían utilizarse elementos de aprovisionamiento normal, fabricados en grandes cantidades y con programas adecuados que asegurasen la calidad.



Fig. 1 Montaje de componentes convencionales en una tarjeta a la que se han soldado ya cajas planas en la cara opuesta.

Puesto que estos elementos de circuito son de tipo de general utilización, cuando se aplican a un proyecto tal como el de un radioaltímetro, deberán asociarse con un número bastante elevado de componentes convencionales.

Sin embargo, existían y ofrecían seguridad resistencias miniatura del tipo de película de óxido metálico y condensadores miniatura encapsulados en vidrio.

Se decidió, pués, que para la producción en serie del radioaltímetro, se haría un uso extensivo de circuitos monolíticos, admitiendo que se utilizaría también un número razonable de componentes discretos, pero que estos últimos se seleccionarían cuidadosamente de los tipos de confiabilidad reconocida y producidos en gran cantidad con el adecuado proceso de control de calidad.

Tomada la decisión de utilizar circuitos monolíticos, quedaba por resolver la elección del tipo de caja para contenerlos. En ese momento se disponía de dos tipos de envases, el de caja-transistor y el de caja plana.

El tipo de caja transistor ofrece ciertas ventajas en caso de aplicación mecánica: construcción mecánica homologada, no tiene problemas de dentado y no se necesita soldadura alguna, pero resulta de mayor tamaño debido al espacio previsto en su contorno para los puntos de fijación. Se fija casi siempre por soldadura convencional y representa un paso intermedio entre el transistor y la caja plana.

Para obtener la mayor seguridad de las cajas planas es necesario soldarlas en el circuito y ésto necesita un programa detallado de investigación sobre microsoldadura en relación con los métodos de producción en serie. Se adoptó una técnica que utiliza una tarjeta de circuito impreso del tipo convencional sobre la que se ha fijado una pista de cobre dorado; las cajas planas se sueldan en el lado metalizado de la tarjeta y los componentes convencionales se colocan en el lado opuesto, pasando sus terminales a través de orificios y soldándolos a la pista metalizada.

El proceso de soldadura se controla continuamente durante la producción y se realiza en un local de cuidada limpieza, lo mismo que el montaje completo del altímetro.

La figura 1 muestra el montaje de componentes con-

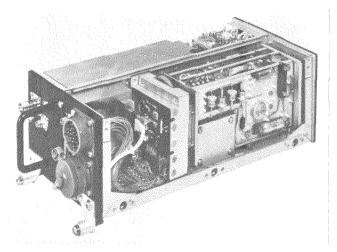


Fig. 2 Altímetro STR 70 P con la cubierta quitada para mostrar la unidad de alimentación, en la parte posterior, junto a ésta, la unidad de interconexión y detras del panel frontal, la cabeza receptora.

vencionales en una tarjeta donde ya se han soldado las cajas planas.

4.4 Caja para el altímetro

Podría haber resultado dificil decidir la forma y tamaño del conjunto transmisor-receptor de este nuevo altímetro teniendo en cuenta la exigencia básica de poder servir para usos múltiples. Sin embargo, la decisión vino impuesta por la necesidad de montarlo en un avión determinado.

Se trataba de un caza bombardeo supersónico de alta perfección y el único espacio disponible para el altímetro impuso las dimensiones y forma que tiene actualmente.

En la figura 2 se muestra la disposición general con las cubiertas quitadas que dejan ver la unidad de alimentación, en la parte posterior (para suministros de 400 Hz), a su lado, la unidad de enlaces y detrás del panel frontal, la cabeza receptora.

En el extremo alejado, puede verse la parte superior del módulo emisor de estado sólido y detrás de él la unidad de aparatos que contiene las funciones de conmutación.

Una vez más, se presentaba la importante cuestión de si era preciso modularizar y hasta qué punto en cada módulo, cómo interconectar, qué es lo que debería ser reparable y cuál no y todos los demás problemas habituales.

Algunas partes del altímetro se convirtieron en módulos de una manera natural, por ejemplo:

- -- el transmisor,
- la cabeza receptora,
- la alimentación.

TRANSMISOR

UNIDAD DE APARATOS

CHASIS

UNIDAD DE ALIMENTACIO

UNIDAD DE BENTERCONEXION

Fig. 3 Construccion modular del altímetro STR 70 P. La unidad de video está situada en el extremo superior. El chasis, situado en el centro, no tiene circuitos activos y sirve solo de soporte y de interconexión.

Pero el sistema de video completo se podria disponer de la manera que más conviniera.

Por otra parte, es bien sabido que la mayor amenaza para la confiabilidad de cualquier equipo de a bordo lo constituye los conectores, particularmente clavijas y enchufes. Y será tanto más necesario su empleo cuanto mayor sea la exigencia de utilizar módulos fácilmente sustituibles.

La idea seguida en la construcción fué, sencillamente, utilizar el número mínimo de interconexiones entre los módulos. Esto pudo llevarse a cabo empleando solamente módulos reparables que permitió utilizar modelos de mayor tamaño que si se tratase de módulos no reparables y, por tanto, perdidos.

Finalmente, el conjunto quedó formado por un total de seis módulos principales, como se muestra en la figura 3, donde aparecen los módulos separados del chasis. La unidad de video, en el extremo superior, tiene dos secciones que se enchufan y atornillan juntamente y puede reemplazarse cualquiera de ellas o bien el bloque entero de video.

El chasis no contiene parte activa alguna del circuito y es solamente un medio de soporte y de interconexión.

4.5 Forma de caja alternativa

Es evidente que las circunstancias han impuesto que la forma de la caja de esta primera versión del altímetro venga dictada por fines militares.

También es cierto que los módulos se prestan al empleo de cajas de formas diferentes y se están realizando ya otros diseños alternativos.

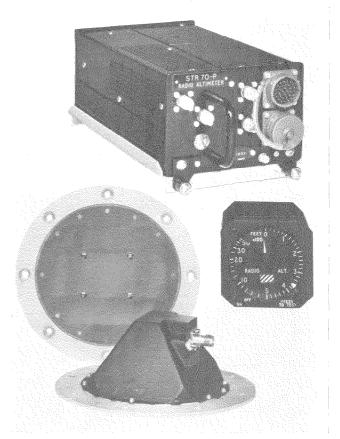


Fig. 4 Altímetro STR 70 P completo con un modelo particular de antena y de indicador.

La configuración original resulta satisfactoria para fines militares y no se ha encontrado dificultad alguna para montarla en siete tipos diferentes de aviones y ésto tiene importancia logística para las fuerzas armadas.

Por el contrario, la aviación civil tiene exigencias menos flexibles a causa del coste que impone desviarse de las especificaciones internacionales que regulan estos montajes y es para esta clase de usuarios para los que los mismos módulos pueden montarse en cajas de modelo diferente.

Conclusión

Es bastante raro en electrónica que la prosecución de una técnica por si misma, traiga consecuencias beneficiosas indirectamente. Sin embargo, en este caso, como en muchos otros, la adopción de técnicas de microondas de estado sólido juntamente con los microcircuitos, orientado todo para conseguir alta confiabilidad, da como resultado un equipo que es sustancialmente más pequeño y ligero que los modelos anteriores, es más robusto y tiene menos exigencias de alimentación.

Además, la flexibilidad de estos nuevos elementos de circuito resulta en mayores márgenes de funcionamiento, permitiendo la aplicación práctica de nuevas técnicas de circuito. Las figs. 4 y 5 muestran el sistema de altímetro completo con un tipo disponible de antena e indicador.

¿Cual será, pués, la nueva etapa? Dispositivos basados en el efecto Gunn, juntamente con dispositivos de silicio de elementos múltiples y muchas otras nuevas técnicas que habrá disponibles, de manera que tal vez la próxima

generación de radioaltímetro verá la desaparición de la caja transmisor-receptor, con el sistema de r. f. integrado en la antena y los circuitos de tratamiento de la señal situados en el indicador. Todo dependerá de hasta qué punto podamos conseguir un sistema seguro y ésto depende en gran parte de los fabricantes de componentes.

Referencias

- D. G. C. Luck: Frequency Modulated Radar McGraw Hill 1949.
 M. P. G. Capelli: "Radio Altimeter" Trans. IRE Vol. ANE-1 No. 2 Junio
- [3] M. P. G. Capelli, A. E. Outten y K. F. Buchs: The Application of Radio Altimeters to Aircraft Approach and Landing. Proc. IEE Vol. 105, Suppl. No. 9 1958.
- [4] W. K. Saunders: Post-War Developments in Continuous-Wave and Frequency Modulated Radar. IRE Transactions on Aerospace and Navigational Electronics Vol. ANE-8 No. 1 Marzo 1961.
- [5] W. L. Garfield: Miniaturising a Low Level Radio Altimeter. British Communications and Electronics Sept. 1964
- [6] W. L. Garfield & F. T. Norbury: Instrument Low-Approach System and Radio Altimeter for All-Weather Landings. Elec. Comm. Vol. 41 No. 2 1966.

W. L. Garfield nació en 1916. Hizo sus estudios en la Escuela de S. Pablo de Londres y en la Escuela Politécnica de Northampton. Destinado a abrazar la actividad familiar ejercida en la industria del cuero, recibió en sus primeros años una formación clásica; pero su precoz interés por las cuestiones técnicas le llevó a abandonar este camino para formar parte, en 1940, de Standard Telephones and Cables, comenzando a prestar servicio en la inspección técnica.

Actualmente, es ingeniero jefe del grupo de sistemas de navegación que forma parte de la división de radio. Es titular de numerosas patentes y, a lo largo de su carrera, ha publicado numerosos artículos en revistas técnicas.

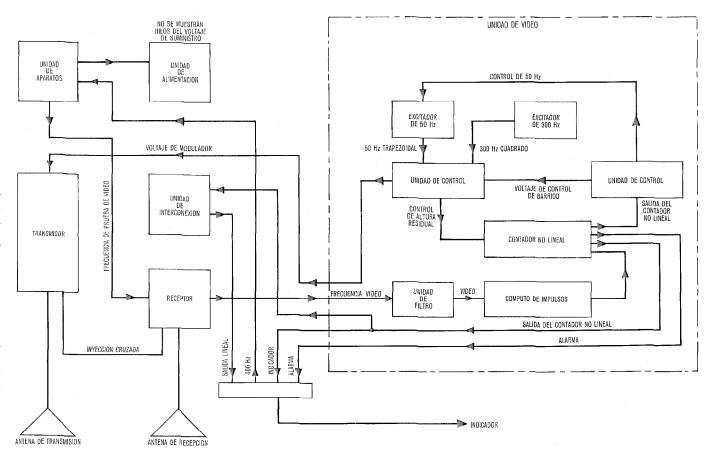


Fig. 5 Diagrama del altímetro STR 70 P.

Sistema de conmutación telegráfica Pentaconta

ADRIAAN MELIS

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes

Introducción

El rápido desarrollo que está experimentando la conmutación telegráfica automática y su aparición en nuevos países, han hecho necesario el tener en cuenta ciertos problemas que hasta ahora se consideraban como de importancia secundaria.

Un problema esencial es encontrar una solución económica para centrales de pequeña capacidad sin imponer restricciones a los servicios que se ofrecen a los abonados. Otro problema muy importante consiste en el hecho de que en los países europeos, el tiempo medio que se computa por llamada está bajando a 2,3 minutos, mientras que aproximadamente el 25% de todas las llamadas duran menos de 1 minuto. Como, además, el tráfico interurbano representa alrededor del 80%, la rapidez de conmutación se ha convertido en un factor muy importante por lo que respecta a las inversiones en una red, ya que el tiempo de establecimiento de las comunicaciones no se cobra al abonado.

Los aparatos y los principios de conmutación del sistema telefónico Pentaconta permiten resolver estos problemas sin necesidad de diseñar nuevos aparatos. Esto es otra ventaja, puesto que limita la cantidad de piezas de repuesto y facilita grandemente la formación del personal de mantenimiento para las administraciones que deciden emplear el sistema Pentaconta.

El sistema telegráfico Pentaconta es muy semejante al telefónico en las etapas de selección y en la conexión a los registradores, pero los circuitos de conexión y los registradores son más complicados y el método de identificación de abonados es diferente.

Sus características de funcionamiento satisfacen todas las necesidades de un sistema telegráfico moderno y, si se añaden algunas facilidades opcionales, puede considerársele como uno de los sistemas más completos.

Se ha tratado especialmente de reducir el mantenimiento. La introducción de selectores de barras cruzadas ha permitido disminuir considerablemente el mantenimiento preventivo pero los elementos más delicados de las centrales telegráficas son, sin duda, los relés polarizados. El empleo del relé polarizado con contactos mojados al mercurio es, desde luego, una mejora importante, sobre todo porque puede garantizarse la buena calidad de la transmisión durante mucho tiempo, sin tomar precauciones especiales.

1. Generalidades

Para poder describir la configuración de una red es necesario antes, dar algunas cifras a propósito de la distribución de tráfico en una red nacional.

 a) Países grandes con alta densidad de abonados telex:

Ilamadas internacionales16 %Ilamadas nacionales80 %Ilamadas locales4 %

b) Países pequeños con alta densidad de abonados telex:

Hay una ligera tendencia al aumento del tráfico local, debida a la aparición del "printergrama" (telegrama enviado por teleimpresor a la oficina del servicio telegráfico) en las centrales mayores.

Al proyectar el sistema de conmutación telegráfica se tuvieron en cuenta dos puntos principales:

- a) El número medio de abonados por central es pequeño, especialmente en las redes nuevas.
- b) El tráfico local no existe prácticamente, si excluímos el tráfico de servicios especiales y el volumen muy considerable de tráfico internacional.

Para el diseño del sistema estos dos puntos están en contraposición, desde el punto de vista económico, ya que el a) exige centrales con equipo de control muy sencillo, mientras que el b) requiere equipo de control más complicado, capaz de cursar el tráfico de entrada y de salida con el empleo de rutas alternativas a fin de conseguir una utilización eficaz de la red.

2. Descripción de la red

La versión normal del sistema telegráfico Pentaconta está preparada para selección por teclado, pero se ha previsto como alternativa la selección con disco.

La descripción siguiente se refiere sólo a la versión de teclado, ya que es la más completa y todas las demás son simplificaciones.

En este artículo se describen únicamente las características de conmutación propias de la telegrafía, pues los principios del sistema Pentaconta son muy conocidos y fueron ya descritos en un artículo del fallecido Sr. F. Gohorel aparecido en "Electrical Communication", número 2, de Junio de 1954.

La Fig. 1 muestra los diferentes tipos de centrales existentes en el sistema telegráfico Pentaconta.

2.1 Centro internacional

En cada país habrá por lo menos un centro internacional. Este estará dotado de circuitos especiales (adaptadores de señalización) para poder trabajar contodos los sistemas de señalización conocidos.

El traductor puede estar preparado para utilizar el plan de encaminamiento del C. C. I. T. T. para las llamadas télex y géntex o cualquier otro plan semejante. El sistema se encargará de transformar las categorias nacionales (hasta 100) en categorias internacionales y viceversa. También se han previsto posiciones semiautomáticas para cursar llamadas hacia direcciones manuales o pequeños grupos de enlaces que no justifican el servicio automático. Estas posiciones tienen también las facilidades de rellamada y asistencia de operadoras. Asimismo están diseñadas para interconectarse con sistemas de corrección automática de errores con transmisión por radio y dar cómputo por impulsos periódicos de 10 ó 6 segundos e indicación de alarma de bucle y de cinta.

Cada posición puede llevar un panel de indicación del estado para los diferentes grupos de enlaces.

A causa del alto tráfico por abonado, media de 0,08 y hasta 0,12 erlangs, el elemento de selección de línea ha sido diseñado para 500 abonados, en lugar de 1000 como en telefonía.

2.1.1 Llamada originada en el centro internacional

Las llamadas originadas por abonados conectados directamente al centro internacional se cursan como sigue: el abonado oprime su tecla de llamada, el equipo de línea común detecta la condición de llamada y envía una señal de llamada al marcador del elemento de selección de línea. El marcador da las características de la línea a un registrador libre y se establece la conexión entre éste y el abonado a través de un circuito de conexión libre.

El registrador envía al abonado que llama la señal de invitación a transmitir. El abonado envia la combinación "cambio cifras" y después el número nacional o el prefijo internacional, según el tipo de llamada, seguido por la señal de fin de selección. Si se trata de una llamada a un abonado local se hace una selección de grupo para conectarse a un selector de cincuentena libre en el elemento de selección de línea correspondiente y luego se selecciona la línea llamada en este elemento. Antes de hacer la conexión a la línea llamada se comparan las categorias de la línea que llama y de la llamada, Si, como consecuencia de esta comparación, se puede establecer la conexión, el registrador envía la señal "¿Quién es?" al abonado llamado.

Antes de esta señal puede enviarse a los 2 abonados indicación de la fecha y la hora. El registrador establece la conexión y se libera al recibir el primer elemento de la respuesta del teleimpresor llamado. Hasta este momento no arranca la tarificación, para asegurarse de que sólo se computan las llamadas totalmente establecidas.

Cuando la llamada debe dirigirse a un servicio especial basta con hacer una selección de grupo, puesto que normalmente todos los servicios especiales se conectan al elemento de selección de grupo. La comunicación se cursa igual que en el caso de llamada a abonado local; sin embargo, si hubiera que omitir algunas operaciones para ciertos servicios especiales, el registrador se encargará de ello de acuerdo con la clase del servicio especial.

Si la llamada debe dirigirse a otro centro nacional, se toma un enlace libre conectado al elemento de selección de grupo y se envía una señal de llamada a la central distante. Esta contesta con la confirmación de llamada seguida por la señal de invitación a transmitir y, como consecuencia, el registrador de origen descarga la información de selección sobre la central distante a la máxima velocidad y se libera. El traductor tiene relés de ocupación total de enlaces por dirección y, si no hay ningún enlace libre en una dirección determinada, suministra información para encaminar la llamada por una ruta alternativa, si existe, sin ninguna demora ni necesidad de información suplementaria. Cuando no se emplean rutas alternativas se reemplaza el "cambio cifras", primera señal de la información de selección, por la combinación

telegráfica número 2 para indicar a la central distante que no debe hacerse ninguna selección de sobrecarga.

Si no se recibe confirmación de llamada dentro de un tiempo predeterminado (2 segundos), se considera que el enlace está averiado y se actúa desde el registrador el relé DER del enlace antes de proceder a una nueva selección. Esta operación puede repetirse eventualmente hasta 3 veces. El relé DER da una indicación visible de que un cierto enlace está fuera de servicio. Puede existir, opcionalmente, un emisor para probar automáticamente el enlace. Este emisor origina llamadas sobre el enlace durante 500 milisegundos, cada 29,5 segundos, y esta secuencia se repite 5 veces. Si se recibe confirmación de llamada en una de las pruebas, el enlace se desconecta automáticamente del equipo de pruebas y queda de nuevo disponible para el tráfico normal. La renovación de llamadas, combinada con la prueba automática de enlaces, constituye una mejora en las prácticas de mantenimiento, ya que, aunque, como se sabe, los sistemas de corrientes portadoras sufren cortas interrupciones, éstas no tienen en esta forma prácticamente influencia sobre el sistema de conmutación telegráfica Pentaconta.

En el caso de una llamada internacional totalmente automática solamente se envía el prefijo. El registrador del centro internacional envía entonces al abonado que llama una segunda señal de invitación a transmitir. El abonado envía el número del abonado extranjero llamado precedido de la combinación "cambio cifras" y seguido por la señal de fin de selección.

En caso de llamada a un sistema de tipo "B" el registrador se conecta a un circuito adaptador de señalización. Si hay que enviar la información de selección en código decimal el registrador comienza el envio cuando se ha recibido suficiente información para hacer la selección correcta (normalmente después de la primera cifra del número de abonado).

El adaptador de señalización está diseñado de tal forma que, en llamadas a sistemas de selección directa, el momento en que se recibe un impulso de 200 ms. de la polaridad "Stop" puede transmitirse en código escrito (NC u OCC) al abonado que llama y si no se recibe impulso se excita el relé DER. Para las llamadas hacia sistemas de registradores sin transmisión codificada ésto no es posible, puesto que la central de origen no conoce los tiempos de selección de las diferentes centrales por las que pasa la llamada.

El sistema está concebido de forma que, para las llamadas a sistemas con registradores que utilizan la señalización tipo "B" con transmisión codificada, el código extranjero sea enviado al abonado que llama sin repetición.

Si la llamada va a un sistema de selección directa el registrador de origen controla el establecimiento de la comunicación, envía la señal "¿Quién es?", controla la respuesta y eventualmente envía la fecha y la hora.

Si el sistema extranjero es de control por registradores, sin transmisión codificada, se envía la señal OCC para todas las llamadas que no se completan.

En la red propia se utilizan diferentes códigos NC como .NC y –NC para permitir una supervisión fácil y eficaz.

En llamadas a sistemas que emplean selección por teclado, el registrador descarga la información de selección a la máxima velocidad y se libera. La llamada queda entonces bajo control del registrador extranjero.

Las llamadas hacia redes semiautomáticas se encaminan a posiciones de operadoras y el registrador retransmite a la operadora el prefijo internacional recibido.

Después de recibir en la posición de operadora la señal de fin de selección se envía automaticamente al abonado que llama una segunda señal de invitación a transmitir desde el circuito de posición de la operadora. El abonado envía el número del abonado extranjero llamado precedido por el "cambio cifras" y seguido por la señal de fin de selección. Después de recibir esta segunda señal de fin de selección el circuito de posición de la operadora envía "MOM". La operadora empieza a cursar la llamada cuando dispone de toda la información y puede establecer la comunicación inmediatamente.

Todas las llamadas hacia sistemas automáticos están controladas por el equipo de conmutación y la operadora únicamente verifica el intercambio correcto de los códigos de respuesta y arranca el cómputo. Este método de trabajo simplifica la posición de operadora y también sus maniobras. Permite a las operadoras cursar muchas más llamadas que en sistemas anteriores.

En llamadas a sistemas manuales el equipo de conmutación se utiliza solamente para seleccionar un enlace libre. El tiempo de espera en la central extranjera es generalmente demasido largo para tener un equipo de control común tomado hasta que la operadora extranjera conteste.

La operadora local envía la información de selección a la operadora extranjera mediante su teclado y supervisa el establecimiento de la comunicación.

2.1.2 Llamada nacional entrante

El enlace de llegada recibe la señal de llamada y da inmediatamente la confirmación de llamada. El marcador de los buscadores de enlaces se conecta a un registrador libre y se transmiten al registrador las características del enlace de llegada (por ejemplo, enlace nacional o internacional y tipo de servicio a prestar). El registrador se conecta al enlace a través de un circuito de conexión de llegada libre y envía la señal de invitación a transmitir a la central distante (polaridad de "Start" durante 40 ms). La central distante envía la información de selección, seguida de la categoria del abonado que llama. El registrador trata la llamada como si hubiera sido originada en la propia central.

Debe mencionarse que en caso de llamada internacional se recibe sólo el prefijo desde el registrador de origen y el número del abonado extranjero se envía directamente al registrador del centro internacional. Con ésto no sólo se ahorra tiempo en la transmisión de la información de selección sino que se limita la capacidad de almacenamiento de los registradores de los centros principales a la necesaria para la numeración nacional y se normalizan las operaciones de los abonados en todo el país para las llamadas internacionales.

2.1.3 Llamada internacional entrante

El proceso que siguien las llamadas internacionales de llegada es el mismo que las nacionales, excepto por lo que respecta a la información de categorias. Si debe encaminarse la llamada hacia un abonado nacional hay que transformar la categoria internacional en categoria nacional. La categoria del enlace indica si el país de origen puede hacer llamadas de tránsito internacionales o no, o si sólo se le permiten llamadas de servicio.

2.2 Centro principal

Un centro principal se diferencia de un centro internacional en que no tiene posiciones de operadoras semiautomáticas ni los correspondientes circuitos de conexión semiautomáticos. Los registradores están diseñados para cursar sólo llamadas nacionales y tienen una capacidad de almacenamiento limitada. El adaptador de señalización no es necesario. El traductor está simplificado, ya que todos los prefijos internacionales se traducen en una sola información de selección. La capacidad de un centro principal es prácticamente ilimitada y se emplean los mismos elementos de selección de línea que en los centros internacionales.

2.3 Centro secundario

El centro secundario se proyectó en colaboración con el departamento de télex de CGCT y se caracteriza por ciertas disposiciones especiales de los conmutadores. Este tipo de central es económico para pequeñas capacidades, desde 40 á 200 líneas, conservando todas las facilidades de un centro principal. Conviene utilizar estas centrales en países grandes en que la densidad de abonados télex es bastante baja. Puede diseñarse el registrador de un centro secundario en otra forma para que trabaje como central satélite. En llamadas originadas en un centro secundario que funciona como satélite se envía a la central principal la categoria del abonado que llama y luego se libera el registrador. En llamadas entrantes sólo se reciben las dos o tres últimas cifras y la categoria del abonado que llama.

2.4 Satélite

En países de densidad alta o normal de abonados télex las centrales satélites reducen el precio de la red de cables concentrando el tráfico.

Puede considerarse a un satélite como un elemento de selección de línea distante. En llamadas originadas en un satélite se toma inmediatamente un enlace hacia el centro principal y cuando el registrador de éste se conecta al enlace se envía la categoria del abonado que llama.

El registrador envía la señal de invitación a transmitir y el abonado le transmite la información de selección. En llamadas dirigidas a abonados del satélite el registrador envía las 3 últimas cifras y el satélite envía la señal de conexión o una combinación telegráfica que se transforma en la central principal en un código que se envía normalmente. El registrador del centro principal puede transmitir, eventualmente, la fecha y la hora y la señal "¿Quién es?". En télex no se emplea una vía especial

de señalización, pues hay tiempo suficiente para enviar toda la información por la vía de transmisión normal antes de que el motor tome velocidad.

2.5 Introducción en una red existente

No es posible describir dentro de los límites de este artículo, todas las posibilidades que se han considerado durante el desarrollo. Sin embargo, el sistema es lo bastante flexible para poder ser introducido en cualquier red existente e incluso puede aumentar el rendimiento de los sistemas paso a paso en servicio, utilizándolos como satélites o como elementos de selección de línea distantes.

Descripción de los circuitos y características principales

a) El circuito de línea está compuesto por 2 relés y puede conectarse a una línea de doble o de simple corriente. El circuito normalizado trabaja a 40 mA en simple corriente o a 20 mA y 20 V. en doble corriente. Es posible utilizar otras tensiones y corrientes, si se requiere especialmente. La resistencia máxima del bucle de línea puede ser 2.700 ohmios, incluyendo el teleimpresor. En

reposo no hay corriente en la línea en la versión normalizada, pero se puede prever opcionalmente una corriente de reposo de 5 mA.

b) Los circuitos de conexión pueden ser únicamente de 3 tipos normalizados. El circuito de conexión semiautomático sin repetidor se emplea sólo para las posiciones de operadoras de los centros internacionales.

El circuito de conexión local y el de llegada son casi iguales, pero el primero cuenta con relés de tarificación. Los dos tienen un repetidor universal, que en los circuitos de conexión de llegada trabaja siempre a doble corriente por el lado de llegada.

c) Registradores. Como ya se ha indicado en la descripción de la red, hay varios tipos de registrador. El del centro internacional es, sin duda, el más complicado, sobre todo si hay que prever diversas características opcionales como transmisión de fecha y hora, empleo de distintos procedimientos de selección según la categoria del abonado que llama, utilización de códigos NC especiales para observación del tráfico, etc. Sin embargo, una gran parte de los circuitos de los 3 tipos de registradores se ha normalizado, especialmente los circuitos electrónicos.

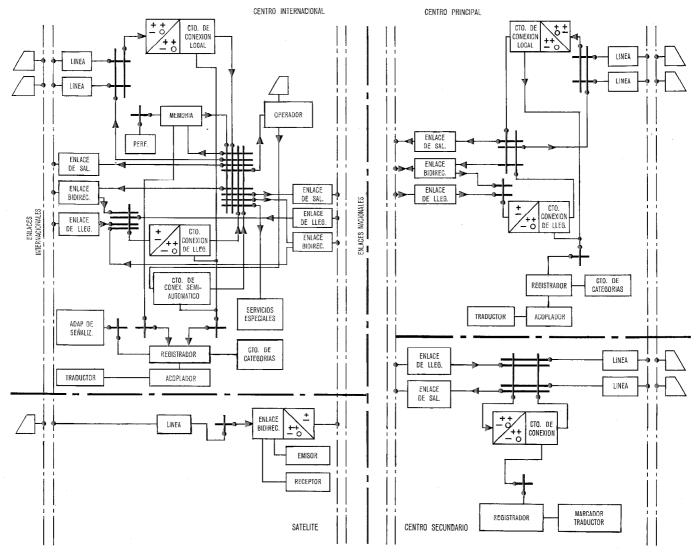


Fig. 1 Diferentes tipos de centrales en el sistema telegráfico Pentaconta.

Las principales diferencias entre el registrador internacional y los otros son las siguientes:

- mayor capacidad de almacenamiento (hasta 15 cifras);
- conexión a un adaptador de señalización para relacionarse con sistemas de señalización tipo "B";
- conexión eventual a una memoria;
- dispone del equipo preciso para interconectarse con sistemas a teclado de tipo "B";
- establece conexiones directas y arranca la tarificación en el caso de sistemas especiales de señalización, como por ejemplo los que se emplean en transmisión por radio.

Las diferencias entre los registradores de los centros principales y secundarios se deben a los circuitos periféricos. Como en un centro secundario hay un máximo de 2 marcadores, se ha podido suprimir el circuito de acoplamiento y las funciones de traducción y comparación de categorias han podido incorporarse al marcador. Otra diferencia notable es la posibilidad de utilizar el registrador del centro secundario como elemento de control de un satélite.

d) El circuito de categorias, que es único en la central, incluso en las grandes con varios miles de abonados, se encarga de la comparación de las categorias de los abonados que llama y llamado o, sólo en los centros internacionales, transforma las categorías en las llamadas entrantes. Se han previsto 100 categorias diferentes pero solamente 30 de ellas se comparan entre sí. Las otras categorias se utilizan como indicaciones para registradores o traductores o se transforman antes de efectuar la comparación. Este gran número de categorias hace el sistema sumamente flexible sin elevar prácticamente su coste. Un ejemplo característico de esta flexibilidad es el siguiente. Puede alambrarse el registrador de forma que, si recibe cierta categoria de abonado, éste no necesita enviar información de selección alguna. Esto significa que se pueden conectar abonados especiales que no tengan teleimpresor normal de 50 baudios a través de vías de transmisión de datos normales, o incluso especiales, a un conmutador especial o a un equipo de conmutación automática para fines especiales. De esta forma se emplea el equipo de conmutación telegráfica como un equipo de concentración poco costoso, en tanto el nuevo servicio no justifique una inversión más impor-

e) Enlaces. Se han previsto tres diferentes. El enlace de llegada es el más sencillo y se parece mucho al circuito de línea de abonado. El enlace de salida cuenta con el relé especial de fuera de servicio, que se retiene hasta que el equipo automático de pruebas encuentre que la línea está en buenas condiciones o hasta que intervenga el personal de mantenimiento.

El enlace bidireccional es más complicado pues su funcionamiento como de llegada o de salida debe estar bien separado de la demora de guarda y del cómputo. También se han previsto algunas precauciones especiales para el caso de llamadas simultáneas y pruebas repetidas, así como la posibilidad de transmitir alarmas de bucle y de cinta de sistemas ARQ al equipo de conmutación. El enlace bidireccional del satélite es, además,

diferente de los otros, pues cuenta con relés múltiples para almacenar códigos que deben ser enviados a la central principal por un emisor común. Otra diferencia consiste en sus relaciones con los marcadores y los circuitos de emisión y recepción.

f) *Tarificación*. El sistema normalizado utiliza 2 sistemas diferentes de tarificación, uno para tráfico nacional y otro para tráfico internacional.

El cómputo del tráfico nacional se hace en contadores y hay 3 tarifas normalizadas. El número de tarifas es practicamente ilimitado si se equipa un circuito de tarificación adicional.

Para las llamadas internacionales parece más conveniente hacer el cómputo por tickets, por la flexibilidad de este sistema. Como la identificación del abonado se hace con el código de respuesta, o eventualmente con la parte numérica de la respuesta, puede centralizarse el cómputo por tickets en el centro internacional. Se han tomado precauciones para impedir la falsificación del código de respuesta. Todos los datos quedan almacenados en una memoria mientras dura la comunicación. Al terminar ésta, se registra la información en cinta perforada en código telegráfico mediante una perforadora de alta velocidad. La cinta puede ser tratada por una computadora para preparar las facturas de los abonados. Una característica opcional importante es el envio de la tasa al abonado que llama al concluir la comunicación. Esto puede hacerse para todas las llamadas o sólo en caso de recibir una señal especial de fin de selección.

La elección del sistema de tarificación depende de la distribución de tráfico. Los países grandes tienen un importante tráfico nacional para el que no hay prácticamente variaciones de tarifa entre las diferentes zonas. Por consiguiente, puede computarse una gran parte de llamadas de bajo coste en contadores. Por lo que respecta al tráfico internacional, para el que aparecen cada año varias nuevas direcciones, es mucho más económico emplear el cómputo por tickets, ya que así esas nuevas direcciones no provocan cambios más que en el programa de la computadora. En pequeños países, en que el tráfico internacional puede llegar al 80 %, puede ser más económico tener solo cómputo por tickets. En el sistema telegráfico Pentaconta ambas soluciones son posibles, así como el cómputo múltiple, incluso para llamadas internacionales e intercontinentales.

Con el cómputo por tickets el tiempo que se carga al abonado puede alinearse fácilmente a los tiempos que se computan en las cuentas entre las Administraciones, como ha recomendado recientemente el C.C.I.T.T. en la reunión de Melbourne de 1966. Esto simplifica el trabajo administrativo.

4. Posiciones de operadoras

Existen dos tipos:

- a) consola de madera con 2 aparatos receptores y un teclado:
 - b) torre de llaves montada sobre mesa normalizada.

La consola de madera disponible en la actualidad está equipada con receptores LO 133. Sin embargo, es evidente que esta consola no puede adaptarse para todos

los tipos diferentes de teleimpresores, a causa del elevado coste de la adaptación. El aparato de mesa fué proyectado especialmente para permitir la conexión de todo tipo de teleimpresor normalizado y puede montarse en las mesas normales para cumplir los requisitos especiales de los clientes.

El equipo del teclado es prácticamente el mismo y sus características y utilización son idénticas.

Ambos modelos carecen de Jacks y de clavijas y tienen un máximo de 6 circuitos de conexión y 2 circuitos de posición. La posición puede entregarse con menos circuitos de conexión y ampliarse posteriormente, pues el alambrado está siempre completo desde el principio.

Para aprovechar bien todas las características de la posición y del equipo de conmutación, los teleimpresores deben tener un contacto para las combinaciones de "cifras" correspondientes a J (Timbre) y Z (+).

Las llamadas entrantes se distribuyen de forma que, en principio, se encaminan a una operadora libre. Si no hay ninguna operadora libre, la llamada se dirige a una operadora ocupada que dispone de un teleimpresor libre, siempre que haya por lo menos un circuito de conexión libre. Tan pronto como se toma un circuito de conextón quita la disponibilidad del circuito de posición de la operadora para cualquier otra llamada entrante y determina cual es el teleimpresor receptor que va a entrar en servicio. El motor de este teleimpresor arranca y puede darse una señal audible.

El registrador y el abonado llamado envian a la posición de operadora la información como se ha descrito para las llamadas semiautomáticas. El teclado de la operadora está desconectado hasta que ésta oprime la correspondiente tecla de envío.

Para establecer una comunicación la operadora toma un registrador normal y envía la información completa de selección en un grupo de señales. La lámpara de conexión indica la recepción de la señal de conexión por el equipo de conmutación.

En el caso de llamadas que no se completan no sólo se libera el enlace inmediatamente sino también el equipo de conmutación desde el lado de salida de la posición de operadora. Se utiliza ampliamente emisores automáticos comunes para todos los tipos de códigos a fin de simplificar las maniobras y de limitar al mínimo el tiempo de ocupación de la operadora. Se ha previsto la rellamada por el lado de entrada y por el de salida de la posición para dar la máxima flexibilidad a la asistencia de las operadoras.

El cómputo se suspende automáticamente durante la intervención de la operadora. Se ha previsto el cómputo por tiempo transcurrido o mediante impulsos periódicos de 10 ó 6 segundos procedentes de equipo ARQ. En el caso de comunicaciones que pasan por vías ARQ, se dan alarmas de bucle y cinta a la operadora y, si es preciso, se puede supervisar la conexión.

La señal de liberación puede ser dada por el abonado que llama, el llamado, el registrador y la operadora. El abonado que llama puede liberar la comunicación en cualquier momento, excepto durante su establecimiento. Puede preverse retención local para enviar la tasa al

abonado que llama. Cuando se introducen estas posiciones en una red existente en que no se ha previsto la retención de las llamadas a posiciones de operadora, se puede conectar un dispositivo que detecte una serie de 5 veces la combinación de "cifras" correspondiente a la letra M, con objeto de dar el mismo servicio. El lado de salida se libera siempre tan pronto como se comprueba una de las señales.

Pueden darse los servicios de conferencia y difusión desde posiciones especiales que son capaces de cursar también llamadas normales.

5. Equipo

El equipo está constituído por cuadros de dos tamaños normalizados: 1,16 m. (cuadros estrechos) y 1,45 m. (cuadros anchos). Con el fin de simplificar el transporte y la instalación, los cuadros se montan en la central para constituir un bastidor, entre 2 montantes, cuya altura puede ser 3,070 m. para 6 cuadros y 2,672 m. para 5 cuadros. Los bastidores se disponen en filas cuya longitud depende de las dimensiones de la sala en que se instala la central. Los pasillos entre filas permiten el fácil acceso a las caras anterior y posterior del equipo. Fig. 2.

Cada bastidor tiene una caja de alimentación con fusibles y dispositivos de señalización.

La supervisión del bastidor se hace con las lámparas del panel de supervisión y se repite en las lámparas colocadas a un extremo de cada fila, así como en el panel general de supervisión de la central. Fig. 3.

También puede existir supervisión general a distancia. Los cuadros están bien protegidos contra el polvo y los golpes por cubiertas metálicas bien ajustadas.

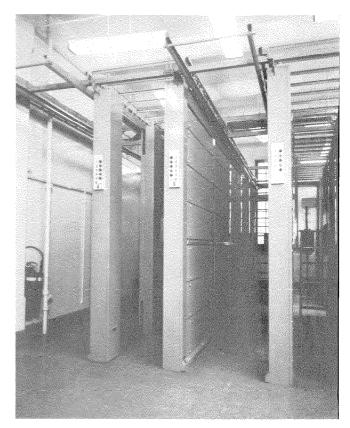


Fig. 2 Central de tránsito internacional Telex en Lima.

5.1 Centros internacionales principales

5.1.1 Elemento de selección de línea

En el elemento de selección de línea hay cinco tipos de cuadros diferentes.

- a) Cuadros de relés de línea y corte. Va equipado para 50 líneas incluyendo las resistencias variables para el ajuste de la corriente de línea y de la corriente de compensación del repetidor de impulsos. Cada circuito de línea puede alambrarse para simple o doble corriente mediante una regleta individual.
- b) Cuadros de selectores terminales. Se ha previsto dos tipo de cuadros, uno con capacidad de 8 á 12 selectores y otro para 12, 16 ó 20 selectores. El número de selectores verticales está determinado por el tráfico de los abonados. Un cuadro totalmente equipado puede cursar hasta 0,22 E. por línea de abonado en ambos sentidos.
- c) Cuadros de marcadores de línea 1 y 2 con sus repartidores intermedios asociados.

Los dos marcadores de un grupo de 500 líneas son idénticos. El cuadro del repartidor de marcaje cuenta con un cierto número de regletas de conexión, cada una de las cuales se conecta mediante un bloque de conexión a los relés de marcaje de una centena. La continuidad de los hilos de marcaje (abonados llamados) se consigue en la parte frontal de estos cuadros de repartidores mediante clavijas en él amovibles, para los abonados cuyo número de llamada corresponde a la posición de los relés de línea y corte con respecto a los cuadros de selectores terminales, o mediante puentes para los otros abonados que tienen posiciones especiales, como por ejemplo los grupos de líneas de centralitas, o para los abonados desplazados con el fin de lograr el equilibrio de tráfico entre las diferentes cincuentenas.

- d) Cuadros de buscadores de llamadas y selectores de cincuentena. Una sección primaria comprende todos los buscadores de llamadas, selectores de cincuentena y selectores de ayuda mútua que tienen un múltiple común.
 - e) Cuadros de repartidores intermedios.

5.1.2 Elemento de selección de grupo a 4 ó 5 hilos

Hay dos versiones del elemento de selección de grupo, según la capacidad inicial. El elemento de selección de grupo a una etapa es económico para centrales de hasta 350 abonados de tráfico medio. El elemento de selección de grupo a 2 etapas se emplea en las centrales mayores; consta de cuadros de selectores primarios y de cuadros de selectores secundarios controlados por un cuadro con dos marcadores y dos cuadros de relés de marcaje. Un elemento de selección de grupo cuenta, como máximo, con 20 cuadros de selectores secundarios con 1.040 salidas.

5.1.3 Elemento de selección de grupo a 8 ó 10 hilos

Este elemento de selección de grupo se utiliza siempre a dos etapas. Normalmente, se emplean cuadros secundarios estrechos con 12 selectores secundarios. Este tipo de elemento de selección de grupo se utiliza para la selección de enlaces que trabajan con equipo ARQ.

5.1.4 Elemento de buscadores de enlaces (buscadores de llamadas entrantes)

Un elemento completo de este tipo, capaz de cursar un tráfico de llegada de 55 erlangs, consta de:

- cinco cuadros de secciones de buscadores de enlaces.
- un cuadro con los marcadores 1 y 2.
- un cuadro de repartidor intermedio.

5.1.5 Bastidores de registradores y conectadores

Según el tipo de central, el registrador ocupa uno o dos cuadros. Para los circuitos de acoplamiento se emplean cuadros anchos de altura reducida. Según la capacidad de la central y el tráfico que debe cursar, se equipan dos de estos circuitos por cada grupo de 8, 10 ó 12 registradores.

5.2 Centro secundario

En la figura 4 se ve la distribución del equipo en un centro secundario. Todas las selecciones se efectúan mediante un selector combinado de línea y enlaces. Al hacer el diseño del equipo se tuvo especial cuidado en permitir las ampliaciones desde 20 líneas hasta 200 de la forma más económica. Las diferentes etapas de ampliación se encuentran indicadas en la figura. Es evidente que el equipo puede diponerse en dos filas, si esta distribución se adapta mejor a la sala disponible.

5.3 Satélite

Para las centrales terminales de 48 á 192 líneas se ha hecho un diseño especial, cuya característica más importante es la supresión de los registradores.

a) Llamada entrante:

El marcador de la central satélite recibe la información de selección desde el registrador de la central principal (2 ó 3 cifras y la categoria) y le envía una señal telegráfica para indicar que la llamada se ha establecido o que debe enviarse un código determinado al abonado que llama.

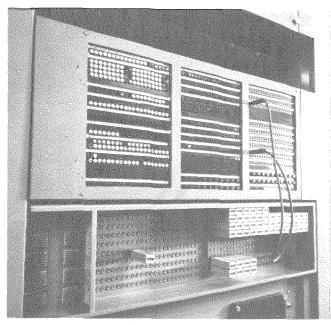


Fig. 3 Panel de observación de circuitos-contadores de ocupación.

		150	LIN. CON 4 SECC. PRIMARIAS O 2	00 LIN.		
,		150 LIN. CON 2 S	ECC. PRIMARIAS			
, ,		100 LINEAS			`	
	50 LINEAS			`		
20 1	INEAS					
CAJA DE ALIMENT.	CAJA DE ALIMENT.	CAJA DE ALIMENT.	CAJA DE ALIMENT.	CAJA DE ALIMENT.	CAJA DE ALIMENT.	CAJA DE ALIMENT.
R. I.	R. I. RESIST. LAMPS.	R. I. RESIST. LAMPS.	R. I.	R. Ì.	R. t.	R. i.
BUSC. DE REG.	MARCADOR 1	MARCADOR 2	RELES DE LINEA	SELEC. TERM.	RELES DE LINEA	SELEC. TERM.
REG. 1	RELES DE LINEA	SELEC. TERM,	RELES DE LINEA	SELEC. TERM.	SECC. PRIMARIA 3	SECC. PRIMARIA 3
REG. 2	SECC. PRIMARIA 1	SEGG. PRIMARIA 1	SECC. PRIMARIA 2	SECC. PRIMARIA 2	SECC. PRIMARIA 4	SECC. PRIMARIA 4
PANEL DE SUPERV.	PANEL DE SUPERV.	PANEL DE SUPERV.	PANEL DE SUPERV.	PANEL DE SUPERV.	PANEL DE SUPERV.	PANEL DE SUPERV.
REG. 3	ENLACES BIDIRECCIONALES (MAX. 28)	REG. 4	REG. 5	REG. 6	REG. 7	REG. 8
GENERADOR DE IMPULSOS CTO. DE ALARMA	CTOS. DE CONEXION (8)	CTO. DE CONEXION (8)	CTO. DE CONEXION (8)	CTO. DE CONEXION (3)	CIO. DE CONEXION (8)	
CTO. DE CATEGORIAS	RELOJ			ENLACES BIDIRECCIONALES (MAX., 28)	CTO. DE CONEXION (8)	

Fig. 4 Disposición de los equipos en un centro secundario.

b) Llamada saliente:

El marcador detecta la llamada y conecta la línea que llama a un enlace libre, que almacena en un relé múltiple la categoria del abonado que llama y la transmite a la central principal tan pronto como se conecta un registrador. Este envía a la central satélite la tarifa a aplicar, si hay cómputo múltiple, después de recibir la información de selección.

Como no es preciso tener personal de mantenimiento en esta central, se ha previsto la transferencia automática de alarmas a la central principal. Asimismo la central satélite está diseñada para ser instalada fácilmente en unos pocos días. El cableado es de tipo enchufable.

Cuando se proyecta una red télex se puede hacer uso

de este tipo de centrales en la etapa inicial para aquellos centros en que estará justificada una central más grande cuando se realice la primera o la segunda ampliación de la red. El equipo puede trasladarse a otro lugar muy fácilmente y en muy poco tiempo, de modo que la inversión inicial puede ser pequeña y sin embargo, permitir que se preste un buen servicio a los abonados télex.

Adriaan Melis nació en Amberes el 28 de Agosto de 1925 e ingresó en 1947 en la Bell Telephone Manufacturing, entrando a prestar servicio en el Laboratorio de Circuitos.

Participó en el desarrollo del sistema de conmutación telegráfica 7 E. En 1958 fué transferido al Departamento de Diseño de Circuitos, del cual fué nombrado Jefe en 1963.

Nuevo sistema transistorizado de cable coaxial para 2.700 canales

P. NORMAN P. J. HOWARD

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

1. Introducción

Un estudio de mercado, dió la información de que estaba aumentando la demanda de sistemas de cable coaxial de 12 MHz. (2.700 canales) sobre pares de 9,5 mm. (0,375 pulgadas) de diámetro. Aunque los sistemas de válvulas eran capaces de solucionar esta necesidad, se tuvo en cuenta que los sistemas transistorizados tendrían ventajas muy significativas en cuanto a gastos iniciales y de conservación.

Había que hacer mucho trabajo de evaluación de transistores para conseguirlo y se consideraron varias soluciones alternativas. Así se desarrolló un amplificador para distancias de 3 Km. (2 millas). Era posible aumentar los niveles de señal en la línea para obtener la separación de 4,5 Km. (2,8 millas) entre amplificadores; pero el consumo de potencia por amplificador aumentaba a 7,5 W. Con la posibilidad de emplear tipos perfeccionados de transistores de silicio "planar - epitaxial" y nuevo desarrollo en la configuración del amplificador, podía obtenerse el mismo resultado con un consumo de potencia de sólo 0,64 W.

El circuito final permite conseguir un sistema, con ruidos inferiores a 1 pW/Km y una excelente estabilidad de ganancia con las variaciones en el suministro de fuerza y la temperatura.

2. El amplificador de línea

El amplificador de línea es naturalmente el corazón del sistema, y merece discutirse con algún detalle. Se hizo un esfuerzo considerable de desarrollo en su realización; ya que la selección de tipos de transistor y configuración del circuito tiene una gran influencia en la distancia entre repetidores y el consumo de potencia. Para el diseño se partió de la base de conseguir que el ruido del sistema fuera de 1 pW/Km en su funcionamiento. Esto permitiría un amplio margen de funcionamiento ante cualquier eventualidad debida a errores de igualación, con objeto de garantizar la condición del C.C.I.T.T. de 3 pW/Km. para un circuito hipotético de referencia de 2.500 Km. bajo cualquier condición de servicio.

2.1 Objetivos propuestos

A continuación se describen los más importantes:

- a) Pérdidas de retorno buenas a la entrada y a la salida (para disminuir reflexiones y errores de ganancia).
 - b) Pequeño nivel de ruidos.
 - c) Ruido por intermodulación bajo.
 - e) Pequeño consumo de potencia.
 - d) Buen margen para sobrecargas.
- f) Característica de ganancia exacta (al acoplar el cable) y buena estabilidad de la ganancia con las variaciones de suministro de potencia y de temperatura ambiente
- g) Ganancia variable exacta (para poder compensar los cambios de pérdidas del cable con la temperatura y

hacer posible tolerancias para distancia entre repetidores).

- h) Flexibilidad del circuito (que capacita para realizar pequeños cambios fácilmente en las dos características de ganancia-frecuencia, media y variable). Esto permitirá utilizar el amplificador con los tipos antiguos de cable coaxial, que tienen características ligeramente diferentes, haciendo facilmente variaciones sobre el diseño.
 - i) Larga vida y alta confiabilidad.
- j) Capacidad para soportar inducciones de circuitos de fuerza y descargas eléctricas.

Las condiciones para obtener bajo ruido de intermodulación y buen margen de sobrecarga, se oponen a la de pequeño consumo de potencia, y hay que llegar a un compromiso. Un importante factor que se ha considerado en el diseño, ha sido la necesidad de limitar la corriente en los conductores internos del cable para alimentación de los repetidores dependientes al valor máximo de 50 mA con 300 V. de tensión respecto a tierra, (250 V. para el British Post Office). Esta es una condición de seguridad para el personal de conservación, [1, 2]. Las obras y operaciones en el cable, pueden entonces llevarse a cabo sin las complicadas precauciones de seguridad que eran necesarias cuando se trataba de sistemas primitivos coaxiales con válvulas.

Por consiguiente, el consumo de potencia del amplificador se ha limitado rigurosamente, permitiendo así alimentar una cantidad razonable de ellos a distancia, desde puntos muy separados en la ruta. Se ha conseguido un valor notablemente pequeño, de 0,64 watios (13 V. 49 mA), que permite alimentar 13 repetidores en cada dirección desde una estación de suministro a 300–0–300 V. alcanzando la distancia máxima de 121 Km. entre puntos de suministro de energía (10 repetidores con 250–0–250 V. a distancia de 94,5 Km.). Otras ventajas se obtienen de este reducido consumo: baja elevación de temperatura en los transistores (solamente 75 °C por encima de la temperatura ambiente, y pequeño aumento en los componentes del amplificador (2 °C aproximadamente). Estas conducen a larga vida y alta confiabilidad.

2.2 Configuración

La configuración del circuito del amplificador de línea se representa en la figura 1. Consta de tres pasos con realimentación de transistores de silicio planar, con circuitos híbridos a la entrada y a la salida dando buenas pérdidas de retorno contra el cable, además de un pequeño coeficiente de ruídos y alta eficacia de la etapa de salida. La característica media de ganancia-frecuencia directa es debida principalmente a las impedancias $R_2 + Z_{\rm p}$ y Z_0 junto con un pre-igualador de entrada (no representado). Las pérdidas del pre-igualador son pequeñas en la parte alta de la banda para permitir pre-acentuar la característica, dándole la máxima pendiente en esta región del sistema, y consiguiendo un valor óptimo

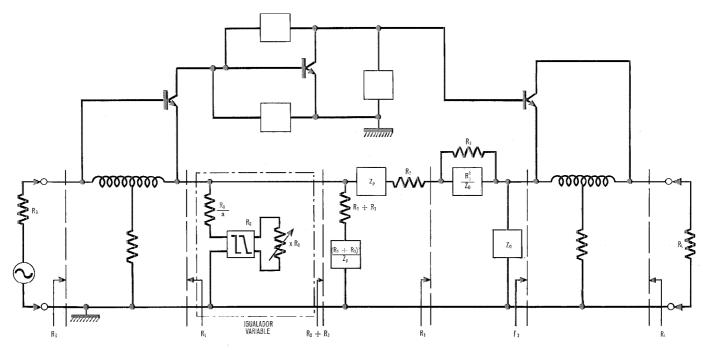


Fig. 1 Configuración del amplificador de línea.

para el ruído térmico y de intermodulación, así como su capacidad para soportar sobrecargas [7].

La ganancia se puede variar, para compensar los cambios de atenuación del cable por la temperatura, así como la tolerancia para la distancia entre los repetidores, mediante un igualador variable dispuesto en el circuito de realimentación. Es un tipo muy conocido descrito por H. W. Bode [3] y utiliza un igualador simétrico de resistencia constante (impedancia característica R_0) terminado por una resistencia variable XR_0 . Esta puede ser, bien un termistor en los repetidores regulados, controlado automaticamente por la señal del piloto regulador de 12.435 KHz., o una resistencia fija en los repetidores sin regulación. La curva atenuación frecuencia del igualador R_0 gobierna la forma de la característica variable, ganancia-frecuencia del amplificador.

El igualador variable debe cumplir la condición:

$$\frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{a^2 - 1}{a} R_0$$

donde a es una constante del diseño y R_1 y R_2+R_3 son impedancias resistivas que presenta el resto del circuito.

El circuito proporciona una variación de ganancia en sentido directo a 12 MHz. de \pm 6 db. que es un margen muy apreciable, y su configuración se caracteriza en que ésto se consigue sin variar apenas la ganancia total del sistema. Esto tiene un valor notable, ya que es importante mantener la máxima realimentación posible, para disminuir la intermodulación y obtener una buena exactitud de ganancia. La forma más corriente de cambiar la ganancia de un amplificador con realimentación, es variar la cantidad de realimentación total. Puede obtenerse suficiente margen de amplitud y fase con la mínima ganancia (máxima realimentación), para impedir la posibilidad de oscilación. Por ésto, con la máxima ganancia (realimentación

mínima), la cantidad de realimentación podría no ser suficiente para conseguir buen comportamiento respecto a conseguir buena intermodulación o exactitud de ganancia. Sin embargo este circuito no está sometido a esta limitación. Una forma de definirlo, es decir, que los cambios del igualador variable varían la realimentación local únicamente en la primera etapa, pero no la realimentación total.

Igualmente Z_0 puede variarse para alterar la ganancia en el sentido directo sin cambiar la realimentación total. En lugar de ésto, se cambia la realimentación local en la etapa de salida. Puede ser útil para modificar la característica de ganancia en sentido directo del amplificador sin

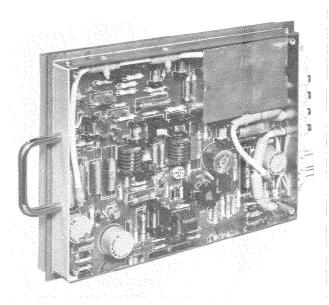


Fig. 2 Amplificador de línea.

que afecte a la ganancia general del sistema, facilitando una gran flexibilidad en el diseño que permite hacer pequeños cambios en la forma de las características medias de ganancia-frecuencia fija y variable, adaptándose a distintos tipos de cable.

2.3 Característica del Amplificador

Para realizar las pruebas del diseño, se construyeron 15 modelos del amplificador de línea que se muestra en la Fig. 2, utilizando transistores tomados al azar de tres fabricantes distintos. A continuación se indican algunos de los resultados de pruebas de los modelos. Estos resultados, junto con los obtenidos en las pruebas reales del sistema con los mismos tipos de amplificador (ver sección 7), confirman sus características.

a) Factor de ruído a 12,5 MHz. (incluyendo pre-igualador)	Máx. Medio Mín.	5,3 db. 4,6 db. 4,3 db.
b) Sobrecarga a 12,5 MHz.	Medio	+21,5 dbm. +20,8 dbm. +20,3 dbm.

c) Atenuación de distorsión por armónicos e intermodulación (no se dan más que los valores referentes a las combinaciones que producen el ruido más fuerte; en general, ponen en juego las frecuencias fundamentales más altas posibles; la potencia de salida de cada fundamental es de ± 10 dbm.).

2 A_E	$3(2\times11-9.5)=12.5$ MHz.	Máx.	70,0 db.	
		Medio	68,3 db.	
		Mín.	66,5 db.	
2 A	$(2 \times 6 = 12 \text{ MHz.})$	Medio	56,2 db.	
		Máx.	58,0 db.	
		Mín.	53,0 db.	
A-B	(12,4-12,1=0,3 MHz.)	Máx.	79,0 db.	
		Medio	76,3 db.	
		Mín.	71,0 db.	

d) Pérdidas de retorno

	Entrada			Salida			
Frecuencia	0,3	4	12,5	0,3	4	12,5	
Máx.	59	29	30	30	40	30	
Min.	40	27	19	25	32	24	

e) Coeficiente de temperatura

La figura 3 muestra el cambio de ganancia para una elevación de 40 °C sobre la temperatura ambiente (valor medio de 4 amplificadores).

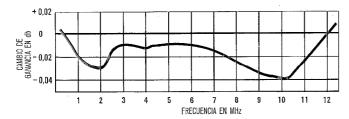


Fig. 3 Cambio de ganancia del amplificador de línea para 40 $^{\circ}$ C de aumento de temperatura.

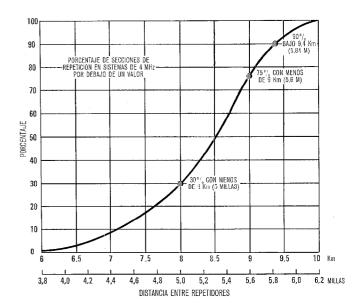


Fig. 4 Análisis de distancia entre repetidores en rutas con 4 Mc/s. Nota: Información obtenida de un conjunto de 30 rutas.

Consideraciones acerca de la distancia entre repetidores

Era evidente que con los repetidores transistorizados, el equipo podría utilizarse ventajosamente en cajas enterradas, del mismo modo que ya se había hecho con éxito en los modernos sistemas de cable coaxial de pequeño diámetro, [4, 5]. Sin embargo, la necesidad inmediata era equipar los pares coaxiales de reserva disponibles, para luego sustituir los antiguos sistemas de válvulas de estos cables. Actualmente estos sistemas de válvulas están instalados en casetas separadas teoricamente cada 9,6 Km. (6 millas). Por tanto para el mejor aprovechamiento de las instalaciones existentes, tanto de línea como terminales del cable, los sistemas nuevos deberían separarse según submúltiplos de 9,6 Km. A primera vista ésto daría una separación teórica entre repetidores de 4,8 Km. (3 millas), pero al analizar las rutas actuales se vió que a causa de dificultades de emplazamiento, las casetas estaban separadas generalmente a

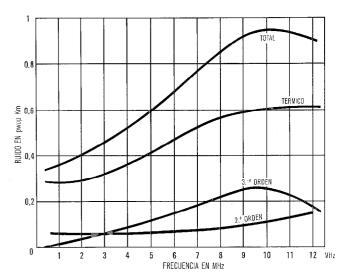


Fig. 5 Ruidos calculados para un sistema de 280 Km.

distancias más cortas. En la figura 4 se hace un análisis de la distancia entre repetidores para 30 rutas con equipo de válvulas de las instaladas en Gran Bretaña. Se verá que el 75 % de las casetas repetidoras están separadas a 9 Km. (5,6 millas) o menos. Por esta razón se hizo el diseño de los nuevos repetidores para distancias de 4,5 Km. (2,8 millas), pero con la previsión de poder cubrir ocasionalmente secciones más largas. (Ver sección 5).

4. Comportamiento respecto a ruidos del sistema

Para establecer la carácterística óptima de pre-énfasis del sistema, se empleó un computador digital, tomando como base los ruidos térmicos medidos en el amplificador y la calidad respecto a la intermodulación. En la Fig. 5 se representa el ruido calculado para una sección homogénea de 280 Km., empleando el nivel convencional de –15 dbmO, de acuerdo con el C.C.I.T.T. Se incluye en la misma, la influencia de los terminales de transmisión y recepción, así como de los repetidores principales en los que se utilizan amplificadores de ganancia plana para compensar las pérdidas de los igualadores. En el cálculo no se ha incluído nada por errores debidos a la igualación, pero se obtiene, sin embargo, un margen muy amplio comparado con la recomendación del C.C.I.T.T. de 3 pW/Km.

5. Regulación

La decisión de emplear casetas de repetidores ya existentes, afectaba a la técnica a utilizar para regulación automática de nivel. Debido a que se esperaba tener que utilizar el sistema en rutas con desviaciones muy amplias de la longitud nominal del cable, se consideró ventajoso que la ganancia variable de cada repetidor

tuviera un margen suficiente para compensar, tanto la longitud como las variaciones de temperatura del cable. En las casetas de repetidores se esperaban grandes cambios de temperatura ambiente y detectores de temperatura montados a distancia, podían operar un sistema que tuviera en cuenta la temperatura de la tierra. Se decidió emplear reguladores piloto actuando sobre el equipo precedente, cuya técnica se había utilizado por la Compañía en sistemas anteriores con mucho éxito.

Para el sistema de válvulas de 12 MHz., el C.C.I.T.T. había recomendado como frecuencias piloto de línea 308, 4287 y 12.435 KHz. Debido a que se pensaba que el envejecimiento de las válvulas y otras variables inferiría más en la parte superior de la banda, se había seleccionado como principal frecuencia de regulación de piloto 4287 KHz. Como con amplificadores transistorizados no se manifestarán variaciones de esta clase, podía elegirse como frecuencia piloto de regulación principal 12.435 KHz. La exactitud de la corrección aumenta al ser mayores las variaciones de la característica atenuación-temperatura para esta frecuencia.

Se encontró factible hacer la regulación automática en un margen de \pm 4 db., y ésto unido a la excelente característica de ruidos del amplificador, permite que se verifique la regulación solamente en amplificadores alternos. En el amplificador de ganancia constante, la red de control puede compensar en un margen de \pm 6 db. los errores debidos a excesiva longitud, permitiendo que puedan tolerarse secciones de una longitud hasta 5,25 Km.

Para cualquier ruta dada, el grado de deterioro admisible es tal que se obtiene un ruido distribuído tolerable, estimándose que pueda esperarse un ruido total inferior a 3 pW/Km.

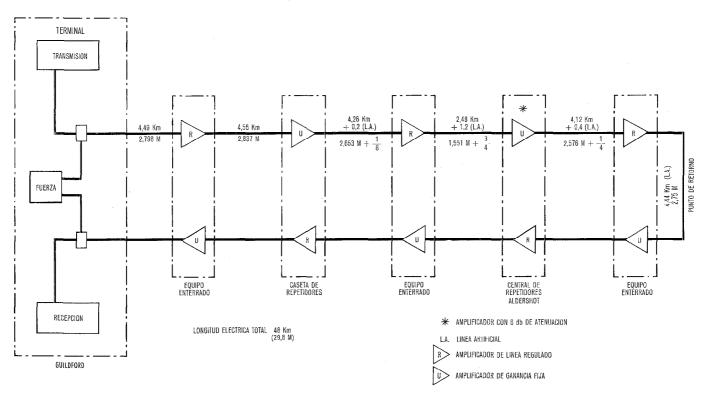


Fig. 6 Diagrama de la ruta de pruebas experimental. Longitud 48 km (29,8 millas).

6. Método de localización de averias

El método de supervisión empleado está estrechamente unido con la filosofía de la regulación, de modo que el personal en las estaciones terminales atendidas pueda identificar un repetidor con avería. El regulador piloto del tipo que se ha descrito, puede proporcionar con poco coste extra, una segunda salida para un circuito de alarma. Un relé es gobernado por un amplificador diferencial de corriente continua y pone un cortocircuito en un par intersticial, cuando el error del piloto en la salida del amplificador de línea es mayor que ± 2 db. Debido al margen de que dispone el regulador, sólo necesitan regularse amplificadores alternativos. Con objeto de que puedan también observarse los amplificadores sin regulación, se utiliza un sencillo detector de nivel piloto, consiguiéndose un circuito muy sencillo y económico que se actúa por medio del piloto de 308 KHz.

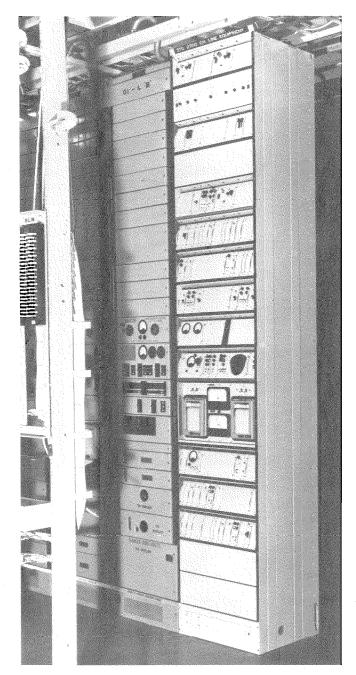


Fig. 7 Vista del repetidor terminal en Guildford.

Si un cable se rompe, la corriente de alimentación de fuerza deja de circular y todas las estaciones dan la alarma del piloto. Por medio de una combinación de un relé conectado en serie y otro en derivación, puede suministrarse una alarma de fuerza desde la estación inmediatamente anterior a la rotura.

Los cables coaxiales de 9,5 mm. (0,375 pulgadas), disponen normalmente de pares intersticiales que pueden emplearse para extender las condiciones de alarma desde los repetidores al terminal usando bucles de corriente continua. Para ello son necesarios tres pares de alarma. En el terminal, una vez que se ha recibido información del cortocircuito, se mide la resistencia del bucle que suministra la distancia que es proporcional al valor obtenido. Si puede utilizarse un cuarto par intersticial como brazo de referencia del puente de Wheatstone, puede hacerse la operación independiente de la temperatura.

En el puente se emplea un amplificador diferencial de corriente continua que permite obtener una perfecta actuación uniforme en todo el margen de operación. Se obtiene así una sensibilidad tan grande que puede realizarse una cierta discriminación en rutas que tengan hasta 100 estaciones, con la ventaja de que en las rutas muy largas la supervisión puede realizarse desde una simple estación atendida.

7. Pruebas en el campo

7.1 Descripción de la ruta

Se instaló un sistema experimental en parte de la ruta de cable coaxial Guildford-Reading, con la cooperación del Post Office Británico. Esta es una instalación típica de cable con 6 pares coaxiales en el que dos de ellos

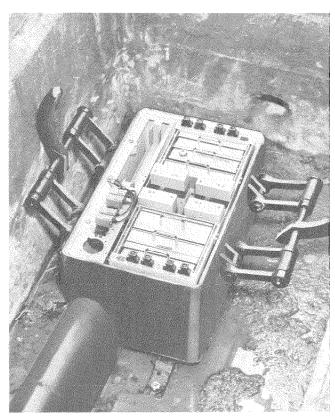


Fig. 8 Vista de un repetidor enterrado.

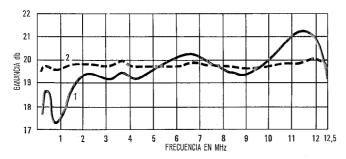


Fig. 9 Característica ganancia-frecuencia en la ruta.
1) Antes de la igualación complementaria
2) Después de la igualación complementaria

están ya equipados con sistemas de válvulas en banda de 4 MHz. para 960 circuitos instalados en casetas espaciadas 9,6 Km. (6 millas). Los repetidores adicionales intermedios se instalaron en cajas enterradas, como se representa en el esquema de la ruta de la Fig. 6. La banda de alta frecuencia se cambió de dirección en el quinto repetidor disponiendo una red con características semejantes a la línea y se obtuvo así una comunicación unidireccional de 48 Km. El repetidor terminal, totalmente transistorizado, se construyó con la práctica de equipo "Mark 6" [6] y puede verse en la Fig. 7. Una fotografía tipica de repetidor enterrado se incluye en la Fig. 8.

7.2 Resultados

La característica ganancia-frecuencia se representa en la Fig. 9; en toda la banda de frecuencia se obtuvo una dispersión de nivel de 0,55 db. Las modificaciones que

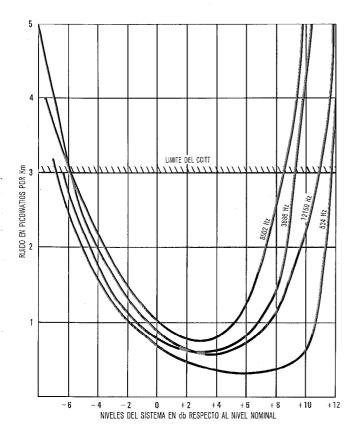


Fig. 10 Pruebas con ruido blanco en la ruta. Niveles del sistema en dB con referencia al nivel nominal.

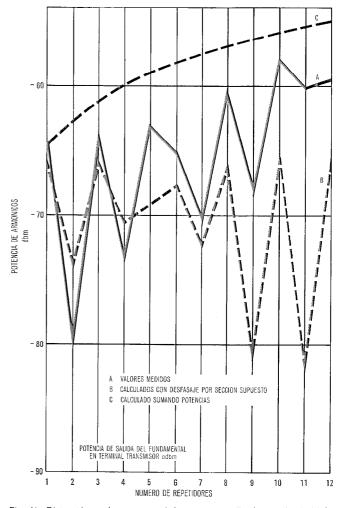


Fig. 11 Distorsión en la ruta por el 20, armónico. Fundamental 6,25 Mc/s. (Nivel de salida del fundamental en el terminal de transmisión 0 dbm.)

se han hecho ahora al amplificador, reducirán esta dispersión en cada repetidor a 0,2 db. aproximadamente, previamente a realizarse la igualación residual.

En la Fig. 10 se representan los buenos resultados obtenidos en la ruta de pruebas cuando se carga con ruido blanco. La carga cero corresponde al nivel convencional de —15 dbm0 adoptado por el C.C.I.T.T. Puede verse que el ruido para cada frecuencia no es superior a 1 pW/Km. Al aumentar la carga mejora la relación señal/ruido al principio, indicando que domina el ruido al azar. Al aumentar más aún la carga, aumenta el ruido debido a intermodulación, pero no obstante ésto, hay un margen de 8 db. antes de que se alcance el máximo de 3 pW, recomendado por el C.C.I.T.T., lo que demuestra el excelente margen de sobrecarga que se ha conseguido obtener.

La acumulación de ciertos productos de la distorsión a lo largo de la ruta, se representa en las Figs. 11 y 12. El desfasaje por sección de repetición, que se ha representado en las curvas, se obtuvo sumando la característica de fase medida en el repetidor con el cambio de fase calculado para un cable de 4,5 Km. La estrecha correspondencia entre los resultados calculados, y los medidos apoyan la teoría que se siguió al valorar el comportamiento del sistema en rutas largas.

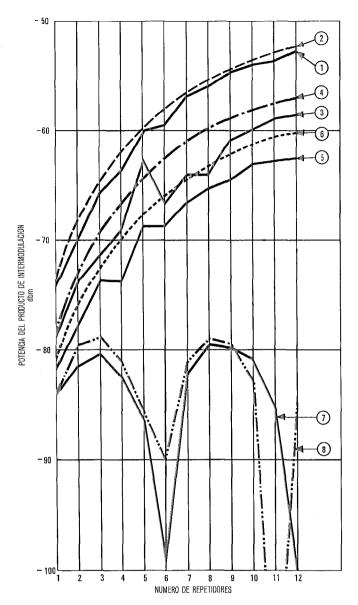


Fig. 12 Distorsión por intermodulación de tercer orden (2A-B). Nivel del fundamental a la salida del terminal de transmissión = \pm 5 dbm. 1. — 2×11 — 9.5 = 12.5 MHz. Medido 2. — 2×11 — 9.5 = 12.5 MHz. Calculado suponiendo suma de voltajes 3. — 2×10.2 — 12.4 = 8 MHz. Medido 4. — 2×10.2 — 12.4 = 8 MHz. Calculado suponiendo suma de voltajes 5. — 2×8.2 — 12.4 = 4 MHz. Medido 6. — 2×8.2 — 12.4 = 4 MHz. Calculado suponiendo suma de voltajes

desfasale

Calculado haciendo estimación para el

0,3 MHz. Medido

La corriente de suministro de potencia de 49 mA está regulada normalmente dentro de \pm 1 mA (\pm 2 %); así se puede deducir de la Fig. 13 que la variación de ganancia en una ruta de 280 Km., por esta causa sería menor que \pm 0,3 db. aún en caso de que la potencia en todos los repetidores cambiase al mismo tiempo en esta cantidad máxima (condición muy poco probable).

La Fig. 14 muestra la diafonía en extremo cercano, medida en el terminal, cuando se desconecta la dirección inversa del bucle de alta frecuencia y la línea termina en el último repetidor. La diafonía se midió en intervalos de frecuencia contiguos, empleando un detector con un ancho de banda de 200 c/s. La diafonía máxima y mínima

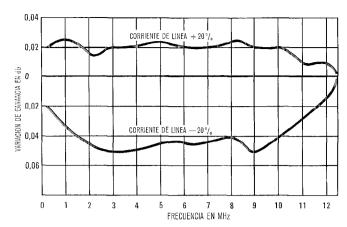


Fig. 13 Variación de la ganancia por amplificador, con la corriente de alimentación.

en las frecuencias próximas a la parte superior de la banda se representa en el gráfico. La variación continua en toda la banda de frecuencia, se debe a distintos caminos para la diafonía a lo largo de la línea, pero el nivel general de diafonía es menor al disminuir la frecuencia.

La estabilidad de la característica ganancia-frecuencia en las pruebas sobre la ruta, se midió durante un período de 6 meses y se representa en la Fig. 15. Las características obtenidas están muy de acuerdo con las que se esperaban por el diseño del amplificador de línea y de la variación en la temperatura del cable. Continuan realizándose otras medidas sobre la estabilidad con el tiempo.

7.3 Conclusión

Ha sido diseñado un nuevo amplificador de línea para 2700 canales, con mucha estabilidad y excelente ejecución. Se han efectuado pruebas realistas de un sistema con este amplificador, obteniéndose para los ruidos un valor de 1 pW/Km. demostrándose que se cumplen con márgenes adecuados de trabajo las recomendaciones importantes del C.C.I.T.T. y las especificaciones del British Post Office.

El nuevo sistema aporta los procedimientos más económicos para aumentar ampliamente la cantidad de canales de los cables actuales, y con la posibilidad de enterrar los repetidores, las nuevas rutas de cable pueden instalarse con mejor coste que hasta hoy.

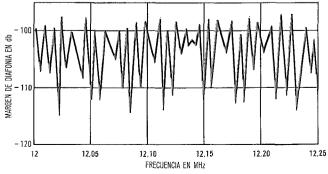


Fig. 14 Diafonia en la ruta medida con pequeños intervalos de frecuencia.

 $2 \times 6,3 - 12,3 =$

 $-2 \times 6.3 - 12.3 = 0.3 \text{ MHz}.$

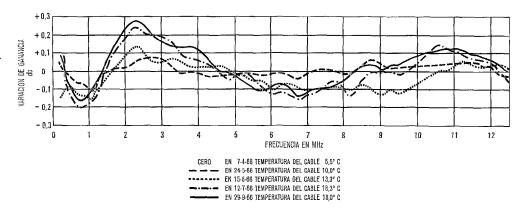


Fig. 15 Estabilidad de ganancia en la ruta.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer el permiso del Post Office Británico para publicar el gráfico de la Fig. 4 y las fotografías del equipo. También quieren recordar la colaboración de sus compañeros en Standard Telephones and Cables Ltd., Basildon, sin la que este desarrollo no hubiera sido posible.

Peter Norman nacio en Wellingborough, Northamptonshire, Inglaterra en 26 de Julio de 1923. Desde 1943 hasta 1945 trabajó en Direction Finding Equipment con el Signal Research and Development Establishment, y en 1946-47 desarrolló un trabajo similar con Plessey Company. Recibió en 1948 el grado de B. Sc. en Física en la Universidad de Birmingham.

Entonces se incorporó a Standard Telephones and Cables. trabajando en desarrollo de sistemas para líneas aéreas. Ahora dirige una sección encargada de Sistemas modernos P. C. M. y para área local.

Peter James Howard, nació el 31 de Agosto de 1926 en Sheffield, Yorkshire, Inglaterra, y recibió en 1951 el grado B. Sc. en ingeniería eléctrica en Battersea Polytechnic, Londres.

El mismo año ingresó en Standard Telephones and Cables, trabajando en desarrollo de equipos de Transmisión. Ahora dirige el grupo encargado del desarrollo de equipos para línea coaxial.

Mr. Howard es miembro asociado del Institute of Electrical Engineers.

Referencias

- [1] Notes on electric shock with special reference to Power-fed Transistorized Cable Systems, Documento del C.C.I.T.T., Período 1961/1964, COM. V, No. 100, 24 Marzo 1964.
- [2] Documento del C.C.I.T.T., Período 1961/1964, COM. V, No. 36, 14 Noviembre 1962.
- [3] H. W. Bode: Variable Equaliser, Bell System Technical Journal, 1938,
- Vol. 17, p. 229. [4] H. T. Prior, D. J. R. Chapman y A. A. M. Whitehead: The Application of Transistors to Line Communication Equipment, Proceedings I.E.E., Vol. 106, Part B, No. 27, Mayo 1959, p. 279.

 [5] R. E. J. B. Baskett: Small Diameter Coaxial System, Part III, The S.T.C.
- 300 Channel and 960 Channel Carrier Frequency Line Equipment, Electrical
- Communication, 1966, Vol. 41, No. 3.
 [6] M. E. Collier: Transistor Carrier Multiplex Equipment, Part 1. Deep-Rack Construction (Mark 6 Multiplex), Electrical Communication, Vol. 40, No. 1,
- 1965, p. 48.
 [7] B. B. Jacobsen: On the Use of Pre-Emphasis, I.E.E. Conference, Transmission Aspects of Communication Networks, Febrero 1964.

El bastidor de radio RL4H

H. S. V. REEVES

Standard Telephones and Cables Limited, Londres

1. Antecedentes

Hasta fecha reciente, los bastidores de radio para microondas necesitaban un amplificador de ondas progresivas para dar la potencia de transmisión necesaria, de uno a diez vatios. Esto requería una alimentación de unos 3 kV y la vida estimada era de unas 10.000 horas. Estos equipos tenían un oscilador local de estado sólido que daba una salida de 50 mW en SHF.

El bastidor reducido RL4H, totalmente transistorizado, ha permitido suprimir el tubo de ondas progresivas mediante la incorporación de los más recientes transistores y varactores de elevada frecuencia y alta potencia. Estos componentes dan una salida de 2½ vatios a 4 GHz a partir del oscilador local del transmisor que alimentan a un varactor, conversor de alto nivel, que, finalmente, da una salida de transmisión de un vatio. La vida de este generador se ha calculado en 100.000 horas.

Además, en el receptor se obtiene un factor de ruido mucho menor

Los modelos experimentales del oscilador local del transmisor y del conversor de alto nivel fueron diseñados y construídos por Standard Telephone Laboratories (Harlow) y éstos fueron el punto de partida de los posteriores desarrollos hechos por S. T. C.

2. Descripción General

2.1 Objetivo

El bastidor RL4H se ha diseñado para servir de repetidor o de bastidor terminal en el sistema de radio de estado sólido RL4H.

Este sistema puede utilizar hasta 5+1 ó 4+2 canales de radio de acuerdo con el plan de frecuencias $C.\,C.\,I.\,R.$ para la banda de $4\,GHz.$

Cada canal de radio admite la banda base correspondiente a 960 canales telefónicos o la banda de video de televisión (monocroma o en color) más un canal de sonido por encima de la banda de video.

Los seis radiocanales emisores y los seis receptores pueden utilizar un alimentador común bipolar y una antena Cassegrain única.

El bastidor radio RL4H utiliza como canal de servicio un equipo de radio auxiliar de B.T.M.

2.2 Función

El bastidor reducido RL4H puede utilizarse como bastidor terminal, en cuyo caso puede considerarse dividido en un transmisor y receptor independientes, o como un bastidor repetidor. En el primer caso pueden proveerse alimentaciones separadas para emisión y recepción.

El transmisor recibe la frecuencia intermedia de 70 MHz (0,3 V.) modulada en frecuencia, procedente del panel modulador del bastidor modem y la convierte en una salida de 1 vatio a 4 GHz.

El receptor admite un nivel de entrada de SHF comprendido en un margen de -30 á -65 dbm y la convierte

en una salida de 70 MHz y 0,5 V. que se aplica al demodulador del bastidor modem.

En el bastidor repetidor, la salida de F. I. del receptor se lleva al panel amplificador de potencia del transmisor. En este caso, hay una sola unidad de alimentación común.

El bastidor requiere un suministro de 24 V. c. c. y consume, aproximadamente, 120 vatios.

2.3 Descripción del esquema de conjunto del bastidor (Fig. 1)

El tamaño de guiaondas utilizado para todos los componentes de SHF es el 12 A de I. E. C. código M (F) 45, de dimensiones internas 50.8×16.9 mm.

La frecuencia de entrada de recepción, procedente del circulador direccional del canal, se selecciona mediante el filtro de señal de recepción a través de un guiaondas flexible.

El filtro tiene una anchura de banda de \pm 20 MHz y una característica sumamente plana formada por 6 secciones. Las frecuencias de los otros canales son reflejadas por este filtro y conducidas por el circulador a los otros receptores.

En el lado receptor del circulador direccional de canal existe un obturador de cortocircuito que, cuando se introduce, rechaza los otros canales de recepción a sus respectivos bastidores y permite quitar el guiaondas flexible para medir el factor de ruido del receptor.

La señal recibida atraviesa el filtro de señal y se dirige, a través de un circulador, al filtro del oscilador local (O. L.) que la refleja hacia el modulador de entrada a un nivel nominal de – 30 dbm.

La frecuencia del oscilador local del receptor se obtiene de un cristal de unos 125 MHz, cuya salida se amplifica y dobla en frecuencia antes de multiplicarse por 16 mediante un diodo de recuperación en escalón para obtener la frecuencia final de 4 GHz. La frecuencia de salida del oscilador local se selecciona mediante un filtro de guiaondas de tres secciones (± 8 MHz) y se lleva al mezclador a través del circulador.

El otro circulador situado en el camino de recepción que tiene una terminación en su tercera rama, tiene por objeto reducir el escape de productos no deseados del receptor, por ejemplo, evita que la frecuencia del oscilador local alcance a otros receptores. Actua, pues, como un aislador.

La unidad mezclador de entrada/preamplificador tiene un factor de ruido inferior a 8 db.

La salida del preamplificador se lleva al amplificador principal de F. I. que contiene un bucle de control automático de ganancia con retorno al preamplificador que permite una salida constante de 0 dbm para una entrada de SHF comprendida entre $-25\,\mathrm{dbm}$ y $-65\,\mathrm{dbm}$.

Se ha dispuesto un igualador variable de retardo de grupo para compensar la característica de retardo de grupo del "vano", principalmente la del amplificador de potencia del transmisor lejano, del filtro y conversor de alto nivel, y la del filtro y cadena de F. l. del receptor. Se obtienen valores de 2 ns a \pm 10 MHz.

El panel silenciador se ha dispuesto para funcionar cuando el nivel de la señal de entrada caiga a – 69 dbm. Un conmutador electrónico desconecta el camino directo de la señal y activa un oscilador de 70 MHz que alimenta al amplificador final. Esta señal actua como portadora temporal para los repetidores siguientes, manteniéndoles con una ganancia aproximadamente normal y evitando así la transmisión de una señal de ruido de banda ancha. El panel silenciador actua como un amplificador de ganancia cero para los niveles de señal normales.

El amplificador final provee dos salidas independientes de 0,5 voltios. Si se necesitasen tres salidas de esta clase, se puede disponer un amplificador de distribución.

En el bastidor repetidor, la salida del amplificador final se aplica al amplificador de potencia. Este panel alimenta a los dos diodos varactores del conversor de alto nivel. A este conversor se aplican también los 4 GHz a un nivel de 2,5 vatios procedentes del oscilador local del transmisor que actua como frecuencia de bombeo.

A la salida del conversor de alto nivel hay un filtro de banda eliminada que refleja la banda lateral no deseada $(f_{\rm OL}-70~{\rm MHz})$, que se convierte de nuevo en el conversor para dar una pérdida de conversión de unos 0,5 db inferior en la banda lateral superior deseada $(f_{\rm OL}+70~{\rm MHz})$.

La salida de 1 vatio correspondiente a la banda lateral superior atraviesa un filtro paso bajo, que suprime los 8 GHz y los armónicos superiores de 4 GHz, y el filtro de señal del transmisor. Este filtro es análogo al filtro de señal del receptor salvo que tiene un bucle de acoplamiento y un diodo monitor. Este diodo se acopla a una de las cavidades centrales del filtro de señal de manera que sirve de control del nivel de salida del bastidor y actua una alarma en el bastidor si ese nivel cae 4 db. Si el diodo no estuviese situado en el filtro, rectificaría también la frecuencia del oscilador local o las frecuencias de transmisión de los bastidores adyacentes.

En la salida del filtro de señal se ha dispuesto un acoplamiento en bucle para medir la potencia de salida y de esta manera poder calibrar el diodo contenido en el filtro. Normalmente, este bucle captaría también la potencia de transmisión de los bastidores adyacentes, pero ésto se evita introduciendo un "obturador" del transmisor que cortocircuita la salida de guiaondas. Esto permite que los demás bastidores funcionen normalmente mientras se mide la potencia en uno de ellos.

Normalmente, el obturador queda fuera para permitir que la potencia transmitida pase al circulador direccional del canal.

2.4 Características mecánicas (Fig. 2 y 3)

El armazón del bastidor reducido, excluído el conjunto de guiaondas superior, tiene unas dimensiones de 200 mm de ancho, 225 mm de fondo y 2065 mm de alto. Como puede apreciarse en las vistas frontal y posterior del

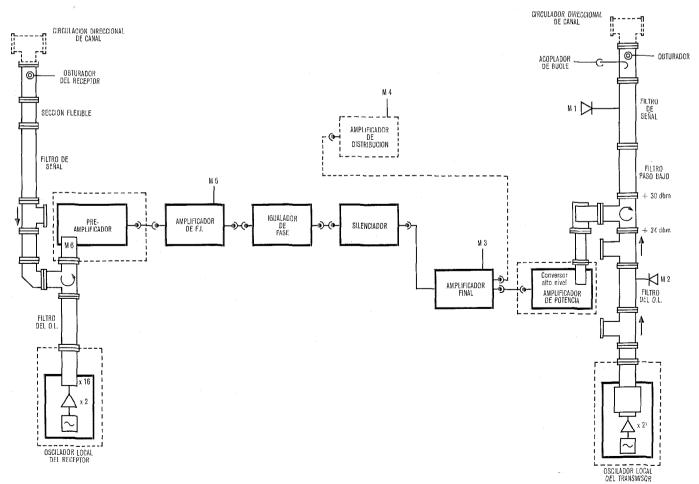


Fig. 1 Esquemático del bastidor de radio RL4H.

bastidor, los tendidos de guiaondas del receptor y del emisor son principalmente verticales y están situados a ambos lados del bastidor.

Los paneles sobresalen de la parte frontal del armazón y pueden agruparse mecánicamente en tres grupos principales.

a) El primer grupo lo forman dos conjuntos, compuesto cada uno por tres paneles montados verticalmente. Los tres de la parte superior son: el panel silenciador, el amplificador final y el amplificador de distribución. El grupo inferior lo forman el igualador de retardo de grupo, el amplificador principal de F. I. y el panel de medida y alarma. Aparte de este último, los otros paneles citados son casi idénticos a los utilizados en el sistema RL6. Estos paneles se enchufan en una placa que contiene los conectores de F. I. (tipo 1.5/5.6). Están provistos con patillas de localización y abrazaderas de retención.

Las alimentaciones de estos paneles se conectan mediante cortas longitudes de hilo que se "enrollan" a cada extremo proporcionando a la vez más seguridad que el uso de clavijas y coste más reducido. El ajuste de estos paneles se hace utilizando una bandeja en forma de horquilla que se coloca inmediatamente debajo de los mismos. La bandeja se suministra como un instrumento de prueba y no forma parte permanente del bastidor. Esto evita romper las uniones hechas con el hilo enrollado mientras los paneles se situan horizontalmente sobre la bandeja. Se proveen cordones cortos de F. I. para conectar los paneles a los enchufes situados en la placa de montaje.

b) El segundo grupo de paneles constituido por el preamplificador (encima del panel de medida), el oscilador local del receptor, amplificador de potencia y oscilador local del transmisor, están todos rígidamente atornillados a sus componentes de guíaondas asociados.

Para facilitar la rápida separación de estos paneles, las bridas de los guíaondas están unidas con abrazaderas que se aflojan fácilmente. Las láminas de contacto de los guíaondas se mantienen cautivas mediante pasadores atornillados.

Estos paneles están hechos utilizando cajas de fundición de aluminio que incluyen aletas de refrigeración, cuando es necesario.

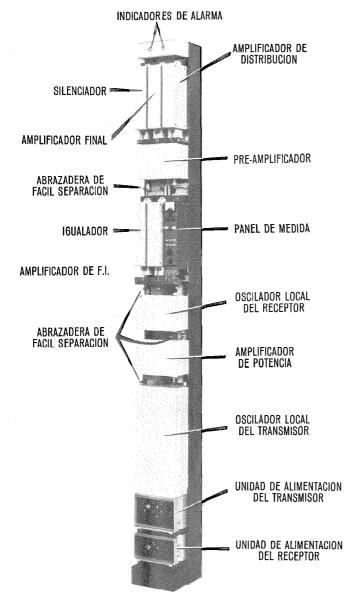


Fig. 2 Vista frontal.

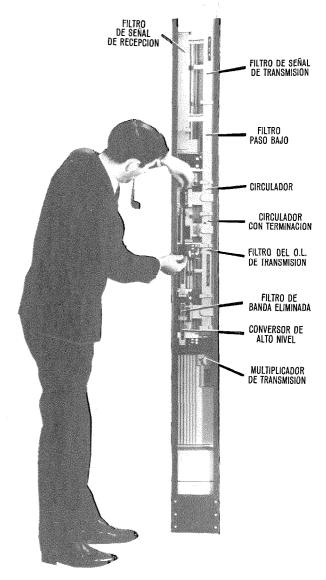


Fig. 3 Vista posterior.

Las tapas de estos paneles y tambien las de los paneles del grupo a) tienen una gruesa hoja de neopreno recubierto con una lámina plateada que se fija alrededor de los bordes y de las divisiones del panel para conseguir la supresion de radiación exigida de 75 db.

c) El panel restante, situado en la parte inferior del bastidor repetidor, es la unidad de alimentación (en el bastidor terminal hay unidades de alimentación independientes para el transmisor y para el receptor). Estos paneles ocupan la profundidad total del bastidor (225 mm).

En la parte superior del bastidor hay dos indicadores luminosos para las condiciones de "alarma encendida" o "alarma apagada".

La refrigeración del bastidor se realiza por simple convección. El aire entra por la rejilla situada en la parte inferior, pasa a través y por los lados de las unidades de alimentación y luego rodea las aletas de refrigeración del panel oscilador local del transmisor y del amplificador de potencia.

De esta manera, la temperatura de estos paneles se mantiene dentro de 15 °C de la temperatura ambiente que les rodea. Esto, a su vez, permite mantener la temperatura de unión de los semiconductores lo más baja posible para conseguir la mejor seguridad en el funcionamiento.

Los demás paneles experimentan un aumento despreciable en la temperatura.

El bastidor puede nivelarse mediante tornillos de ajuste colocados en su base y después se atornilla a la placa que sirve de base. En la parte superior del bastidor, una pieza de situación une los bastidores, uno a otro, y sirve para soportar los guiaondas de la parte superior. La provisión de guiaondas flexibles en ambos tendidos reduce al mínimo las tensiones en los guíaondas del bastidor.

El bastidor se ha diseñado para recibir una alimentación de 24 V. c. c. por su parte superior.

3. Oscilador local del transmisor (Fig. 4)

Consta de una unidad osciladora controlada a cristal de 125 MHz que separadamente se conecta a un panel multiplicador excitador. Este último se halla rígidamente unido a los dos pasos dobladores finales formados por lineas coaxiales y quíaondas.

3.1 Unidad osciladora

La etapa osciladora a cristal utiliza un transistor BFY 90 montado según la configuración de base común para una mayor estabilidad. El oscilador trabaja en clase A en la resonancia serie del cristal. El circuito de realimentación se hace a través de dos transformadores de impedancia. Una mayor relación de transformación del primero requiere una mayor impedancia de carga. Una mayor relación de transformación del segundo disminuye la impedancia de carga necesaria pero también disminuye la selectividad del bucle de realimentación.

Se consigue un compromiso de manera que la impedancia de carga sea lo suficientemente baja para reducir al mínimo las variaciones en la impedancia de salida del transistor, para una selectividad del bucle de realimentación de aproximadamente un cuarto de la selectividad del cristal.

Teniendo en cuenta la disipación del cristal, la salida se ha fijado en 6 mW. Este nivel es suficientemente alto para permitir la adecuada separación entre el oscilador y el amplificador que le sigue. Este (BFY90) trabaja también en la configuración de base común y produce una salida de 10 mW sobre 50 ohmios. La pérdida de retorno es de 25 db.

El oscilador está alojado en un horno que se mantiene a la temperatura de 60 °C. El elemento de caldeo del horno es un transistor controlado por un termistor mediante un circuito de control transistorizado proporcional.

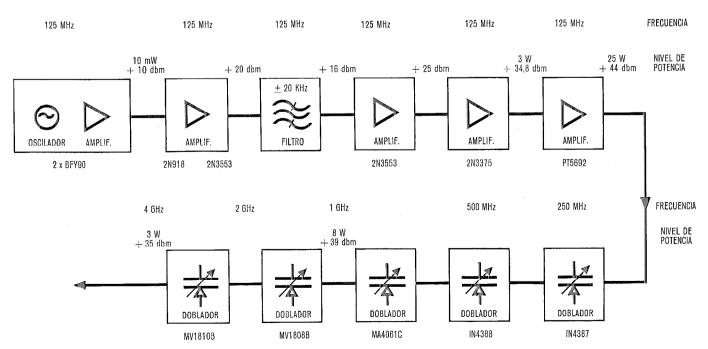


Fig. 4 Oscilador local de transmisión.

3.2 Unidad excitadora y multiplicadora del transmisor

La salida de 10 mW sobre 50 ohmios procedente del panel oscilador se lleva a los dos amplificadores sucesivos de clase A que utilizan los transistores 2N918 y 2N3553, respectivamente, montados con emisor común y que dan una salida nominal de 100 mW sobre 50 ohmios que se aplica al filtro de línea helicoidal siguiente.

Entre las dos etapas del amplificador se aplica un voltaje de c. c. procedente del diodo acoplado a la cavidad media del filtro de 4 GHz situado a la salida del oscilador local. Esto puede utilizarse para ajustar la ganancia del oscilador en \pm 3 db, para compensar los cambios en la salida del resto del panel multiplicador debidos, por ejemplo, a variaciones de la temperatura.

El filtro de línea helicoidal se utiliza para suprimir la salida de ruido del oscilador y amplificadores en las frecuencias de banda base superiores. Tiene dos secciones de línea helicoidal de acoplamiento fijo que se sintonizan mediante tornillos de latón plateados. La anchura de banda, a 3 db es \pm 200 KHz y la pérdida a la frecuencia central es de 4 db. El coeficiente de temperatura se ha compensado utilizando bobinas de cobre en cajas de aluminio.

Al filtro le siguen tres etapas más amplificadoras clase C que utilizan la configuración de emisor común. La primera etapa utiliza el transistor 2N3553 y la segunda el 2N3375. Se dispone de un punto de prueba para medir la potencia de 3 vatios que se obtiene del último paso.

La última etapa excitadora utiliza el transistor PT-5692 para dar una salida de 25 vatios que aplica a las etapas dobladoras sucesivas.

Los tres primeros dobladores utilizan los varactores IN 4387, IN 4388 y MA 4061 C y están montados sobre circuitos de constantes concentradas.

La tercera etapa da una salida de 8 vatios que se acopla a la unidad coaxial/guíaondas que está atornillada al panel. El cuarto doblador coaxial (1—2 GHz) utiliza un varactor MV1808B que alimenta al doblador final, montado en guíaondas, y que utiliza dos varactores MV1810B. La salida se aplica a un acoplamiento de barra cruzada, montado en guíaondas.

La salida del guíaondas pasa por un circulador con terminación y se lleva al filtro de tres secciones del oscilador local provisto con bucle de realimentación.

La salida final de este filtro es de 2,5 vatios.

La salida de ruido del oscilador local del transmisor es como máximo de 5 pW, con respecto a una desviación eficaz de 200 KHz, para una carga de 960 canales, en el margen de 10 KHz á 6 MHz (en telefonía, la anchura de banda es de 60 KHz á 4,2 MHz; esa mayor anchura de banda se destina a TV).

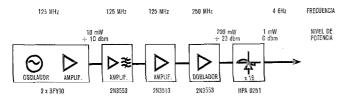


Fig. 5 Oscilador local de recepción.

Como se ha dicho anteriormente, se ha prestado especial atención a la disipación de calor de los semiconductores en este panel, con objeto de reducir los efectos de temperaturas de unión y lograr la máxima seguridad (para este panel se ha previsto una seguridad de 1% en 1000 horas).

4. Oscilador local del receptor (Fig. 5)

Consta del mismo oscilador controlado a cristal de 125 MHz que se utiliza en el oscilador local del transmisor y se enchufa también a una unidad excitadora/multiplicadora.

El oscilador se describe en 3.1.

4.1 Unidad excitadora multiplicadora

La entrada de 10 mW, 50 ohmios, se amplifica en la etapa formada por el transistor 2N3553 montado con emisor común y clase A. La salida se lleva a un filtro de línea helicoidal de sección única y anchura de banda \pm 300 KHz, con 3 db, que se utiliza para suprimir el ruido de banda base de las frecuencias superiores procedente del oscilador y de los amplificadores.

Al filtro le sigue otro amplificador clase A, formado por 2N3553 con emisor común. Este alimenta al transistor doblador 2N3553 (base común) que da una salida de 200 mW á 250 MHz.

Esta salida se aplica al diodo de recuperación que multiplica por dieciseis. Este multiplicador tiene como entrada un circuito impreso y no tiene circuitos de reposo. Se acopla al diodo de recuperación en escalón (HPA 0251) mediante un doble choque en cuarto de onda que suprime la radiación de 4 GHz. Para conseguir una óptima salida del armónico dieciseis (4 GHz) se utiliza un pistón de guíaondas y tornillos compensadores de impedancia. La salida deseada se selecciona mediante el filtro del oscilador local de tres secciones que se describe en 7.2.

La salida necesaria es $-2\,\text{dbm}$ y la potencia de ruido de banda base es similar a la del oscilador local del transmisor, es decir, 5 pW máximo en el margen de 10 KHz á 6 MHz.

5. Amplificador de potencia — conversor de alto nivel

Esta unidad recibe una señal de F.I. modulada en frecuencia de 0,3 V. y la convierte en 4 GHz con una potencia de salida de un vatio.

5.1 Amplificador de potencia

La entrada de F.I. al panel es 0,3 V. (mínima) en una estación terminal y 0,5 V. en una repetidora. Para conseguir ésto, se dispone un atenuador de 4 db a la entrada del panel, que puede o no introducirse en el circuito.

Al atenuador le sigue un circuito de adaptación y luego cinco etapas amplificadoras, todas con base común. Las dos primeras etapas utilizan transistores 2N918, y las siguientes los transistores 2N3137, 2N2950 y 2N3375.

Entre la segunda y tercera etapas se utiliza un transformador de adaptacion, de relación 3:1. En las cargas de colector de la segunda y tercera etapas, se utilizan circuitos trampa de armonicos.

A la salida de la etapa final se tienen 70 MHz á 400 mW que actuan como señal para el conversor de alto nivel.

5.2 Conversor de alto nivel

Se ha elegido el conversor de alto nivel de banda lateral superior debido a que presenta resistencia positiva en todos sus posibles accesos y es incondicionalmente estable. Un conversor de banda lateral inferior es efectivamente un amplificador paramétrico de resistencia negativa y, por lo tanto, inherentemente inestable y, teóricamente, debe tener una eficacia reducida.

Por lo tanto, la frecuencia del oscilador local del transmisor, en el bastidor RL4H, es necesariamente siempre inferior que la frecuencia de la señal de transmisión.

Los tres accesos del conversor de alto nivel que dan paso a la frecuencia de bombeo (oscilador local), a la frecuencia de la señal de salida (banda lateral superior) y a la frecuencia de la señal de entrada (F. l.), deben adaptarse para lograr máxima eficacia. Para las dos frecuencias de 4 GHz ésto se consigue mediante el diseño de la transición de guíaondas de tipo de barra cruzada. Detrás de la barra cruzada se ajusta un pistón de guíaondas y para conseguir una corrección adicional se disponen tornillos de ajuste que compensan la impedancia.

Pero para el acceso de F.I. el problema es más dificil. Las ecuaciones de Manley-Rowe [1] predicen que la relación de la potencia de señal de salida a la potencia de F.I. debe estar en la proporción de sus frecuencias, es decir, 4 GHz: 70 MHz. De manera que la potencia de salida de 1 vatio debe conseguirse con una entrada de F.I. de 17,5 mW, si la eficiencia fuese 100 %. Puesto que la eficiencia que realmente puede esperarse es del 45 %, se necesitarán 40 mW a la entrada de F.I.

Sin embargo, la impedancia de entrada del conversor es principalmente reactiva y presenta un dificil problema de adaptación que sólo se ha podido resolver cargando resistivamente el circuito de entrada. De los 400 mW disponibles, unos 40 mW se aplican a los dos diodos varactores (1810B). La anchura de banda conseguida de este modo es plana, dentro de 0,25 db, á \pm 10 MHz.

La saturación parcial de los diodos varactores produce una acción limitadora de 3:1 (F.I. a SHF).

Como se dice en 7.3, se coloca un filtro de banda eliminada a la frecuencia de la banda lateral inferior a unas dos longitudes de onda a partir de la barra cruzada del conversor para aumentar la eficiencia del conversor en unos 0,5 db. La potencia de salida final, incluídas las pérdidas del circulador, es un vatio a la entrada del filtro de señal del transmisor, con una entrada de bombeo de 2,5 vatios.

6. Unidad de mezclador de entrada y preamplificador (Fig. 6)

Esta unidad combinada es necesaria para dar una salida de F.I. de –5 dbm, que se lleva al amplificador principal de F.I., cuando se alimenta con una entrada de SHF comprendida en el margen de –25 dbm á –40 dbm, la última mitad del panel está controlada por el bucle del control automático de ganancia (C. A. G.). La unidad tiene una respuesta de F.I. plana dentro de 0,2 db en el margen de 60 á 80 MHz. El factor de ruido de la unidad, incluyendo el amplificador principal de F.I., debe ser inferior a 8 db. La unidad tiene un margen de radiación de 75 db á 70 MHz y 100 db á 4 GHz.

6.1 Mezclador de entrada

La entrada de guíaondas se acopla, a la frecuencia de 4 GHz, al diodo mezclador AAY39 mediante un transformador del tipo de barra cruzada. La placa posterior del guíaondas está fija y se combina con la barra cruzada para dar una adaptación de banda ancha (3,8 á 4,2 GHz) con un diodo término medio, para la señal de bajo nivel en presencia del oscilador local.

La salida de 70 MHz se aplica ortogonalmente desde la barra cruzada al preamplificador a través de dos choques en cuarto de onda que introducen una atenuación de 80 db en la señal de 4 GHz. Otros 20 db de pérdida en la banda de 4 GHz se introducen mediante dos núcleos de polvo de hierro con lo que se obtiene un margen total de radiación de 100 db. A los 8 GHz, los choques proporcionan una protección pequeña, pero los núcleos de polvo de hierro dan una protección contra la radiación de 40 db. La salida del choque, a 70 MHz, se acopla

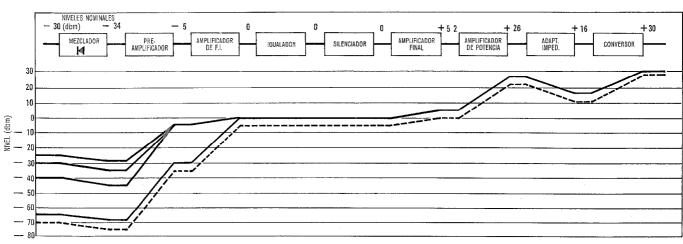


Fig. 6 Diagrama de niveles del bastidor de repetidor.

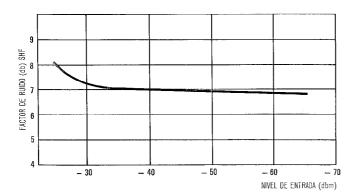


Fig. 7 Característica del factor de ruidos.

a la etapa de entrada del preamplificador, ya dentro del panel.

El diodo mezclador está conectado a un lado de la barra cruzada aislada y su extremo exterior está puesto a masa. El diodo está alojado en una cápsula de montaje que contiene un choque de 8 GHz. Este choque reduce al mínimo el nivel de la frecuencia suma producida por el mezclador. Esta frecuencia es la suma de la del oscilador local y de la frecuencia recibida y si se permite su paso a los circuitos de guíaondas adyacentes podría crear resonancias. La frecuencia suma reflejada se mezclaría entonces con el segundo armónico del oscilador local para dar otra señal de 70 MHz, posiblemente con excesivo retardo de grupo [5]. Para obtener el factor de ruido exigido, inferior a 8 db, el diodo se polariza con 0,15 V. El nivel del oscilador local debe ser de -2 dbm nominales, lo que da una corriente del diodo de 1,5 mA, aproximadamente.

Para compensar la variación de impedancia entre los diversos diodos, se disponen tornillos de adaptación que permiten obtener la necesaria característica SHF/F.I.

6.2 Panel preamplificador

El preamplificador es, en esencia, un amplificador de cinco etapas, bajo ruido y ganancia variable que utiliza un transistor 2N2415 seguido por otros cuatro del tipo 2N918.

La entrada del mezclador AAY39 da una impedancia de la fuente de F.I. de, aproximadamente, 170 ohmios. Esta entrada se acopla a la primera etapa 2N2415 que está diseñada para dar una corriente de colector baja con objeto de conseguir un buen factor de ruido (2,2 db.). Las dos primeras etapas trabajan en la configuración de emisor común.

Entre la segunda y tercera etapas de conecta un filtro paso banda. Esto produce picos de rechazo de 30 db á 40 MHz y 100 MHz y una característica de la banda de paso de 0,1 db á \pm 14 MHz, con una impedancia de 150 ohmios.

Las etapas tercera y cuarta tienen una configuración de base común. El voltaje de realimentación del C. A. G. se aplica a un diodo que shunta la salida de la tercera etapa. La variación de la impedancia de este diodo da una variación de 15 db en la ganancia total.

La etapa quinta es un amplificador separador con una impedancia de salida de 75 ohmios. El nivel de salida es de -5 dbm.

Para facilitar el ajuste, se dispone de un punto de prueba de 75 ohmios que tiene una ganancia reducida de 6 db.

6.3 Otros paneles de F.I.

Estos paneles son el amplificador principal de F.I., el igualador variable de retardo de grupo, la unidad silenciadora y el amplificador final. Estos paneles son casi idénticos eléctricamente a los utilizados en el sistema RL6. Se describen, de una manera general, en 2.3.

6.4 Resultados de medidas

En la Fig. 7 se muestran las medidas del factor de ruido del receptor. El incremento del factor de ruido a niveles de entrada superiores se debe al amplificador principal de F. I.

La característica I.F.—I.F. (Tx—Rx) que se encuentra en la Fig. 8, se ha medido desde la entrada de F.I. del amplificador de potencia y a través de la mitad transmisora del bastidor de radio. La última se acopló en SHF mediante atenuadores planos, a la mitad receptora del bastidor para simular un sistema de un vano sin alimentadores. Luego se registró la característica de amplitud para diversos grados de fading (Fig. 9).

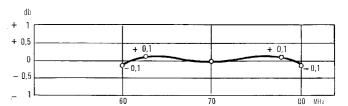


Fig. 8 Característica de respuesta/frecuencia (TX - RX) F. I. Nivel de entrada nominal de — 30 dbm.

La característica de retardo de grupo indicada en las figuras 10 y 11 se midió primeramente para el mismo camino de transmisión, sin igualación alguna. Luego se ajustó el igualador variable de retardo de grupo para equilibrar el camino de prueba con nivel de recepción normal en el mezclador de entrada. El igualador se dejó en esta misma condición cuando se aplicó el fading de 35 db y se midió la característica.

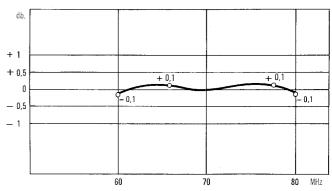


Fig. 9 Característica de respuesta/frecuencia (TX - RX) F. I. con un "fading" de 35 db.

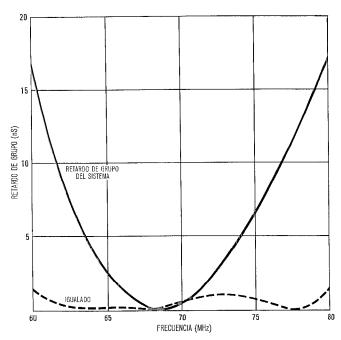


Fig. 10 Característica retardo de grupo/frecuencia en un vano. Nivel de entrada SHF de — 30 dbm ("fading" nominal de 0 db).

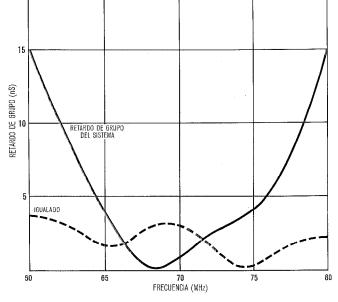


Fig. 11 Característica retardo de grupo/frecuencia en un vano. Nivel de entrada SHF de — 65 dbm ("fading" 35 db).

7. Filtros de guíaondas

7.1 Filtros de señal

El objeto de los filtros de señal es actuar como filtros direccionales de canal de emisión y recepción en unión con un circulador de tres puertas (Fig. 12).

El filtro de señal de recepción es necesario como protección contra los productos de "extremo próximo", procedentes de los transmisores, que se fugan a través del circulador Tx/Rx particularmente en las proximidades de la frecuencia imagen y también como protección contra los canales receptores adyacentes. También proporciona una supresión elevada al escape del oscilador local.

El filtro de señal de transmisión es necesario para dar una protección adecuada contra el oscilador local y otras bandas laterales no deseadas. Este filtro comprende también un diodo monitor del nivel de salida.

S = OBTURADOR DE 8/0
SC = OBTURADOR DE 9/0 CON PUNTO DE PRUESA EN TX
L = CARGA DE G/O

CIRCULADOR DE 6, 0

Fig. 12 Repetidor 2 + 1. Esquemático de separación de canales.

Ambos filtros tienen que dar unas pérdidas de retorno mínimas para los canales adyacentes, situados a \pm 58 MHz, y también un mínimo "retardo de grupo por reflexión" a estas frecuencias, en su función de filtros direccionales de canal.

La característica de retardo de grupo se ha de compensar en cada vano pero variaciones por temperatura en los guíaondas de cobre del orden de 20 ppm por grado C darían un valor demasiado elevado de la pendiente de retardo de grupo. Por lo tanto, se usa "Nilo" (2 ppm/grado) que ha de ser plateado.

Los filtros son de característica muy plana y tienen una anchura de banda, a 3 db, de ± 20 MHz. Se componen de seis secciones, directamente acopladas. Los obstáculos inductivos que se utilizan son iris simétricos que tienen el doble objeto de fijar la anchura de banda de las cavidades adyacentes y de actuar como acoplamiento entre las cavidades. El filtro debe poderse sintonizar en un margen de 200 MHz, es decir, se necesitan dos grupos para cubrir desde 3,8 á 4,2 GHz. Para obtener una anchura de banda constante se dispone un tornillo capacitivo de ajuste en la línea central del espacio que queda entre los iris (en el mismo plano).

Las cavidades se sintonizan utilizando tornillos capacitativos en sus centros. Estos tornillos son de cuarzo para dar mínima pérdida a las frecuencias más bajas y para eliminar problemas de contacto.

Puesto que se han de ajustar seis tornillos de sintonia y siete tornillos de iris, es necesario utilizar un indicador de la carta de Smith que muestra el coeficiente de reflexión de barrido en magnitud y fase y también la característica de transmisión para fines de ajuste.

7.2 Filtros del oscilador local

Se necesitan, principalmente, para suprimir las bandas laterales no deseadas de la cadenas multiplicadoras utili-

zadas en los osciladores locales. El filtro del oscilador local del receptor se utiliza también para reflejar la frecuencia de señal hacia el mezclador de entrada con un mínimo de pérdidas de retorno y de retardo de grupo por reflexión. El filtro del oscilador local del transmisor contiene un diodo de acoplamiento que se utiliza en el bucle del C. A. G. del panel multiplicador del transmisor.

Los filtros son de tres secciones, anchura de banda a 3 db de \pm 8 MHz y tienen característica Tchebyscheff. Se hacen de cobre pero, por lo demás, son similares mecánicamente a los filtros de señal.

7.3 Filtro de banda eliminada

Este filtro se utiliza en unión del conversor de alto nivel. Se necesita para reflejar la banda lateral inferior no deseada y dar una eficiencia de unos 0,5 db mejor. Las características de amplitud y fase de la salida del conversor de alto nivel necesitan mantenerse inalterables.

El filtro de banda eliminada utilizado está formado por dos secciones, es de característica plana máxima y una anchura de \pm 25 MHz. Se ha diseñado según dos grupos principales, pero estos grupos se utilizan con distancias diferentes, a partir del conversor de alto nivel, en pequeñas bandas de frecuencia.

El diseño utilizado emplea varillas resonantes transversales para cada sección, acoplada en cuarto de onda. La anchura de banda de cada varilla puede ajustarse en un margen dado mediante un tornillo capacitivo. Un segundo tornillo capacitivo, con trimmer fino, ajusta la frecuencia central.

El filtro se situa a unas dos longitudes de onda a partir de la barra cruzada del conversor de alto nivel para permitir el acceso a la abrazadera de reposición rápida.

7.4 Filtro de paso bajo

Aunque los filtros de señal se han diseñado para dar un mínimo de bandas de paso espúreas en la banda de 8 GHz es necesario proveer una supresión adicional para reducir la salida de armónicos del conversor de alto nivel. El filtro de paso bajo utilizado es de tipo coaxial. Está compuesto por seis secciones que comprenden alternativamente longitudes de línea coaxial de alta y baja impedancia. El circuito coaxial está alojado en un bloque sólido montado en el guíaondas.

Las salidas coaxiales de 50 ohmios se acoplan, mediante sondas, al guíaondas principal en cada extremo del filtro. En el guíaondas se introducen placas de cortocircuito para completar los dos transformadores de guíaondas a coaxial.

El pequeño coeficiente de reflexión en exceso, se compensa mediante tornillos de adaptación situados en el guíaondas.

La frecuencia de corte del filtro es de 5,2 GHz y la supresión excede de 50 db en el margen 7,5 á 14,5 GHz, es decir, las bandas de segundo y tercer armónicos resultan adecuadamente suprimidas.

14,5 GHz es la frecuencia de corte del primer modo del guíaondas que podría pasar por el filtro paso bajo coaxial.

8. Circulador

El circulador de tres puertas desempeña tres funciones en el bastidor.

- a) acoplar el oscilador local y las frecuencias de señal en los mezcladores con la ayuda de filtros,
 - b) segregar los canales,
- c) actuar como aisladores cuando se equipan con un bloque absorbente.

El mismo diseño se utiliza para los tres fines.

Se usa un bloque cilíndrico de itrio hierro. Se situa entre dos discos de P.T.F.E. Este conjunto se coloca simétricamente entre piezas escalonadas de forma triangular, para mejor adaptación de impedancias, situadas en el centro de la pieza de guíaondas de fundición, en forma de Y.

Se disponen tornillos de adaptación para lograr la característica típica final con una pérdida de 0,12 db en

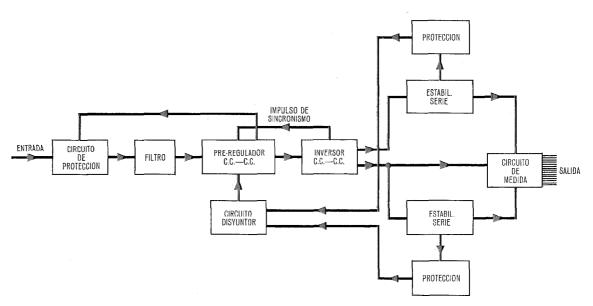


Fig. 13 Bloque esquemático de la unidad de alimentación.

sentido directo y 40 db en sentido inverso en la banda de 3,6 á 4,2 GHz. Se necesita que el imán produzca una intensidad de campo de unos 1000 gauss.

9. Unidades de alimentación

A continuación se describe la unidad de alimentación del repetidor. En el bastidor terminal se sustituye por unidades separadas para transmisor y receptor que se alimentan independientemente. Estas son de diseño similar y se diferencian principalmente en la capacidad.

9.1 Requisitos de la unidad de alimentación del repetidor

La unidad de alimentación debe trabajar con un suministro primario de c. c. de 24 V. nominales pero con un posible margen de 21,5 á 33 voltios (procedentes bien de bateria o de la red rectificada).

Las salidas necesarias son:

- 19,5 V, 900 mA para los circuitos de F. I.
- +28,5 V, 1750 mA para los circuitos del oscilador local.
- -22 V, 400 mA no estabilizados para el horno del cristal.

La unidad de alimentación debe ser pequeña, de alta eficiencia y estabilidad (1%) y de la máxima confiabilidad. También son necesarias baja impedancia y bajo ruido.

9.2 Funcionamiento

Se halla indicado en el esquemático de bloque (Fig. 13). Los tres circuitos básicos son:

- a) Pre-regulador que regula las variaciones del voltaje de entrada.
- b) Inversor, que provee voltajes de salida aislados de diferentes amplitudes.
- c) Estabilizadores, que proveen estabilización, tanto para variaciones de la carga por temperatura, como por impedancia de salida baja.

El suministro de bateria o de red rectificado se aplica al pre-regulador de c.c. — c.c. a través de un filtro de entrada que suprime la forma de onda de conmutación generada en la unidad de alimentación y evita que se genere ruido en los terminales de la bateria. El preregulador utiliza modulación de anchura del impulso con objeto de regular a la salida la variación del voltaje de entrada. El regulador consta de un circuito de control, un transistor serie y un circuito de filtrado. El circuito de control varia el tiempo durante el que el transistor serie está saturado y depende del valor del voltaje de salida. El circuito de control controla este voltaje de salida respecto a la variación del voltaje de entrada y a la variación de carga. La frecuencia del pre-regulador se controla mediante un impulso de sincronismo procedente del inversor. La forma de onda de conmutación se aplana mediante un filtro formado por un choque de impedancia variable que tiene una buena característica en vacio.

El pre-regulador trabaja con una eficiencia del orden de 90—95% en el margen de funcionamiento de la unidad de alimentación.

La salida del pre-regulador se aplica al inversor de c. c. — c. c. que eleva el voltaje a la frecuencia de 2,5 KHz y provee suministros semiestabilizados para los dos estabilizadores serie. El inversor se gobierna mediante un

transformador de corriente de saturación que determina la frecuencia de funcionamiento. La salida se rectifica y mediante un filtro se eliminan los picos de alta frecuencia y alto voltaje. Los estabilizadores serie proveen salidas de bajo ruido y baja impedancia con compensación de temperatura para dar variaciones inferiores al 1% en el margen 0—70 °C. El voltaje de salida se ajusta dentro de \pm 1% mediante un dispositivo de ocho pasos. La respuesta de frecuencia de los circuitos amplificadores y sensibles da una impedancia de salida baja hasta 1 MHz.

Las salidas de los estabilizadores se llevan a circuitos de medida que permiten supervisar las corrientes y voltajes. Se ha dispuesto un shunt para las corrientes de los paneles principales y mediante un conmutador, situado en la unidad de alimentación, pueden observarse en el panel de medida.

9.3 Protección

Todas las salidas están protegidas mediante disyuntores de tensión y de corriente en cada estabilizador. Las salidas que alimentan unidades no situadas directamente en el camino de transmisión se han equipado con fusibles, con objeto de que un fallo en estos paneles no afecte al camino de transmisión.

Los circuitos de protección de sobretensión o sobrecorriente actuan el disyuntor que es un relé de tres bobinas y dos contactos que controla el trabajo o el corte del transistor serie del pre-regulador. El disyuntor se repone suprimiendo el suministro de red durante 30 segundos.

La unidad misma de alimentación está protegida del fallo del circuito pre-regulador mediante un circuito de sobretensión en el pre-regulador que actua el circuito de protección consistente en un rectificador controlado de silicio en unión con un fusible de alta capacidad de ruptura. El circuito está además protegido por un diodo que funde el fusible de entrada siempre que se invierta la polaridad del voltaje de entrada.

Las unidades de alimentación son de alta eficiencia, alrededor del 66%, debido a la incorporación del preregulador del tipo de conmutación. Esto también tiene el efecto de dar una regulación total con el voltaje de entrada mejor que 10.000:1. El ruido es menor que 1 mV. eficaz hasta 10 MHz.

10. Panel de medida y alarma

10.1 Función

El panel de medida y alarma se utiliza para indicar los niveles de referencia, como se muestra en el esquemático de transmisión de la Fig. 1. También indica los voltajes y corrientes de todos los suministros estabilizados de la unidad de alimentación en combinación con el conmutador situado en la unidad de alimentación. Por último, contiene los circuitos de alarma del bastidor que también comprenden los indicadores de la parte superior del bastidor.

10.2 Indicación de nivel

Los diversos diodos monitores se conectan al aparato de medida mediante potenciómetros situados en el panel

de medida. Estos potenciómetros se ajustan de tal manera que para los niveles nominales dan una indicación central dentro de una banda azul, cuyos extremos representan los límites normales. En el caso del nivel de entrada de SHF se ha provisto una escala en db.

10.3 Indicación de voltaje y corriente

Para este objeto se utiliza el conmutador situado en la unidad de alimentación. Las indicaciones de voltaje deberán coincidir con una línea roja situada en el centro de la banda azul del aparato de medida. Las indicaciones de corriente deben caer dentro de la banda azul.

10.4 Ciclo de alarma

Cuando el nivel de salida del bastidor, indicado en M1, como se muestra en el esquemático, cae 4 db, se actua el indicador de "alarma encendida". Las alarmas se actuan simultaneamente en la estación local y en la de control.

La conmutación manual de la llave del panel de medida se reflejará en una lámpara, ya se produzca la alarma en la sección receptora o en la emisora del bastidor. Mientras esta llave se mantiene oprimida, la lámpara de "alarma fuera" estará encendida, mientras que la de "alarma encendida" se apaga.

Después de reparada la falta, se apagará la lámpara de alarma del panel de medida y las llaves se desactuan para volver a la condición normal.

El mismo sistema de alarma se seguirá cuando tenga lugar una caida de 4 db en la potencia aplicada al panel silenciador de F.I., cuando se actua el silenciador y también cuando se pone en manual la ganancia de F.I.

11. Conservación

El bastidor RL4H se ha diseñado para alcanzar el objetivo de confiabilidad correspondiente a una relación de 3 % en 1000 horas.

Teniendo ésto en cuenta, el método de mantenimiento seguido se reduce a la sustitución de módulos.

De acuerdo con ésto, todos los paneles se pueden quitar con facilidad. Los cuatro paneles que están unidos a guíaondas, disponen de bridas que se sueltan con facilidad

Si se desea, se pueden realizar pequeños ajustes en los paneles de F.I. utilizando el prolongador en forma de horquilla sobre el que se pueden colocar los paneles, sin necesidad de romper las conexiones enrolladas.

12. Conclusión

El bastidor reducido RL4H es de bajo costo y de bajo consumo. Tiene la ventaie de necesitar mucho menos espacio que los anteriores bastidores y, al ser totalmente transistorizado, es de alta confiabilidad.

13. Agradecimiento

El autor quiere agradecer la valiosa ayuda de un número de colegas ocupados en el desarrollo del bastidor RL4H.

Referencias

- [1] J. M. Manley y H. E. Rowe: Some general properties of non-linear elements. Proc. (RE. Vol. 44, Julio 1956.
 [2] L. Lewin y J. Paine: Microwave power sources using solid state devices. Elec. Comm. Vol. 40, N°. 3, 1965.
 [3] W. Kwiatkowski: Up Convertor Type Transmitter for Radio Links. Proc. of I. E. E. Simposio de IERE sobre Aplicaciones en microondas de los semiconductores.
- of I.E.E. Simposio de IERE sobre Apricaciones en inicrobidas de los semiconductores. Julio 1965.

 [4] H. Wood, D. Hill, V. Knight y R. Baron: High Power Varactor Frequency Doublers. Elec. Comm. Vol. 41, N°. 3, 1966.

 [5] J. Paine, H. S. V. Reeves: Harmonics Absorbing Filters in Waveguide,
- Electrical Communication Vol. 39, No. 2, 1964.

H. S. Reeves nació en Londres, el 3 de Septiembre de 1927. Recibió título de Ingeniero de Telecomunicaciones en la Universidad de Londres en 1951.

En ese mismo año formó parte de Standard Telephones and Cables, en North Woolwich, donde trabajó en el desarrollo de componentes de guíaondas para los bastidores de radio de microondas, particularmente filtros y mezcladores.

En 1961 se trasladó a St. Mary Cray con el Laboratorio de ingeniería de microondas y en 1964 dirigió el grupo dedicado al desarrollo del bastidor RL4H. En 1966 se trasladó con el Laboratorio a Basildon donde también llevó la responsabilidad del desarrollo de antenas y alimentadores.

Mr. Reeves es miembro del Instituto de ingenieros electricistas.

Transistores y diodos planar de silicio para repetidores de cables submarinos destinados a profundidades oceánicas

J. M. GROOCOCK Standard Telephones and Cables Limited, Londres

1. Introducción

La fabricación de componentes electrónicos para repetidores submarinos ha constituído, durante muchos años, una actividad especializada de un pequeño número de empresas. Se requiere un nivel de fiabilidad altamente elevado, tanto en los propios repetidores como en los componentes, para poder evitar graves interrupciones de importantes líneas de comunicación, disminución en rentabilidad y reparaciones onerosas producidas por cualquier fallo en un repetidor submarino.

Prácticamente todos los repetidores submarinos de tipo comercial actualmente en servicio, utilizan válvulas electrónicas y no transistores. Esto es debido en gran parte al hecho de que, a pesar de la alta fiabilidad exigida de ellos, los transistores han sido considerados por los fabricantes de repetidores como dispositivos nuevos, no probados. Ciertamente es verdad que los transistores no pueden equipararse con válvulas en cuanto a fiabilidad de funcionamiento, garantizada durante varias decenas de años. En este artículo se describen los métodos de fabricación de transistores planar de silicio, así como de diodos semiconductores asociados con ellos, cuya principal aplicación es precisamente su empleo en repetidores submarinos situados en aguas profundas. También se describen los métodos empleados para obtener la seguridad de fiabilidad requerida.

Estos dispositivos semiconductores han sido facilitados para uso en los repetidores submarinos de un cierto número de cables que STC ha de construir e instalar, en particular para el que debe unir el Reino Unido con Portugal. Este cable tendrá 480 circuitos bidireccionales de 4 kHz con un ancho de banda de 5 MHz y deberá entrar en servicio en la primavera de 1969.

2. Especificación eléctrica de los transistores y diodos

Los transistores y diodos estaban destinados a los circuitos de supervisión de los repetidores. Se requerían fundamentalmente un transistor planar npn de silicio en cápsula TO5, con $V_{\rm CE}=25$ voltios y una $f_{\rm T}$ mín. = 300 MHz, y un diodo planar de silicio con un tiempo de recuperación inverso de 4 ns y una tensión de ruptura inversa de 100 voltios. En las tablas 1 y 2 figuran sendos resúmenes de ambas especificaciones.

3. Criterios de fiabilidad

La División de repetidores sumergidos de STC fijó los siguientes criterios de fiabilidad para transistores y diodos destinados a repetidores submarinos:

Transistores — Como máximo un transistor defectuoso sobre 1200 durante cuatro años de funcionamiento.

Diodos — Como máximo un diodo defectuoso sobre 2400 durante cuatro años de funcionamiento.

Finalmente, se exigió una vida de 20 años para todos los dispositivos, no debiendo aumentar la proporción de muestras defectuosas durante este tiempo.

4. Principios generales de producción y de control

Al suministrar estos transistores y diodos para repetidores submarinos surgieron dos problemas de fiabilidad:

- a) fabricar dispositivos con la requerida fiabilidad;
- b) obtener una seguridad satisfactoria de que este nivel de fiabilidad ha sido alcanzado.

Era fundamentalmente posible obtener la fiabilidad deseada partiendo de las técnicas de producción corrientemente empleadas por STC Semiconductors Ltd. para fabricar sus dispositivos standard planar de silicio, destinados a aplicaciones profesionales y comerciales, teniendo en cuenta que desde los comienzos de la fabricación en 1961 se habían aportado una serie de mejoras de la fiabilidad. Se decidió por tanto no apartarse de estos métodos. Una fiabilidad particularmente elevada debería obtenerse, por una parte, con un control meticuloso de las piezas, de los procesos y de los subconjuntos y por otra parte, con una selección muy cuidadosa de los productos acabados. Se creyó que esta manera de actuar tenía mucho más fundamento que la que hubiera consistido en introducir nuevos procesos y técnicas, aún cuando éstos pudieran ser atractivos en apariencia sin haber sido probados durante un largo período de producción en masa. El mismo principio fué adoptado en relación con las operaciones de montaje, que fueron efectuadas por un pequeño número de montadores empleados en la fabricación normal. Estos montadores fueron elegidos por su fama de realizar trabajo particularmente cuidadoso y de alta calidad. No se consideró oportuna la otra posibilidad de reclutar y formar personal especial. Se puso gran confianza en los controles del 100 %, repetidos y meticulosos, supervisados y registrados con precisión por ingenieros de desarrollo y de control de calidad: igualmente se aseguró que el tiempo global de fabricación se mantuviera al mínimo y que los subconjuntos no permanecieran en los distintos puestos de trabajo más tiempo del necesario.

Otra importante decisión se tomó por razones de fiabilidad: consistió en encapsular los diodos en cajas metálicas normalizadas, de transistores TO-18, siguiendo las técnicas para transistores. No existe dificultad alguna en hacer ésto. Los métodos clásicos de montaje de transistores son aplicables igualmente a los diodos; si normalmente no se usan es por motivos de precio y tamaño, ninguno de los cuales era de importancia primordial en este caso. Las ventajas de la cápsula metálica consisten esencialmente en que solamente había que controlar una técnica de encapsulado en lugar de dos, dado el alto nivel de calidad requerido. Además es probable que sea más dificil obtener una gran fiabilidad usando el encapsulado en vidrio clásico de los diodos (DO7) que usando el encapsulado de transistores. Esto es debido al hecho de que, en el primer caso, se emplean a la vez contactos de presión y contactos soldados para asegurar la conexión interna, mientras que en el segundo caso todas las

Tabla 1. - Especificación eléctrica del transistor planar npn de silicio (valores característicos a 25 °C)

Características	Condiciones de	Símbolo	Lír	Unidad		
Caracter Isincas	medida	Ombolo	mín.	máx.	Onluad	
Corriente de fuga de colector	$V_{ m CB} = egin{array}{l} m 30 \ V \ I_{ m E} = egin{array}{l} m 0 \end{array}$	$I_{ m CBO}$	· <u> </u>	10	nA	
Tensión de ruptura colector-base	$\begin{array}{ccc} I_{\rm C} &=& 10 \ \mu \text{A} \\ I_{\rm E} &=& 0 \end{array}$	V _{BR} (CBO)	45	_	V	
Tensión de ruptura emisor-base	$\begin{array}{ccc} I_{\rm E} &=& 10 \mu\text{A} \\ I_{\rm C} &=& 0 \end{array}$	$V_{ m BR}$ (EBO)	5		V	
Tensión colector-emisor	$I_{ m C}=$ 10 mA (impulsos) $I_{ m B}=$ 0	$V_{ m BR}$ (CEO)	25		V	
Ganancia de corriente continua	$V_{ m CE}=$ 1 V $I_{ m C}=$ 10 mA	$b_{ m FE}$	50	200	_	
Tensión de saturación colector-emisor	$I_{\rm C} = 10 \mathrm{mA}$ $I_{\rm B} = 1 \mathrm{mA}$	$V_{ m CE}$ (Sat)		0,5	V	
Tensión de saturación base-emisor	$I_{\rm C} = 10 \mathrm{mA}$ $I_{\rm B} = 1 \mathrm{mA}$	$V_{ m BE}$ (Sat)		0,9	V	
Amplificación de corriente con señales débiles	$I_{ m C}=$ 10 mA $V_{ m CE}=$ 15 V $f=$ 100 MHz	$ b_{ m fe}^{} $	3	_		
Capacidad de salida	$V_{CB} = 5 \text{ V}$ $I_{\mathrm{E}} = 0$ $f = 100 \text{ kHz}$	C _{ob}	_	6	pF	
Capacidad de emisor en régimen dinámico	$V_{ m EB} = 0.5 m V$ $I_{ m C} = 0$ $f = 100 m kHz$	$C_{ m TE}$		10	pF	
Producto $r_{ m bb}$, $C_{ m c}$	$I_{ m C}=$ 10 mA $V_{ m CB}=$ 10 V $f=$ 40 MHz	r _{bb} , C _c	_	300	pSec	

Tabla 2. – Especificación eléctrica del diodo planar de silicio (valores característicos a 25 $^{\circ}$ C)

Característica	Condiciones de medida	Símbolo	Lír	Unidad		
- Odi dotel istica	Condiciones de medida	Ombolo	min.	máx.		
Corriente de fugas inversa	$V_{ m R}$ = —20 V	$I_{ m R}$	_	25	nA	
Corriente de fugas inversa	$V_{ m R}$ = $-$ 75 V	$I_{ m R}$	_	5	μΑ	
Tensión inversa	$I_{\mathrm{R}} = 100 \mu\mathrm{A}$	$V_{ m R}$	—100		V	
Tensión directa	$I_{ m F} = 10 m mA$	$V_{ m F}$	_	1	V	
Capacidad	$V_{ m R}=0 \ f=100\ m kHz$	С		2,2	pF	
Tiempo de recuperación inverso	$I_{ m F}=$ 10 mA $V_{ m R}=$ 6 V a $I_{ m F}=$ 1 mA y $R_{ m L}=$ 1000 ohms	t _{rr}		4	ns	
Tensión de pico directa	$I_{ m F}=50{ m mA},$ Onda cuadrada, Ancho del impulso = 140 ns Tiempo de elevación = $(10\frac{+1}{-2})$ ns Frecuencia de repetición = 90 kHz	$V_{ m fr}$	_	2,5	V	

uniones se efectuan bien por aleación o por termocompresión. Además, es extremadamente difícil controlar la atmósfera en el interior de la envoltura de vidrio de un diodo clásico.

Para obtener la seguridad de la fiabilidad, se llevaron a cabo distintos procedimientos tanto en el caso de la fiabilidad mecánica (p. e. para eliminar la posibilidad de fallo debida a la ruptura de una conexión interna) cómo en el de la fiabilidad eléctrica. En ambos casos se ha hecho abundante uso de métodos de sobrecarga. La prueba mecánica final (véase sección 6) y el ensayo eléctrico acelerado (sección 7, "burn-in") han constituído las partes esenciales del procedimiento de seguridad de la fiabilidad. Estaban destinados a probar que habían sido alcanzados los niveles de fiabilidad especificados en la sección 3. Un número de componentes defectuosos superior al aceptable (véase tabla 4) hubiera indicado que la fiabilidad requerida no había sido alcanzada y el lote total habría tenido que ser rechazado. Aunque estos ensayos fueron efectuados sobre componentes destinados efectivamente a los repetidores, no se consideró que constituyera una prueba de selección eficaz, es decir, que los dispositivos defectuosos pudieran ser rechazados dejando un residuo fiable.

Tanto para la prueba mecánica como para la eléctrica se eligió un número de muestras suficientemente elevado, para obtener una seguridad estadística, de la proporción de dispositivos defectuosos requerida. Evidentemente no fué posible dedicar 4 años a las pruebas. El equivalente de una prueba de 4 años se obtuvo, en cuanto al test

mecánico se refiere, usando condiciones termo-mecánicas extremas, y para las pruebas eléctricas, aplicando durante tres meses las condiciones de funcionamiento reales en el repetidor submarino pero elevando suficientemente la temperatura de la cápsula para obtener un factor de aceleración igual a 16 (relación de 4 años a 3 meses).

Debido a que los dispositivos que habían de usarse efectivamente en los repetidores, habían sido sometidos a estas pruebas, las especificaciones de fiabilidad deberían ser satisfechas a menos que la proporción de dispositivos defectuosos en el curso del funcionamiento real durante 4 años se revelara superior al obtenido en la prueba acelerada equivalente. La experiencia general muestra que la proporción de fallos de los dispositivos semiconductores disminuye antes que aumenta a lo largo del tiempo. Además, ensayos efectuados con muestras (no destinadas a uso real), en condiciones de sobrecarga mucho más elevada, han mostrado igualmente, al mismo tiempo que permitían determinar el factor de aceleración necesario para el test eléctrico, que ninguna parte significante de la vida de tales dispositivos se consume en el test eléctrico y que no se produce ningún mecanismo de fallo por desgaste (véase sección 8).

5. Métodos de fabricación

La fabricación de transistores de alta fiabilidad requiere en total 78 operaciones distintas de montaje y control, dando lugar a 124 especificaciones detalladas que

Tabla 3. – Hoja de ruta para el montaje de un lote Lámina n° 595/9 Soporte TO - 5

Lote nº 6 Cápsula aboliada

Información tachada

Descripción	Fecha	No c	le disposi	tivos	Fecha	No del	M-11 1	ra	0	
de la operación	recepción (1965)	Llega- dos	Sali- dos	Defec- tuosos	salida (1965)	montador	Motivo de rechazo (defectuoso)	Tem- peratura	Tiempo	Nivel de control
Lavado cristal Si	17 Novbre.	_		_	17 Novbre.	_	_			
Deposición contactos	18 Novbre.	100	100	0	18 Novbre.	11226		*		<u> </u>
Control	18 Novbre.	100	100	0	18 Novbre.	11285		l —		10 %
Soldadura por	1		}	1		1		1		'' /'
termocompresión	19 Novbre.	100	99	1	19 Novbre.	11229				
Control	19 Novbre.	99	99	0	19 Novbre.	11286				10 %
Control general	19 Novbre.	99	80	19	19 Novbre.	12013	2 hilos dañados	l		100 %
			1				5 conts. Al			
							rebasan unión		{	
							4 soldrs demasiado			
							grandes			•
							2 soldaduras sueltas			
	İ	}-		ł			2 cristales astillados			1
							4 cristales reclazados			
Control de calidad	22 Novbre.	80	80	0	22 Novbre.	10010	_			20 %
Operación*	22 Novbre.	80	80	0	24 Novbre.	112700		*	thr.	
Control	24 Novbre.	80	80	0	24 Novbre.	12013		l —		20 %
Control de calidad	24 Novbre.	80	76	4	24 Novbre.	10010	2 procesos	<u> </u>		100 %
							defectuosos			70
						•	1 soldadura suelta			
		1	1	ļ			1 conto Al saliente]		
Encapsulado	24 Novbre.	76	76	0	24 Novbre.	11221				
Control general	25 Novbre.	76	76	0	25 Novbre.	ERM	_	_	_	400.0/
Lavado	25 Novbre.	76	76	0	25 Novbre.	11700	_		_	100 %
Envio Departamento	20 1100016.	/0	/ /0	0	ZJ NOVDIE.	11700	_		_	_
Técnico	25 Novbre.	76	[[1	1	
									1	

Tabla 4. - Resultados del test termo-mecánico en transistores y diodos

Componente	Muestras Muestras		Proporción de muestras defectuosas				
Componente	probadas	defectuosas	90 % de confianza	60 % de confianza			
Transistores	2642	0	0,087 % (1/1150)	0,035 % (1/2800)			
Diodos	4793	0	0,048 % (1/2070)	0,019 % (1/5150)			
Total	7435	0	0,031 % (1/3200)	0,012 % (1/8000)			

cubren todas las etapas, desde la lámina de silicio inicial hasta el montaje final encapsulado. No vamos a intentar resumir estas operaciones. Solamente se ofrecerá una relación de algunos de los procedimientos de control especialmente empleados con fines de alta fiabilidad, y de los resultados así obtenidos. Se ha hecho un completo registro del recorrido de cada lámina de silicio a lo largo de las diferentes etapas de difusión, así como del recorrido de cada lote a lo largo de las distintas etapas de montaje. Todos los componentes rechazados, una vez marcados, han sido enviados al departamento de ingeniería para ser conservados allí.

En la tabla 3 se ofrece un ejemplo de hoja empleada para el registro de las sucesivas etapas de montaje.

Cada control fué objeto de una especificación detallada. Por ejemplo la inspección de fabricación que se realiza después de la soldadura por termocompresión, se efectúa con un aumento de 50. Está especificado examinar cuidadosamente cada punto de soldadura del hilo de aluminio con los terminales, los mismos hilos de aluminio, cada soldadura del hilo con el cristal de silicio, el cristal y finalmente el soporte. Con esta sola especificación quedan fijados 24 puntos detallados de inspección.

6. Control de los dispositivos encapsulados

Al final del montaje, los dispositivos fueron sometidos a una serie de controles 100 %. En primer lugar se les sometió a un control eléctrico según las especificaciones dadas en las tablas 1 y 2. Los dispositivos que satisfacían esta especificación fueron después sometidos a 5 ciclos térmicos entre $-55\,^{\circ}\text{C}$ y $+\,150\,^{\circ}\text{C}$, según las normas militares del Reino Unido (especificación K 1007, método 5.5). Después fueron sometidos a una prueba de caida, haciéndoles caer 20 veces en un tambor que produce choques de más de 10,000 g [1]. Se ha comprobado que este procedimiento, comparado con otros tests mecánicos (p. e. la centrifugación) y térmicos, efectuados separadamente, es el más eficaz para detectar soldaduras frágiles en transistores planar de silicio para altas frecuencias. Los resultados obtenidos están resumidos en la Tabla 4.

Los diodos como ya se ha hecho notar anteriormente, estaban montados sobre soportes de transistores. Esto tenía la ventaja de poder realizar conexiones separadas a los terminales "emisor" y "base", creándose la posibilidad de redundancia en las conexiones internas. En efecto, durante la prueba falló una de estas conexiones en un diodo. Esto no produjo el fallo del dispositivo, y, desde luego, no habría producido ninguna averia en el repetidor en servicio. Sin embargo, el diodo en cuestión fué rechazado.

Los dispositivos fueron después sometidos $100\,\%$ a un ensayo de fugas, empleando un espectrómetro de masas de helio, cuyo límite de detección era de 5×10^{-7} atm. cm³ por segundo. Esto constituía una verdadera prueba de selección, admitiendo que, una vez rechazados los dispositivos defectuosos, los que pasaran la prueba se considerarían hermeticamente cerrados para siempre. Esta hipótesis quedó confirmada después, efectuando un ensayo mucho más sensible con ayuda de cripton radioactivo, inmediatamente antes de expedir los dispositivos (véase sección 9).

Los resultados con el espectrómetro de masas de helio se dan en la Tabla 5.

Tabla 5. - Resultados de la prueba de fugas con helio (límite de detección 5 × 10⁻7 atm. cm³ por seg.)

Componente	Tran- sistores	Diodos		
Número de muestras probadas	2642	4793		
Número de muestras defectuosas	1	7		

7. Prueba eléctrica acelerada (Burn-in)

Un número reducido de transistores y diodos que habían pasado la prueba de fugas con helio, se emplearon para evaluación por muestreo y el resto se sometieron a mediciones de $I_{\rm CBO}$, $I_{\rm EBO}$, $V_{\rm CE}$ (Sat) y $h_{\rm FE}$ para los transistores y $V_{\rm F}$, $V_{\rm R}$ e $I_{\rm R}$ para los diodos, en las condiciones dadas en las Tablas 1 y 2 respectivamente. Para ésto se ha utilizado un equipo de medida automático situado en un recinto a 25 °C \pm 1 °C provisto de termostato; para que no pudiera existir duda alguna acerca de la corrección de las medidas, cada parámetro se midió tres veces.

2557 transistores y 4743 diodos fueron después soldados en el bastidor destinado al ensayo eléctrico acelerado mostrado en la figura 1, que reproducía las condiciones de funcionamiento en el repetidor submarino: $V_{\rm CE}=9$ V, $I_{\rm C}=0.5$ mA para los transistores e $I_{\rm F}=1$ mA para los diodos. La fuente de alimentación consistía en baterias de acumuladores de plomo, que estaban desconectadas de los dispositivos semiconductores durante las operaciones de carga. Así no existía ningún peligro de someter los componentes de prueba a picos de tensión eventuales.

Esta prueba eléctrica acelerada duró tres meses y con el fin de que ésto fuera equivalente a la duración de funcionamiento de 4 años requerida, se introdujo un factor de aceleración igual a 16 elevando la temperatura ambiente a 70 °C. Esto se consiguó haciendo circular aire caliente, termostáticamente controlado, en un circuito cerrado situado en el interior del bastidor. El estado de las muestras se controlaba de vez en cuando, en el curso

de la prueba, desconectando previamente el circuito de alimentación y aplicando sucesivamente a las muestras sondas de prueba de muy baja energía. Estas sondas permitían medir la ganancia de los transistores para una corriente de 25 $\mu{\rm A}$ y la corriente directa de los diodos para $V_{\rm F}=350\,{\rm mV}.$ Al final de la prueba eléctrica acelerada se utilizaba este mismo tipo de medidas para detectar fallos.

Los resultados obtenidos se han dado en la tabla 6.

Tabla 6. – Resultados del ensayo eléctrico acelerado con transistores y diodos (duración 3 meses, equivalente a 4 años de funcionamiento real)

Componen	Tran- sistores	Diodos	Total	
Número de muest probadas	2557	4743	7300	
Número de muest defectuosas	0	0	0	
Proporción de muestras	90 % de confianza	0,090 %	0,049 %	0,032 %
defectuosas	60 % de confianza	0,036 %	0,020 %	0,013 %
Proporción 90 % confiar de muestras		0,0026	0,0014	0,00091
de fidestras defectuosas (%/1000 horas)	60 % de confianza	0,0010	0,00057	0,00037

La fiabilidad exigida por la especificación de la sección 3 queda satisfecha también aquí. Las proporciones equivalentes de muestras defectuosas que aparecen en la Tabla 6 son las máximas (con el nivel de confianza indicado) que se pueden admitir como posibles para los dispositivos en funcionamiento en los repetidores submarinos.

Después de ser retirados de los bastidores de ensayo, todos los dispositivos fueron medidos de nuevo con respecto a los mismos parámetros que antes del ensayo. Las medidas fueron igualmente repetidas dos veces. Aunque la utilización real de los dispositivos en los repetidores submarinos no sea sensible a los cambios de estos parámetros, es interesante reproducir algunos de los resultados obtenidos a este respecto.

La Tabla 7 dá la distribución estadística de la variación de ganancia para los 1000 primeros dispositivos, medidos después de la prueba eléctrica acelerada. Se ve claramente que los dispositivos tienen características estables. Una transcripción de esta distribución sobre un gráfico de probabilidad (no reproducido aquí), mostró que esta distribución era normal entre los porcentajes 0,5 á 99 %. Otros parámetros han mostrado un grado de estabilidad similar.

8. Pruebas de sobrecarga

Como se ha hecho ver en la sección precedente, la prueba eléctrica acelerada fué realizada en condiciones más severas que las de utilización real, de tal modo que los tres meses de duración fueron equivalentes a un pe-

Tabla 7. – Variación de ganancia en % obtenida después de la prueba eléctrica acelerada

Disminución de ganancia en % Nº de muestras por grupo	< 3		3–2 3		2–1 9		1-0 124	
Aumento de ganancia en % Nº de muestras por grupo			2–3 103			5–6 1	> 6 1	

ríodo de funcionamiento mucho más largo. Se efectuó una serie de pruebas de sobrecarga aún más severas, con la intención de determinar los factores de aceleración.

Varios años de experiencia en el dominio de pruebas de fiabilidad en dispositivos de tipo comercial, fabricados esencialmente según los mismos principios tecnológicos, han indicado que el mejor medio de revelar los fallos catastróficos consiste en efectuar pruebas en un margen de temperaturas situado entre 200 °C y 280 °C. En consecuencia, 50 transistores y 50 diodos destinados a repetidores submarinos se pusieron a prueba a 240 °C y a



Fig. 1 Bastidor de pruebas en el que 2557 transistores y 4743 diodos se sometieron a un ensayo acelerado de tres meses, sin que apareciera ninguna muestra defectuosa. El bastidor cumple las condiciones de funcionamiento en un repetidor submarino elevando convenientemente la temperatura de las cápsulas de los componentes.

280 °C. Sin embargo, la fiabilidad de estos dispositivos era tan alta que, incluso después de un período de más de 6 meses (4900 horas), no hubo fallos catastróficos, mostrando los valores característicos solo pequeñas variaciones. Las variaciones de la tensión de saturación colector-emisor proporcionan sin duda la mejor indicación de fallo catastrófico incipiente en estos transistores. En este experimento, después de las 4900 horas a 240 °C no hubo más que dos transistores entre los 50 que mostraran modificaciones de la tensión de saturación superiores a 5 mV (15 mV y 17 mV), y además, estas variaciones se produjeron al principio, estabilizándose después las tensiones de saturación. De forma análoga, a 280 °C, fueron 4 las muestras en que se observaron variaciones superiores a 5 mV (7 mV, 12 mV, 21 mV).

En la Tabla 8 se puede ver la distribución estadística de la variación de ganancia, expresada en %, que resultó tras las 4900 horas de tratamiento a 280 °C. Variaciones del mismo orden se obtuvieron en el tratamiento a 240 °C.

Tabla 8. – Variación de ganancia en % obtenida después 4900 horas a 280 °C

Disminución de ganancia en %	9	5	2	1	0							
Número de muestras por grupo	1	1	1	1	1							
Aumente de ganancia en %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	18
Número de muestras por grupo	4	5	9	8	5	1	3	4	2	2	1	1

Aunque estos resultados ponen claramente de manifiesto la fiabilidad de los componentes para repetidores submarinos, no permiten calcular cuantitativamente los factores de aceleración. Los factores realmente empleados tienen por tanto que ser deducidos de los resultados experimentales obtenidos con los componentes de tipo comercial, fabricados según los mismos principios tecnológicos.

En una serie típica de experiencias realizadas sobre dispositivos comerciales se tomaron muestras de 200 elementos de cinco lotes diferentes. Las muestras se mezclaron cuidadosamente al azar, sometiendo la mitad a 275 $^{\circ}\mathrm{C}$ y la otra mitad a 300 $^{\circ}\mathrm{C}$. Se efectuaron medidas después de 0, 720 y 934 horas y después de 0, 72 y 144 en la una y la otra mitad respectivamente. Empleando como criterio de fallo un aumento de la tensión de saturación colector-emisor (para $I_{\mathrm{C}}=10$ mA, $I_{\mathrm{B}}=0$,3 mA) desde menos de 300 mV a más de 400 mV, se obtuvieron los resultados de la Tabla 9.

Estos resultados muestran que, un cambio de temperatura de 300 °C a 275 °C hace aumentar el tiempo correspondiente a una proporción dada de dispositivos defectuosos en un factor 3,8. Suponiendo que la ley de Arrhenius es aplicable aquí, se encuentra una energía de activación para el mecanismo de fallos de 38 K cal por mol [2]. Se ha utilizado ésto para calcular, a la inversa, la temperatura a la cual la proporción de dispositivos defectuosos queda reducida en un factor 16 en relación a

Tabla 9. – Resultados del tratamiento a 275 °C y 300 °C de transistores comerciales

Muestras	Número	Por- centaje
Tratadas a 275 °C (5 lotes) Defectuosas, después de 720 horas Defectuosas, después de 934 horas Tratadas a 300 °C (5 lotes) Defectuosas, después de 72 horas Defectuosas, después de 144 horas	489 207 256 476 59 156	

la temperatura de la prueba acelerada de 70 °C. Se obtuvo así el valor 54 °C. Con otros experimentos se han obtenido valores más pequeños para la energía de activación, hasta 25 K cal por mol (1,1 eV por átomo). Con este último valor resulta una temperatura límite de 46 °C.

De hecho, los repetidores funcionan a una temperatura ambiente máxima de 10 °C y el aumento de temperatura en el interior del repetidor debe ser 20 °C, resultando una temperatura máxima probable de 30 °C en la cápsula del transistor. Cualquiera que sea la energía de activación en la práctica, existe pues un coeficiente de seguridad considerable.

La exigencia de 20 años de vida (ver parágrafo 3) queda también cubierta por estos resultados. En efecto, las pruebas de sobrecarga descritas al principio de este parágrafo indican que no aparece mecanismo de desgaste alguno. Es de esperar, por tanto, que la proporción de muestras defectuosas disminuirá con el tiempo en vez de aumentar. El cumplimiento de la exigencia de los cuatro años asegura pues, el de la exigencia de los 20 años.

Otra manera de analizar el problema consiste en expresar la condición de fiabilidad de la sección 3 como sigue:

- a) un máximo de 5 transistores defectuosos sobre 1200 en 20 años de servicio.
- b) un máximo de 5 diodos defectuosos sobre 2400 en 20 años de servicio.

Para que el funcionamiento durante 3 meses sea equivalente a un funcionamiento de 20 años, se debe aplicar un factor de aceleración igual a 80. En este caso, una energía de activación de 38 Kcal por mol da una temperatura límite de 33 °C. Ambas temperaturas son más elevadas que la temperatura máxima de la cápsula del transistor indicada anteriormente. El empleo de un factor de aceleración tan elevado no es recomendable. Sin embargo, ésto queda más que compensado por el hecho de que la prueba eléctrica acelerada (véase Tabla 6) no dió lugar a ningún fallo de transistores ni de diodos, mientras que para la cantidad de dispositivos probados, la fiabilidad requerida hubiera estado asegurada si se hubieran producido 10 fallos en cada caso.

Prueba de fugas según el método del cripton radioactivo

Como prueba de selección final, después de la acelerada y de las mediciones en los terminales, todos los dispositivos fueron sometidos a medidas de hermeticidad, usando cripton radioactivo.

Este método, que es unas 1000 veces más sensible que el del espectrómetro de masas de helio, consiste en colocar los dispositivos durante cierto período de tiempo en el seno de un gas a presión que contiene cierta proporción de cripton radioactivo. La mezcla gaseosa penetra en cualquier dispositivo que tenga fugas, y una vez extraidos de la vasija a presión los dispositivos se prueban en un contador de partículas. El cripton radioactivo emite una radiación que atraviesa las cápsulas de los dispositivos, con lo que se puede determinar la importancia de las fugas.

Contrariamente al método del espectrómetro de masas, éste no depende del escape de gas trazador que sale del dispositivo sometido a prueba. Para obtener una precisión óptima se han de tomar ciertas precauciones para evitar que el gas sea absorbido en la superficie de los dispositivos. Además es posible hacer correcciones relativas a este gas absorbido, midiendo separadamente la radiación no penetrante que también emite el cripton radioactivo.

Por razones de seguridad y de precio no es posible emplear una cámara sencilla para la presurización de los dispositivos. El equipo utilizado (Fig. 2) fué desarrollado por STC Semiconductores Ltd., completando un antiguo trabajo en común con la "Atomic Energy Authority" inglesa. El cripton está contenido en un sistema cerrado y se le hace circular entre la cámara donde está almacenado y la cámara de prueba, bien calentando la zona apropiada del circuito, o bien refrigerando con nitrógeno líquido. Las diversas válvulas de control son accionadas neumáticamente con nitrógeno a alta presión.

La presión en el interior de la cámara de prueba depende del número de dispositivos que la ocupan y de la cantidad de bloques inertes de relleno, variando según los casos desde 23 á 42 lb/in² (de 1,6 á 2,9 kg/cm²). La duración de la operación de infiltración se fijó entre 48 y 140 horas. La actividad del gas fué de 12,9 milicuries por mililitro.

Al menos 1600 dispositivos de los que ya habían sufrido la prueba eléctrica acelerada, fueron sometidos al experimento de hermeticidad. De entre éstos, en 1951 se determinaron fugas del orden $3\pm2\times10^{-12}\,\mathrm{atm.\,cm^3}$ por segundo. La corrección que tiene en cuenta la radioactividad de fondo y los efectos de superficie de los dispositivos era del mismo orden de magnitud, de modo que el resultado obtenido coincidía con el valor cero efectivo del método. Ocho dispositivos dieron cifras de contaje más elevadas, pero siempre inferiores al orden del valor correspondiente a 20×10^{-12} atm. cm³ por segundo. Los valores de contaje correspondientes a los efectos de superficie eran también elevados, por lo que no resultó una clara evidencia de que estos dispositivos tenían realmente fugas, incluso a un nivel tan extraordinariamente pequeño. Es, por tanto, lo más improbable que cada uno de los 8 dispositivos hayan presentado casi la misma proporción de fugas, mientras que solo otro dispositivo estaba situado en el resto del amplio margen de niveles de fugas posibles. No obstante, estos ocho dispositivos fueron rechazados en cuanto a su empleo en repetidores submarinos.

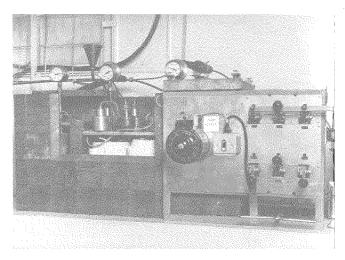


Fig. 2 Equipo, diseñado por STC Semiconductors Ltd., para someter a los componentes semiconductores a la prueba ultrasensible del cripton radio-activo. Se han separado algunas piezas protectoras de plomo para dejar ver las cámaras de prueba.

Solamente en un dispositivo se midieron fugas del orden: 7.3×10^{-10} atm. cm³ por segundo, y éste fué, evidentemente, también excluído.

10. Conclusiones

En este artículo se han descrito los métodos empleados por STC Semiconductors Ltd., para obtener transistores y diodos dotados de la fiabilidad indispensable para aplicaciones en repetidores submarinos situados en aguas profundas, así como los métodos apropiados para asegurar la fiabilidad. Los dispositivos se han fabricado conforme a las técnicas planar de silicio de las que la compañía tiene una gran experiencia. No se hicieron grandes modificaciones a los procesos standard, pero en la fabricación, control y métodos de selección se puso un cuidado meticuloso.

En relación con la seguridad de la fiabilidad, la validez fundamental de los diseños de los componentes se comprobó con pruebas de sobrecarga; la fiabilidad mecánica, la fiabilidad eléctrica y el cierre hermético de los dispositivos se controlaron sucesivamente en todos los componentes por medio de un severo test termo-mecánico, de un test funcional acelerado de 3 meses de duración y de un test con cripton radioactivo. Los dos primeros han constituído igualmente un test de aceptación, siendo el número de dispositivos probados el adecuado para asegurar estadisticamente la fiabilidad exigida.

Tanto los transistores como los diodos han pasado con éxito todas las pruebas y están siendo utilizados en repetidores submarinos para profundidades oceánicas.

11. Agradecimiento

La feliz ejecución del trabajo descrito en este artículo ha sido el resultado de hábiles y concienzudos esfuerzos de un gran número de personas. Las relacionadas más directamente con el planeamiento y la ejecución del trabajo han sido el Dr. G. B. Thomas, el Dr. E. R. Monks, Mr. A. C. Brown y Mr. J. Bickley.

He de añadir mi agradecido reconocimiento a STC Semiconductors Ltd. por permitirme publicar este informe.

Transistores y diodos de silicio

Referencias

[1] J. M. Groccock: "Finding the reliable transistor — mechanical and thermal testing of silicon planar transistors", British Commun. Electronics, Julio 1965, 12 7, pág. 429—433.

Julio 1965, 12 7, pág. 429—433. [2] J. M. Groocock: "Accelerated life testing and overstress testing of transistors", Electronics Reliability and Micromin., Diciembre 1963, 2 3, pág. 191—204.

J. M. Groocock. Nació el 29 de Abril de 1929.

El Dr. Groocock obtuvo en 1949 en el "Imperial College of Science and Technology" de la Universidad de Londres, el diploma de "B. Sc." en Química, con mención honorífica. En 1953 obtuvo el "Ph. D." por investigaciones en química física.

Desde 1951 á 1958 trabajo para el Ministerio de Abastecimientos dirigiendo un equipo de investigadores que trabajaban sobre química física de los explosivos sólidos. Ha publicado numerosos artículos de investigación a este respecto.

En 1958 entró en la División de Transistores de STC y poco después se le confió la dirección del departamento de diseño de transistores. En 1961 tomó la dirección del recién fundado "Quality Assurance Department" y más tarde, al crearse STC Semiconductors Limited, se hizo responsable de la seguridad en la calidad en las dos factorías, la de Harlow y la de Footscray.

Ha participado en los importantes trabajos de fiabilidad de los dispositivos semiconductores, efectuados en Footscray. Es miembro del comité de fiabilidad electrónica del British Standards Institute y ha representado a Gran Bretaña en las reuniones de la IEC.

Desde comienzos de 1967 el Dr. Groocock ha sido director del servicio de seguridad de la calidad en STC, a quién él representa globalmente en los campos de la calidad y la fiabilidad. Está encargado igualmente de coordinar el trabajo de los jefes de los distintos departamentos de calidad repartidos en las 25 divisiones de STC.

Distinción

Mr. D. C. Alexander, Vice-presidente de ITT, División de Hilos y Cables, ha sido condecorado por su artículo "Impulse Dielectric Testing Applied to Insulated Wire", (Aplicación a los conductores aislados de las pruebas dieléctricas con impulsos), que se presentó en Los Angeles en 17 y 18 de Febrero de 1966 con motivo del Congreso Regional de la Asociación de Conductores.

La ceremonia de entrega de la medalla tuvo lugar con ocasión del Congreso de "Electrical Conductor and Non Ferrous Wire Division" que se celebró en Buffalo, New York, en 12 y 13 de Abril de 1967.

La seguridad de los sistemas de enclavamiento en ferrocarriles

Dr. W. SCHMITZ Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

Preámbulo - Nota del editor

En "Electrical Communication" Vol. 39, 1964, pp. 368 a 407 se ha publicado otro artículo del mismo autor con el título "The Geographical System". (En la edición francesa "Revue des Telecommunications" Vol. 39, 1964, pp. 419 a 440 con el título "Principes d'un Système Géographique à relais pour l'enclenchement des voies de chemins de fer"). En ese artículo el autor trataba de los tres problemas más importantes del sistema geográfico, por comparación con la técnica clásica de relés, a saber: búsqueda de itinerario, protección de flancos y selección del aspecto de las señales. Dado que el sistema geográfico tiende a introducirse cada vez más en la red mundial de ferrocarriles, y como, por otra parte, los expertos han planteado frecuentemente cuestiones referentes a la seguridad del nuevo sistema, hemos creido que un estudio comparativo de los dos sistemas más importantes de enclavamiento sería actualmente de un interés de orden internacional. En los esquemas y descripciones que siguen, el autor ha respetado las reglas editadas en "American Railway Signaling Principles and Practices" capítulo XX, Interlocking Circuits. Signal Section AAR, 30 Vesey Street, New York.

Introducción

Se pueden definir las funciones naturales siguientes resultantes de las reglas de seguridad:

- establecimiento de itinerario: control de autorización, situación de las agujas, su colocación individual, fijación de itinerario;
- protección de itinerario: control de libertad de vía, protección de flanco, recubrimiento, bloqueo (bloqueo de ruta, bloqueo individual);
- mando de las señales;
- vuelta a la posición normal: colocación de la señal en "PARADA", liberación (liberación de itinerario, liberación parcial, liberación individual), colocación de las palancas de bloqueo.

A continuación van a considerarse los diferentes sistemas de enclavamiento, partiendo de estos puntos.

1. Sistemas de enclavamiento

1.1 Sistemas mecánicos de enclavamiento

En los sistemas de este tipo, las señales y las agujas son accionadas mecánicamente por el empleado a cargo de ello. Las interacciones entre las palancas de mando están aseguradas por dispositivos mecánicos (cerrojos mecánicos).

1.1.1 Establecimiento de un itinerario

Puesto que las agujas están unidas a sus palancas individuales de mando por medio de varillas o cables, se puede suponer que estas agujas obedecerán a los movimientos de las palancas. En el caso del sistema de enclavamiento normalizado por los ferrocarriles alemanes, el mando de la transmisión se hace a doble hilo; se

supone, pues, que la aguja sigue puntualmente los movimientos del cable. Para protegerse contra las posibles rupturas de este último, se ha incorporado un bloqueo de ruptura de cable al dispositivo de mando de la aguja, que bloquea la aguja en la posición en que se encuentra.

Para asegurarse de que la posición de cada aguja del itinerario es la correcta, se añade un pestillo a la palanca que no permite la maniobra mas que cuando la posición de las agujas es la correcta. De la misma forma, las palancas de las agujas no pueden ser maniobradas si están bloqueadas por los pestillos de itinerario.

1.1.2 Bloqueo de la ruta

Al bloquear la ruta, los pestillos de ruta y señal del cuadro de bloqueo se inmovilizan mecánicamente. No podrá liberarse la ruta mas que cuando el tren haya pasado y la vía esté libre. Por esta razón el cerrojo o la palanca están equipados con un bloqueo eléctrico que es liberado automáticamente por el tren, o manualmente por el empleado que esté observando la liberación de la ruta.

1.1.3 Control de las señales

En el caso de bloqueo mecánico, el cerrojo de ruta libera las palancas de señal.

En principio, no se utilizan mas que semáforos. En los sistemas de enclavamiento mecánico sólo se usan, normalmente, señales luminosas cuando toda una sección está dotada uniformemente de señáles luminosas.

Puesto que el cuadro de señales está diseñado para control de señales mecánicas, en el caso de que se usen señales luminosas, las palancas deben equiparse con contactos adecuados, y los cuadros de señales con relés.

1.1.4 Vuelta a la posición normal

Las señales pueden volver manualmente a su posición normal tirando de la palanca o pueden ser puestas automáticamente en la posición de "PARADA" por el movimiento del tren. Todas las señales de salida, en secciones con protección del conjunto, deben colocarse automáticamente en "PARADA" a causa del movimiento del tren, de forma que el tren quede protegido contra movimientos siguientes en la misma sección. Los semáforos tienen un acoplamiento de brazo de señal mediante el que puede liberarse eléctricamente la conexión rígida entre el brazo de la señal y el cable.

Después que el tren ha completado su movimiento, las palancas de señal y de ruta deben reponerse manualmente.

1.2 Sistema electromecánico de enclavamiento

La energía necesaria para el sistema electromecánico se tomaba normalmente de baterías de corriente contínua, para seguridad en caso de fallos de la alimentación de energía. Pero en los últimos veinte años, y debido a las grandes distancias que tienen que controlarse se ha

utilizado como corriente de control, corriente monofásica o trifásica. Se mantuvo el bloqueo mecánico.

1.2.1 Establecimiento de una ruta

En el sistema electromecánico de enclavamiento ya no se mantiene la relación directa entre el movimiento de las palancas y la posición de las agujas, como ocurría en el sistema mecánico. El movimiento de la palanca cierra contactos, mediante los cuales se envía energía eléctrica, a través de cables conductores, a un motor eléctrico que mueve las agujas. Este motor coloca las agujas mediante varillas, pero esta colocación se debe a un acoplamiento intermedio. Este acoplamiento sirve para proteger el motor contra las sobrecargas y para permitir el arrastre del mecanismo de la aguja. Si los contactos no se cierran, o se interrumpen los hilos de las líneas o cables, entonces el motor no seguiría el movimiento de la palanca. Por lo tanto el movimiento de las agujas tiene que ser detectado y señalado en el cuadro de señales. Así, mientras que en el sistema mecánico la posición de la palanca es la única identificación de la posición de las agujas, en el electromecánico se añade una indicación adicional de posición.

El establecimiento de itinerario ha sido de uso común en Francia durante cerca de sesenta años. La inversión de una palanca de ruta cierra contactos que envían corriente de control a todos los mecanismos de aguja que intervienen. Este tipo de establecimiento de itinerario es esencial en nuestros días. Para hacer el control de autorización es preciso, en primer lugar, comprobar mediante los pulsadores o la palanca de itinerario, si las posiciones necesarias de todas las agujas son permisibles. Sólo después de esta comprobación se aplica tensión a los mecanismos. Este método tienen la ventaja, sobre el de colocación individual de agujas, de que no se mueven innecesariamente las agujas si por cualquier razón no puede autorizarse ese itinerario.

La colocación de las agujas se hace, habitualmente en Alemania, en los sistemas electromecánicos de enclavamiento, individualmente. Los itinerarios incompatibles se eliminan, mediante levas, en los cuadros de bloqueo. Normalmente se comprueba que un tramo entre dos agujas adyacentes está libre por observación del empleado que debe accionar las señales; y en el caso de agujas muy separadas, mediante bloqueo eléctrico de las levas. Este último consiste en un electroimán alimentado con una corriente permanente que pasa por el sistema de detección, y cuya armadura bloquea las palancas de las agujas en la posición baja.

Generalmente se utilizan motores de corriente contínua para mover las agujas. El circuito utilizado normalmente por los sistemas electromecánicos alemanes se describe en la referencia [1].

1.2.2 Enclavamiento de tránsito

En el tipo de sistema electromecánico que se utiliza en Alemania, están combinadas las palancas de ruta y de señal. En una palanca combinada de ruta y de señal, cuando ésta gira 45°, mueve las barras de cerrojo de via de su posición central a la derecha o a la izquierda según

su dirección de giro. Cuando se gira la leva 45°, se pone automáticamente en funcionamiento el bloqueo eléctrico y sólo entonces puede invertirse la leva 90°, para el mando de la señal. Puesto que para el accionamiento eléctrico de las agujas tiene que comprobarse la posición de las palancas de las agujas (mecánicamente) y la posición de las agujas (eléctricamente), la palanca de señal y de ruta tiene además del electroimán de bloqueo un relé de bloqueo de palanca que sólamente se excita cuando los electroimanes de detección de las agujas pertenecientes a las rutas en cuestión están excitados.

1.2.3 Control de las señales

El sistema electromecánico alemán moderno está diseñado para la colocación de las señales de semáforos y discos por medio de motores (para los circuitos correspondientes, véase [2]). Cuando, para mejorar la visibilidad de las señales, se decidió introducir señales luminosas [3], estas señales luminosas fueron controladas por medio de relés. Las primeras señales luminosas se accionaban con corriente contínua, y finalmente con lámparas de doble filamento de 50/50 vatios. Después de la guerra, Alemania cambió a señales luminosas de corriente alterna, utilizándose lámparas tripolares de filamento doble de 12 voltios alimentadas mediante transformadores a 220 voltios durante el día y a 130 voltios por la noche. Unicamente se usan los dos filamentos de la lámpara para la luz roja. Para mandar una señal, la palanca de señal de ruta tiene que girarse 45°. Esto no se puede hacer con bloqueo mecánico mas que cuando la armadura del bloqueo está caida impidiendo así que la leva retroceda 45°.

1.2.4 Retorno a la posición normal

Para que las señales se coloquen automáticamente en la posición de peligro los contactos para el relé de rail aislado están insertos en los circuitos de control de las señales. Estos relés, como se verá más tarde, se utilizan para la liberación del itinerario. El relé de bloqueo, que impide que la palanca de señal de ruta, colocada a 45° pueda retroceder, está excitado por los relés de circuito de vía cuando se libera esta última al paso del último eje del tren. La palanca de señal de itinerario se libera, por lo tanto, de forma que puede volverse manualmente de la posición de 45° a la posición inicial. En el circuito de liberación se comprueba la liberación de los relés de control de señal. Frecuentemente se detecta directamente la posición de parada en el circuito de liberación.

Para establecer la posición normal, debe volverse la palanca de itinerario a su posición normal de forma que la barra del cerrojo de vía cancele de nuevo el bloqueo de las palancas incompatibles.

1.3 Sistema de enclavamiento de relés

Este tipo de sistema tiene bloqueo eléctrico entre las partes de control mediante contactos de relés, además del control eléctrico de las agujas y señales. En la estructura de los relés de bloqueo está el único enclavamiento mecánico que se requiere. En estos dispositivos

se acoplan mecánicamente dos relés de forma que una de las armaduras esté accionada y la otra liberada, reteniendo la armadura liberada a la que está accionada. El empleo de estos relés de enclavamiento es esencial si se quiere evitar, en caso de fallo de la alimentación, un cambio en la posición de los contactos.

1.3.1 Establecimiento de itinerario

En el momento actual, los sistemas de enclavamiento de relés pueden diseñarse sin dificultad, con la ventaja del establecimiento de itinerario. Con cada itinerario está asociado un relé de cierre que tiene la misma designación que la ruta que tiene asignada. Puesto que en los sistemas de relés predomina el control de entrada-salida, los relés de itinerario se conectan mediante pulsadores asignados a las secciones de vía y a las vías de estación. La prueba de autorización se hace mediante contactos (insertos en el circuito del relé de itinerario) del relé de incompatibilidad de itinerarios. Se utilizan contactos duplicados para aumentar la protección contra fallos de los conductores. Los contactos del relé de itinerario conectan los relés de colocación de agujas. El circuito de bloqueo del relé de itinerario sustituve al enclavamiento mecánico y sirve también para comprobar si está permitida la inversión antes de que se excite el relé de control de agujas.

El control de si la vía está libre debería ser hecho por los circuitos de retención de los relés de itinerario a fin de que fuera completo el control de autorización. Por esta razón deben conmutarse a los circuitos de los relés de itinerario los contactos de los circuitos de vía de las agujas. Sin embargo, la prueba de si la vía está libre se hace a menudo únicamente en el circuito de agujas.

Para obtener distancias de control largas, los Ferrocarriles Alemanes han decidido utilizar mecanismos de agujas de corriente trifásica, controladas por un circuito aislado de tierra que emplea un cable de cuatro conductores. El circuito de corriente trifásica de SEL está representado en la figura 1. La corriente de mando que pasa por RIA, atraviesa los cuatro conductores, como en el caso del circuito de corriente contínua. La indicación de una condición forzada está dada por el relé RMA cuyo funcionamiento se comprueba automáticamente en servicio.

En la posición normal, el relé RIA está excitado. Si la aguja debe cambiar de posición, se excita el relé de pulsador RBP2 y su contacto RBP2 corta el circuito de control de forma que se desprende RIA. De esta forma, en el circuito del relé (no representado) se excitan los relés de posición RPA1 y RPA2 y los dos relés de mando de corriente RCA1 y RCA2 y establecen las corrientes de mando. Estas corrientes pasan, en las tres fases, por RCA2, RCA1, RPA2, conductor RW-RCA1, RPA1, conductor NW-RCA2, RCA1, conductor CW. Este último pasa por el transformador, de forma que el relé RVC se mantiene a través del rectificador mientras pasa la corriente de mando. Para iniciar el mando, la corriente pasa, a partir del conductor NW, por el arrollamiento, el condensador y la resistencia; el contacto R1 cortocircuita a continuación el condensador: Si la aguja ha alcanzado su posición de reposo, basculan los contactos N2-R2 y

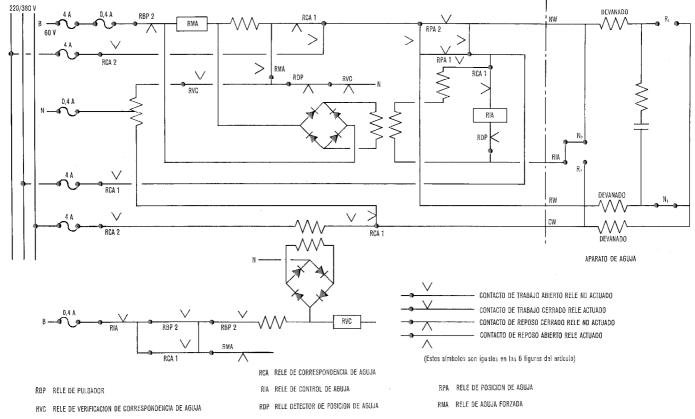


Fig. 1 Circuito trifásico de mando de aguja.

se abre N1. El relé RMA se excita (para comprobar su estado de funcionamiento). El relé RCA1 está cortado. La interrupción del circuito de mando, provoca, por lo tanto, el desprendimiento de RVC, puesto que se corta la alimentación a través del transformador y el rectificador. El contacto de RCA1 corta la alimentación de RMA en el transformador. RIA responde de nuevo para controlar la posición opuesta de la aguja. En el caso de que la posición de la aguja esté forzada como se ha representado en la Fig. 1, se abre el contacto N2 y se cierra el contacto R1. El relé RMA está excitado por el conductor NW — contacto R1 — conductor CW, y establece un circuito de retención a través de los contactos RDP y RVC.

1.3.2 Enclavamiento del tránsito

Cada itinerario tiene un relé de itinerario RI que efectuá el mando de las agujas. Cuando las agujas están en la posición correcta, se excita un relé de bloqueo RVI para un cierto grupo de itinerarios; en la Fig. 2 se ha utilizado para los itinerarios A1 a A3. Este relé puede bloquear la totalidad del itinerario, como en la Fig. 2, o sólamente algunas partes de éste. En su circuito, y para cada aguja que tiene una protección de flanco, la posición de la aquia es detectada por RIN o RIR, el estado libre por RV y el bloqueo por RVA. Todos los relés de bloqueo tienen que estar acoplados de forma que no haya ningún desprendimiento intempestivo en caso de fallo de la alimentación. Para las grandes redes ferroviarias, que tienen numerosos itinerarios, este circuito es tan complicado que los contactos de establecimiento de itinerarios disponibles son insuficientes en número cuando se utilizan relés de itinerario normales. Por esta razón se han introducido numerosos tipos de circuitos especiales que permiten ahorrar contactos [4].

1.3.3 Control de las señales

En Alemania no se utilizan con el sistema de enclavamiento de relés más que señales luminosas alimentadas con corriente alterna. El circuito de la señal luminosa es semejante al utilizado en los sistemas geográficos. En este punto no se va a describir este tipo de sistemas que se trata en el párrafo 1.4.3.

Sin embargo, es interesante señalar que las conexiones de los relés de colocación de las señales RRL, RCL y RCR están duplicadas (Fig. 2). Uniendo el circuito de bloqueo y el circuito de mando de la señal, se pueden utilizar para las dos funciones los contactos de mando de las agujas que, de cualquier forma, son necesarios. Sin embargo, todos estos contactos están duplicados como protección contra fallos de las conexiones eléctricas. El relé de bloqueo de itinerario RVI se acciona en primer lugar, después de lo cual, el mismo circuito atraviesa respectivamente los relés de mando de señal RRL, RCL y RCR.

1.3.4 Vuelta a la posición normal

En Alemania, los sistemas de enclavamiento de relés están equipados con todos los circuitos de vías en tanto que lo permite la superestructura. Evidentemente se utilizan, para la liberación de la vía, los circuitos individuales de las agujas y de las secciones de las vías existentes en lugar de los railes aislados con contactos de vías. En consecuencia, se libera el itinerario en el momento en que, por ejemplo, el último eje del tren libera una sección mientras que está ocupada otra. Es necesaria la cooperación entre varias secciones para impedir liberaciones accidentales en caso de fallo de alimentación.

Una vez que, para aumentar la seguridad, todos los contactos de los relés de aguja se han duplicado en los

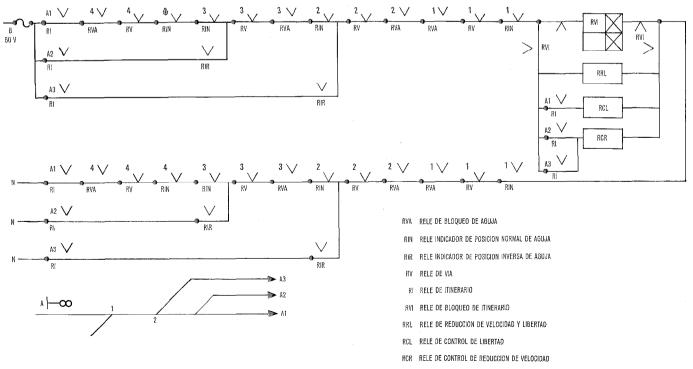


Fig. 2 Enclavamiento de relés. Circuitos de mando de señal.

circuitos de los relés de mando de señal, (Fig. 2), la vuelta de las señales a la posición de parada se hace más sencilla. La seguridad está aún aumentada por el hecho de que todos los contactos de los relés de vía del itinerario están insertos en el circuito, de forma que, en el movimiento de salida, se cortan sucesivamente todos los contactos RV. Puesto que se han cortado dos relés de mando de señal, se hace imposible un fallo de desprendimiento.

1.4 Sistema geográfico

1.4.1 Establecimiento de itinerario

En el sistema geográfico, un itinerario está constituído por unidades normalizadas asignadas a las diferentes uniones, tales como señales, agujas y circuitos de vía. Para establecer la relación entre el punto de partida y el punto de llegada se define en primer lugar la condición precisa (control de autorización) y luego se convierte en un circuito de "búsqueda de itinerario" para cada aguja. El problema de la búsqueda de itinerario ya ha sido tratado en un artículo precedente [5]. En la Fig. 3 se han representado los circuitos, incluído el control de disponibilidad de las agujas. Los dos circuitos parten de los contactos de los pulsadores BP y terminan respectivamente en los relés RS y RE. Los relés N y R están asignados a las agujas, y cada uno de ellos está conectado de aguja a aguja; determinan la posición requerida de la aguja. Los contactos de los pulsadores BP están colocados en paralelo con los contactos de los relés de los extremos RS y RE, de forma que el itinerario se mantiene después de soltar los pulsadores. Si se sueltan los pulsadores antes de que se haya completado la conmutación en cada dirección del circuito de búsqueda de itinerario, todo el circuito vuelve a la posición normal.

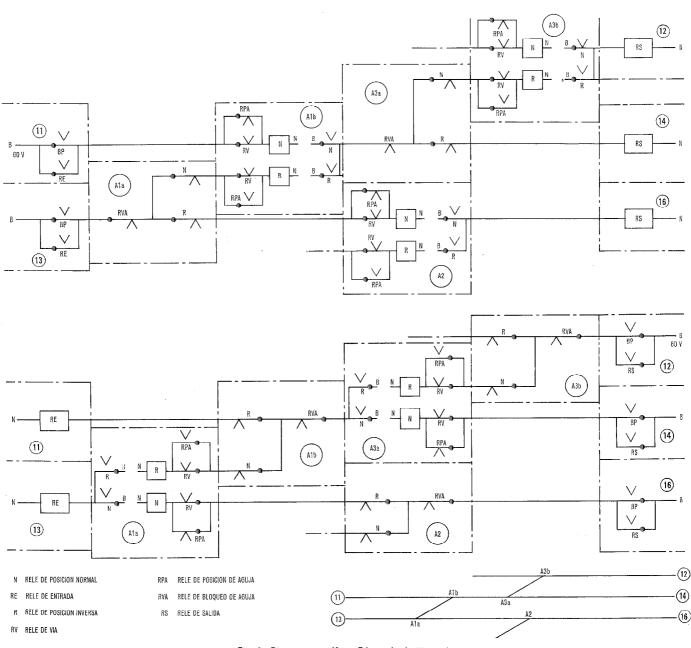


Fig. 3 Sistema geográfico. Búsqueda de itinerario.

Si examinamos con detalle el control de autorización, se ve que la eliminación completa de los itinerarios contradictorios ha sido ya asegurada por los contactos N y R. El circuito susceptible de ser bloqueado y libre de toda acción contradictoria corresponde al itinerario seleccionado. Cuando se ha hecho el bloqueo de itinerario de una aguja, ya no puede haber búsqueda de itinerario más allá de ésta a causa del contacto RVA. Esto supone, evidentemente, que se utilizan órganos de bloqueo separados para los bloqueos de itinerario y para la protección de flancos.

El control de libertad de las agujas se facilita con el sistema geográfico, puesto que se introduce un contacto del relé de vía RV en el circuito de búsqueda de itinerario. En lo que se refiere a los circuitos que tienen que utilizarse también para los itinerarios de unión, cuya libertad no ha sido controlada, la figura 3 muestra que pueden cortocircuitarse los contactos RV con los contactos RPA de forma que el circuito de búsqueda de itinerario puede conmutarse cuando el circuito de vía de las agujas está ocupado, pero sólamente en el caso de que no tenga que manejarse la aguja.

Sólamente después de que se termine la búsqueda de ruta, empiezan a moverse las agujas, lo que sea necesario, en otro circuito geográfico.

De acuerdo con la Fíg. 4, cuando ha sido comprobado por los contactos N, R y RPA que debe cambiarse la posición de la aguja, se conecta RCA por medio de los contactos del relé RS para las agujas. La inversión de posición de la aguja es hecha por los contactos RCA y RPA. El circuito de aguja corresponde al circuito de la Fig. 1 en lo que se refiere a la conexión de los relés.

1.4.2 Enclavamiento del tránsito

En la técnica geográfica, como ya se ha dicho, cada aguja tiene su propio órgano de bloqueo que, cuando la aguja está en la posición correcta, es excitado por otro circuito geográfico.

Si la aguja de protección de flanco está mal colocada, tiene que ponerse inicialmente en la posición correcta por medio del contacto RVA1 de bloqueo de la aguja manejada. Si la aguja está colocada correctamente, se acciona el relé acoplado de bloqueo RVA2. De esta forma cada aguja tiene dos relés de bloqueo acoplados: uno para bloquear el itinerario y otro como protección de flanco.

1.4.3 Mando de la señal

En la técnica geográfica, se han introducido medidas de seguridad muy importantes en los circuitos de los relés de mando de señal. Se han conservado los tres relés de mando RRL, RCL y RCR aunque el desprendimiento inesperado de las armaduras de los relés resulta imposible por las características de diseño. Según la Fig. 5 se han previsto dos circuitos bipolares: uno que se utiliza para la conexión del relé RRL y otro para mandar los relés de situación RCL y RCR. Además, para producir efectos semejantes en los dos extremos del itinerario, la "entrada" y la "salida" están equipadas con relés auxiliares RTS y RTE, ITS e ITE. El circuito de las señales luminosas de la Fig. 6 comprende además de los repetidores y de los relés de control DCT y RFP, un relé auxiliar RCF en el circuito de señal y dos relés CAT1 y CAT2, necesarios para el control automático del tren.

Para el mando de señal (Fig. 5) el contacto RE, que

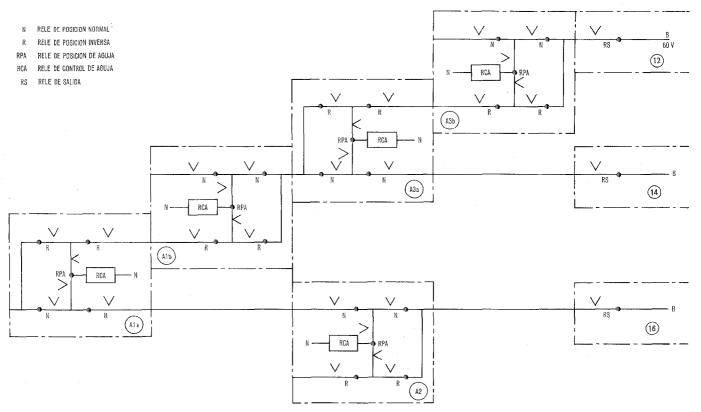


Fig. 4 Liberación de mando de aguja.

pertenece al conjunto de relés de señal, cierra un circuito que pasa por los conductores 18, el relé RTS situado en el conjunto de relés de salida, los conductores 38, hasta el relé RTE del conjunto de relés de la señal. A continuación se excita el relé de mando RCR, a partir de los contactos RTS a través de conductores 19 y 39. Los contactos de los relés RTE y RCR comprueban el circuito de la señal luminosa, puesto que según la Fig. 6, el relé DCT está conectado a través de DCT - contacto RCL — conductor — transformador — conductor — contactos RCR, RTE y resistencia RTE. El relé de mando RRL (Fig. 5) está cerrado por el contacto DCT, a través de RCR y RTE que corta los relés RTS y RTE. En cada extremo del circuito geográfico se excita un relé de detección (ITS e ITE) de forma que RRL establece su circuito de retención: ITS - 18 - RVA, RV, RIA, RPA. IFN — 18 — RRL, RTE, relé RRL, ITE — 38 — IFR, RPA, RIA, RV, RVA - 38 - ITS. Para permitir que se establezca la cadena, el relé de mando RRL tiene un retardo de dos segundos (lo que también es preciso para prevenir los fallos de alimentación).

Si se supone que la señal debe ponerse en la posición de libre, sin limitación de velocidad, se pondrá en servicio el relé RCL y se cortará el relé RCR.

Por otra parte, si se debe indicar "paso con limitación de velocidad", no se excita RCL y RCR sigue excitado. Este resultado diferente se obtiene cambiando la clavija de programa F en el circuito de aguja. En la Fig. 5, la clavija F está enchufada en el "menos" (polo negativo) para la posición izquierda de la aguja y en "paso sin limitación" para la posición de la derecha. Por lo tanto RCR está inserto en el primer caso y RCL en el segundo caso.

En el circuito de luz verde de la Fig. 6, la lámpara verde FV está conectada bien sola mediante RRL y RCL o bien en serie con la lámpara amarilla FJ mediante RRL y RCR. En el primer caso, está cerrado el relé CAT1; en el segundo caso, en primer lugar, el relé RCF y después, por su contacto FV, se excitan FJ y CAT2. El contacto CAT1 o el contacto CAT2 corta el circuito de la luz roja, y por este hecho su detector IS1 responde cortando el relé RFP. Entonces responde el indicador IRL. De esta

RIA

RIN

RIR

RVA

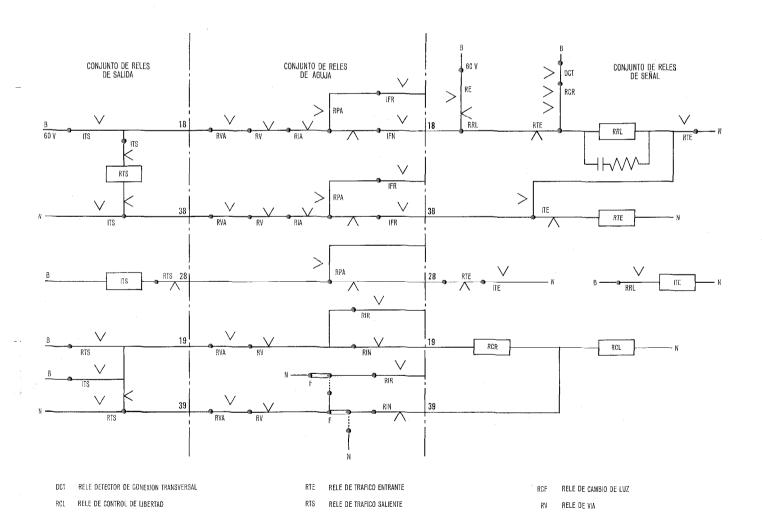
RPA

RELE DE CONTROL DE AGUJA

RELE DE BLOQUEO DE AGUJA RELE DE POSICION DE AGUJA

RELE INDICADOR DE POSICION NORMAL DE AGUJA

RELE INDICADOR DE POSICION INVERSA DE AGILIA



RELE DE REDUCCION DE VELOCIDAD Y DE LIBERTAD

RELE DE CONTROL DE REDUCCION DE VELOCIDAD

Fia. 5 Mando de señal.

RRL

RCR

RE

RELE DE ENTRADA

CLAVIJA DE PROGRAMA

RELE INDICADOR DE TRAFICO ENTRANTE

RELE INDICADOR DE TRAFICO SALIENTE

RELE INDICADOR DE FLANCO EN POSICION NORMAL

RELE INDICADOR DE FLANCO EN POSICION INVERSA

1TE

ITS

1FN

forma se asegura el desprendimiento del relé RFP cada vez que se pone una señal en su posición de libre. Los relés CAT1 y CAT2 se utilizan igualmente en el caso de repetición de las señales sobre la máquina.

1.4.4 Retorno a la posición normal

Cuando pasa el tren, la señal se pone en "parada" por medio de los contactos del relé de vía insertos en los circuitos de colocación de señal.

En los circuitos de mando de la Fig. 5, los contactos de relé de mando están colocados en dos circuitos diferentes, con lo que se aumenta fuertemente la protección en la posición de "parada", sobrepasando incluso la proporcionada por los sistemas de enclavamiento de relés.

Una característica propia del sistema geográfico es que el bloqueo individual de las agujas (y en consecuencia su liberación) está hecho, según la distribución del circuito de itinerario, en las agujas individuales. En el sistema geográfico de enclavamiento de SEL, el desprendimiento se hace por la cooperación de los circuitos de vía de las agujas que tienen que liberarse con los de las dos secciones adyacentes. En este caso se comprueban eléctricamente las siguientes condiciones; ocupación, des-

pués, de nuevo, liberación de su propia sección y ocupación de la sección siguiente.

Puesto que los pulsadores de itinerario vuelven a la posición normal después del funcionamiento, no es necesaria ninguna maniobra en el momento de la liberación, ni posteriormente.

Cada conjunto de relés de aguja está provisto de un relé auxiliar de liberación manual de itinerario. Estos relés auxiliares están conectados a un circuito geográfico que, para la operación en cuestión, está conectado manualmente a partir del extremo de "salida". Para asegurar un mando rápido, se utiliza el circuito geográfico que, además, provoca el bloqueo de las agujas. En la actualidad la alimentación se hace a una tensión de 30 voltios, corriente alterna, en vez de a 60 voltios, corriente contínua. Puesto que la liberación de una aguja depende de que la anterior se haya liberado totalmente, el desprendimiento auxiliar se acciona desde el extremo de "salida" incluso cuando una parte del itinerario vaya a ser liberada por el paso del tren. Por esta razón no es apropiada la liberación a partir del extremo de "entrada". Este método exigiría medios suplementarios para la liberación auxiliar de los itinerarios parcialmente libres.

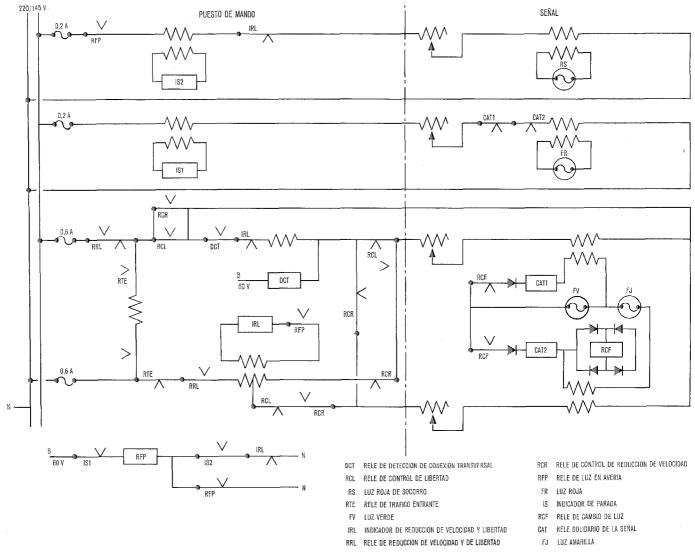


Fig. 6 Circuitos de las señales luminosas.

2. Niveles de seguridad alcanzados

A continuación vamos a comparar los cuatro sistemas tomando como punto de comparación la seguridad. En primer lugar examinaremos las circunstancias que pueden hacer fallar las reglas de seguridad y las medidas tomadas para remediarlo.

2.1 Enclavamiento mecánico

Los órganos de bloqueo mecánico impiden el retroceso de una palanca. Estos órganos están sometidos a esfuerzos importantes y, en consecuencia, a un desgaste rápido cuando se intenta manejar frecuentemente las palancas bloqueadas, y tanto mas cuanto que los esfuerzos son amplificados por las grandes palancas de las agujas. El sistema de bloqueo no da ninguna indicación del grado de desgaste; el margen del bloqueo mecánico se reduce progresivamente hasta que de repente se rompe. La única posible es la inspección periódica y la sustitución de las piezas en mal estado. Los márgenes disminuyen no solo por el desgaste de las superficies y aristas de los cerrojos, sino también por el desgaste de los acoplamientos y soportes. El control del estado de funcionamiento de las agujas se hace casi siempre visualmente y está, por lo tanto, sujeto a todas las imprecisiones debidas a las condiciones exteriores (condiciones atmosféricas, noche) y a los errores humanos. Los cerrojos eléctricos de las palancas mandados por los circuitos de corriente contínua de las agujas no se utilizan casi, puesto que la fuerza de desplazamiento ejercida manualmente no permite el control más que en una pequeña zona. Los cerrojos de palanca de este tipo tienen que ser pesados a causa de las fuerzas de desplazamiento incluso cuando actúan en los pasadores de bloqueo; están, pues, sujetos a un desgaste importante en el caso en que sean frecuentes los intentos de inversión.

La seguridad de la colocación de las agujas es consecuencia de la seguridad de su movimiento durante la maniobra de las palancas. Una parte de ella viene dada por el seguro de ruptura de cable. Citamos [6]: "El buen funcionamiento del bloqueo de ruptura del cable depende de los resortes que quedan tensos en permanencia y de la posibilidad de que las palancas de bloqueo giren fácilmente alrededor de su eje, lo que excluye la corrosión. La misión de los servicios de entretenimiento es conservar todos los equipos en estado de trabajo mediante controles frecuentes y engrase regular de los acoplamientos y de los cerrojos".

Si se maneja la aguja, se desbloquea la palanca puesto que se libera del acoplamiento la polea del cable. A partir de ese instante se desplaza el vástago de la palanca de bloqueo mecánico. En la palanca aparece una marca roja que señala una falta. De nuevo puede hacerse el acoplamiento mediante una palanca de reposición. Citemos de nuevo [6]: "El resorte del acoplamiento es mucho más importante que el resorte del cerrojo. Es ajustable de forma que la fuerza de acoplamiento sea variable. Si el resorte se tensase demasiado, no podría colocarse le aguja, en algunos casos; esta es la razón por la que se ajusta en fábrica la fuerza de acoplamiento a 85 Kg. y se refuerzan los tornillos con remaches".

Penzlin [7] da algunas informaciones sobre el entretenimiento y las causas de averías: "Cambiar los cables cuando por oxidación hayan perdido un milímetro de su diámetro los de 4 milímetros de diámetro y 1,5 mm. los de 5 mm. Cambiar los cables cuyo galvanizado haya desaparecido como consecuencia de los agentes atmosféricos o que estén oxidados en más de un 10 % de su superficie. Los cables muy expuestos a la oxidación deben engrasarse ligeramente en tiempo seco". Hay instrucciones detalladas que se refieren a las medidas que deben tomarse en caso de ruptura de los cables de una aguja. Se llama la atención sobre los fallos siguientes: ruptura del hilo o del cable, retorcimiento del cable, presencia de cuerpos extraños en los arrollamientos, equipo que necesita una fuerza de maniobra excesiva. El bloqueo mecánico debe ser completamente inspeccionado, comprobado y limpiado una vez al año. Debe cambiarse toda pieza usada de cerrojo o de rodamiento. Mediante calibres debe determinarse el desgaste tolerable. Cada tres meses deben comprobarse las palancas de las agujas. Todas las partes esenciales, como los resortes, deben desmontarse y comprobarse sus cotas anualmente.

En lo que se refiere al entretenimiento del bloqueo de itinerario, Penzlin considera que deberían hacerse anualmente las siguientes operaciones: limpieza, eliminación del aceite perdido, prueba de los resortes, determinación del juego del apretamiento y del frotamiento; control de la distancia reglamentaria de 0,5 a 1,0 mm. entre el pasador y la horquilla de bloqueo.

Para comprobar las tolerancias, se han hecho calibres de control. Para el cerrojo de bloqueo se han previsto galgas de distintos calibres "A" a "E".

El acoplamiento eléctrico de embrague electromecánico se utiliza para el establecimiento automático de señal con el contacto de vía que causa también la liberación de itinerario. Penzlin controla el acoplamiento de embrague cortando la corriente de acoplamiento. En el caso de señales con acoplamiento eléctrico, conviene engrasar el freno de brazo de la señal cada tres meses, y desmontar y limpiar completamente el freno de aire una vez al año. Cuando se interrumpe la corriente de acoplamiento, el brazo que está en "vía libre" debe descender libremente a los $^2/_3$ de su recorrido.

En forma general, no se toman en consideración, en los sistemas de enclavamiento mecánico los fallos de los circuitos. Así, el conductor que va al electroimán de acoplamiento no está protegido contra tensiones inducidas ni contactos accidentales con otros conductores. Por la concepción misma de los circuitos se consigue la protección contra la ruptura de los hilos. De esta forma el circuito de rail aislado está protegido contra los cortes de los conductores, pero no lo está, por ejemplo contra los contactos con otros hilos. No se toma ninguna medida de seguridad en los circuitos en sí.

2.2 Enclavamiento electromecánico

Aunque las fuerzas que se pueden ejercer con las pequeñas palancas de este sistema son mucho menores que en el caso de los sistemas mecánicos, es preciso señalar que tanto sus órganos de bloqueo como sus már-

genes son más débiles. En la cabina de bloqueo, cualquier disminución de la seguridad no puede comprobarse mas que mediante un examen periódico.

Los diversos enclavamientos mecánicos de las palancas de las agujas (cerrojo de armadura, conmutador de batería, electro de desprendimiento) y las palancas combinadas de ruta y de señal (cerrojos de palancas con sus dos puntos de bloqueo a 30 y 65° y el de 45°) exigen, para funcionar correctamente, no sólo que no haya desgaste, sino que además precisan un ajuste exacto del arco de contacto; la tolerancia en los contactos de la palanca no es en general mas que de 5°. En el sistema alemán de enclavamiento, el circuito de aguja fué el primero al que se dió una gran seguridad. También se estableció el primer control de seguridad para este circuito. El relé de control no permite la inversión completa de las agujas mas que cuando está desprendido. Puesto que cuando la palanca de aguja está accionada, no hay al principio mas que una sola alimentación negativa cortada por el contacto del conmutador de batería, el relé de detección no se desprende si hay una conexión no deseada con el polo negativo. Con el bloqueo de la palanca, cuando el relé de control está en posición de trabajo, se impide su movimiento y en consecuencia la maniobra de las agujas. Estas conexiones mecánicas necesitan un entretenimiento cuidadoso. Además de los controles periódicos de estos enclavamientos Penzlin [8] recomienda que las palancas de las agujas se limpien cada tres meses, (polvo, corrosión del metal), y que se controlen todas las posiciones de contacto.

Los fusibles de control y de mando deberán comprobarse haciendo pruebas de respuesta de elementos tomados al azar. Para los mecanismos de aguja, Penzlin recomienda una verificación mensual con ayuda de manivelas, y una vez al año un desmontaje completo con limpieza y sustitución eventual de las piezas desgastadas. Los contactos del aparato se examinarán dos veces al mes para detectar los signos de arcos y después de un millar de operaciones se limpiarán las escobillas del motor y se sustituirán las piezas defectuosas. Penzlin recomienda también los siguientes ensayos eléctricos. Cierre del conmutador de itinerario y de señal, e interrupción de todos los contactos en los circuitos de bloqueo de palanca para comprobar que el circuito está correcto.

Los aparatos de señales necesitan también un entretenimiento análogo. El fallo más grave es la falta de retorno de la señal a la posición de "parada". Si circula una corriente parásita por los conductores que van al acoplamiento, el brazo del semáforo no cae; sin embargo, también tiene que tenerse en cuenta un posible fallo mecánico en el acoplamiento eléctrico del brazo de la señal, que la pueda impedir volver a la posición de reposo. Esto a su vez, tendrá por consecuencia un "enclavamiento secuencial" en el que el restablecimiento de la señal de llegada depende de los aspectos previos de parada de la señal de salida.

Si examinamos los circuitos, comprobamos que no se ha tomado ninguna precaución en cuanto a sus fallos. El circuito de desprendimiento y el circuito del rail aislado no lleva consigo ninguna mejora con relación a las de los sistemas de enclavamiento mecánico, aunque las posibilidades de avería aumentan considerablemente con la longitud de los circuitos.

Las mejoras de los circuitos para aumentar la seguridad empezaron con el empleo de cable para las conexiones entre la cabina de mando y los equipos exteriores, tanto para los circuitos de las señales luminosas como para el circuito de aguja (debido a los numerosos riesgos graves).

Las señales luminosas se encienden mediante dos relés. Se temía, en efecto que un relé pudiera ser arrastrado manualmente inadvertidamente; si hay una tensión parásita en los hilos de conexión de uno de los relés, éste responde aunque la palanca no haya sido accionada. La protección se ha mejorado detectando el desprendimiento de los relés en los otros circuitos, por ejemplo en el circuito de liberación. Sin enbargo, si tal tensión parásita aparece en un hilo de una palanca accionada, y si el contacto de control de aguja está interrumpido, no solo esta palanca, sino también las otras seguirán excitadas. Por lo tanto no hay ninguna protección eficaz contra los fallos de los conductores en el sistema de enclavamiento. En el circuito de señal, se establecen igualmente protecciones contra los fallos de los cables, en particular, los contactos entre hilos de fijación de itinerario, y las inducciones de tensión en uno de los dos conductores. Cualquier contacto entre los hilos de retorno no sería

En lo que se refiere a los circuitos de aguja, se ha dado una indicación relativa a la seguridad en [1]. En ella se tienen en cuenta los siguientes defectos de los cables: ruptura, contactos entre hilos en los diferentes estados posibles, incluso entre dos agujas, cortocircuitos a tierra, corriente parásita (efecto del empleo de 34 V ó 136 V contínuos en el cable), falta de respuesta y de desprendimiento de uno de los tres relés. Esto no se refiere mas que a las uniones entre el mecanismo de palanca y el aparato.

2.3 Enclavamiento de relés

Puesto que en el sistema de enclavamiento mediante relés, no hay enlaces mútuos mecánicos que den seguridad ha sido preciso poner mucho más cuidado y gastar mucho más para tener seguridad en los dispositivos de conmutación. El circuito bipolar utilizado ordinariamente. no puede estar expuesto mas que a dos fallos particulares: llegada de una tensión por la izquierda y conexión falsa con una tensión negativa a la derecha del relé. Uno de estos fallos puede persistir hasta que se realice la condición de peligro como consecuencia de la aparición de la segunda falta. Por lo tanto la protección se hace mucho más segura comparada con la conmutación interna del enclavamiento electromecánico. Con la técnica geográfica se discutirá la seguridad del circuito de aguja que alcanza el grado de seguridad apropiado a esta técnica.

La combinación de bloqueo de itinerario y de conexión de la palanca de señal (Fig. 2) lleva consigo el empleo de circuitos bipolares para los órganos de bloqueo aunque hayan sido introducidos solamente para proteger las

palancas de las señales. Se encuentra aquí el punto débil de los circuitos bipolares que ya habiamos mencionado, es decir, que todas las faltas no son perceptibles en el sentido estricto del término, lo que significa que no hay seguridad completa. Además, cuando hay bloqueo debido a un fallo, también se excitan los relés de las señales. A pesar de los ahorros de contactos, sería más conveniente organizar el bloqueo y los relés de señales en circuitos separados.

2.4 Sistema geográfico

Los circuitos del sistema geográfico han sido determinados con mucho más cuidado, ya que han sido estudiados de una vez para siempre, sin adaptación ulterior a las diferentes configuraciones de mando. Cada circuito individual lleva consigo el establecimiento de un amplio índice de seguridad.

Aunque los circuitos de búsqueda de itinerario (Fig. 3) no son más que circuitos sencillos de interconexión entre los pulsadores de entrada y de salida, incluso aquí, gracias a la disposición geográfica, los errores de conmutación se hacen perceptibles por las perturbaciones introducidas en el funcionamiento.

La seguridad de los circuitos de aguja es muy importante. Desplazamientos inadmisibles de las agujas pueden comprometer la seguridad de los trenes. Para el circuito de aguja (Fig. 1) así como para todos los circuitos de este sistema, se ha establecido y examinado por la administración de los Ferrocarriles Federales Alemanes, antes de la aprobación del circuito, un importante repertorio de verificaciones de seguridad. Las verificaciones de seguridad se han extendido de forma que cubran los errores siguientes:

- los relés que no estuvieran convenientemente protegidos podrían mandarse manualmente por inadvertencia;
- relés que no se desprenden o que no responden;
- contactos que no se cierran en los equipos de conmutación y en el aparato;
- tensiones parásitas en las conexiones de los conjuntos de relés:
- cortes o cortocircuitos debidos a resistencias, diodos, transformadores y condensadores.

La prueba de falta de desprendimiento o de respuesta de los relés tiene por objeto impedir que respondan o se desprendan los relés sucesivos o que se establezcan los circuitos de colocación de agujas.

Los otros tipos de interferencias impiden que los relés sucesivos respondan e incluso, en casos raros, que se desprendan. En algunos casos de avería, generalmente por la aparición de un potencial negativo (cortocircuito a tierra en el caso de un sistema con retorno por tierra) se funde un fusible.

El índice de seguridad para el circuito de aguja tiene 113 páginas, que indican en forma de cuadros los efectos de 310 tipos de averías. Entre éstas sólamente 15 causan la destrucción de un fusible en el circuito de aguja en cuestión; otros 4 provocan la destrucción del fusible por la tensión extraña que interfiere con el circuito. Entre los fallos considerados, 15 son debidos al no despren-

dimiento y 15 a la no respuesta de un relé. En consecuencia, 280 de los fallos estudiados se refieren a los conductores o a componentes que no son los relés.

El considerable aumento obtenido en la seguridad con los circuitos geográficos (Spurplan) se demuestra claramente en los circuitos de colocación de señal (Fig. 5 y 6). Todos los enclavamientos están duplicados en dos circuitos separados. A este fin, los circuitos son de polaridades opuestas de forma que cualquier fallo se hace perceptible inmediatamente en funcionamiento restringido. Sin embargo, los circuitos de las señales luminosas presentan una seguridad mucho mayor. El relé de control verifica que el circuito de liberación está libre no solo de cortocircuitos sino también de tensiones parásitas. Cada vez que se pone una señal en posición de libre, se comprueba que la luz roja de emergencia está dispuesta. El que esta luz roja se apague por medio del relé CAT asegura que esta luz no se apaga mas que como consecuencia de la luz que indica la libertad del itinerario.

3. Comparación de los niveles de seguridad

A lo largo de los setenta primeros años del desarrollo de los sistemas de señalización de ferrocarriles, se ha aumentado gradualmente la seguridad gracias a que han ido revelándose los puntos débiles y con la experiencia obtenida al estudiar las causas de los accidentes. En los treinta años siguientes, los estudios se han dirigido a un servicio más rápido y más racional (sin que en ningún caso se desprecien las condiciones de seguridad) y en consecuencia hay una tendencia a las estructuras cada vez más ligeras.

La idea inicial de conseguir la seguridad mediante estructuras pesadas se ha visto que es impracticable. El empleo de elementos pesados que tengan que desplazarse implica, como consecuencia, un gran desgaste de estos elementos móviles. Por esta razón es esencial un mantenimiento minucioso. Deben hacerse a intervalos regulares comprobaciones del estado de desgaste para localizar y sustituir las pieza usadas antes de que se alcancen los límites de seguridad.

La seguridad del sistema de enclavamiento mecánico y la de los enclavamientos mecánicos del sistema electromecánico descansa en un mantenimiento minucioso y puntual.

Otra de las tendencias seguidas en la concepción de los sistemas, consiste en contar cada vez menos con el elemento humano para la seguridad. Para sustituir la liberación de vía, hecha visualmente, se han creado sistemas de repetidores automáticos de vía. Para la liberación de itinerario y para la indicación de vía libre, la participación del tren sustituye el funcionamiento manual, etc. La multiplicación y la simplificación de tales medidas no han sido mas que la consecuencia de fallos graves del factor humano.

La seguridad no debe depender del factor humano y debe conseguirse con medios automáticos.

No es pues justificable hacer depender la seguridad de la regularidad de las inspecciones y del trabajo de mantenimiento.

La seguridad debe estar garantizada por el propio

equipo de enclavamiento. Los fallos que se presenten en un equipo no deben implicar mas que la imposibilidad de hacer la operación deseada, (por ejemplo, que las señales y las agujas no puedan accionarse), pero debe poderse hacer cualquier otra maniobra.

Para reducir lo más posible las fuerzas que intervienen, y en consecuencia el desgaste del equipo, se utilizan palancas pequeñas (lo cual ha sido posible con la introducción del sistema electromecánico de enclavamiento); pero al mismo tiempo, las dimensiones de los órganos de enclavamiento y, en consecuencia, los márgenes de seguridad se redujeron a un punto tal que el grado de seguridad de estos órganos mecánicos no se mejoró considerablemente. A medida que los sistemas de enclavamiento adquirieron una mayor extensión, como en el caso del sistema de enclavamiento de varias filas, la seguridad se redujo, de hecho, por las nuevas disminuciones de márgenes de tolerancia de los mecanismos de enclavamiento.

En los sistemas electromecánicos de enclavamiento, se utilizan mucho los electroimanes de bloqueo. Su circuito de mando depende de contactos situados en otros órganos, pero sus armaduras actúan mecánicamente sobre el sistema de enclavamiento. Cuando la técnica magnética estaba en sus principios fué preciso acumular mucha experiencia y evaluar los resultados en forma constructiva a medida que pasaba el tiempo. Sólo de esta forma puede comprenderse el temor que se tenía al no desprendimiento, a causa de la remanencia, de los electros cuya alimentación se cortaba; por otra parte se emprendieron ensayos para introducir una protección por medio del "bloqueo de la armadura". Cuando se cambian las palancas de posición, se corta el circuito de alimentación del relé y, por medio de un sensor de armadura, se impide todo cambio ulterior de posición en el caso de que no caiga la armadura. Además en los antiguos relés de señales era necesario contar con el desgaste de los cojinetes y con las armaduras que se "pegaban".

El antiguo temor a la no-respuesta, por la remanencia de los electroimanes cuya excitación se ha cortado, ha desaparecido gracias a las técnicas científicas modernas introducidas en el campo de los relés.

El sistema de enclavamiento está conectado, mediante cables conductores, a los órganos exteriores (agujas, aparatos de señalización, etc.). Estos cables resultaban dañados cuando se hacían trabajos de diferentes naturalezas en la superestructura, siendo estos daños principalmente cortes de los conductores y cortocircuitos. Por esta razón se tomaron medidas para tener seguridad incluso con los cables averiados. Se aplicó el principio de que en el caso de fallos, los relés debían impedir la continuación del desarrollo de las operaciones, tanto si estaban excitados como si estaban en posición de reposo.

La verificación de la respuesta o del desprendimiento de los relés se hace ahora para prevenir los fallos de los conductores eléctricos y no por desconfianza hacia la seguridad de los relés.

A causa de su precio no se aplican casi nunca medidas de seguridad tales como el empleo de circuitos

bipolares en el cableado interno de los sistemas de enclavamiento electromecánico. Normalmente no se toman en consideración los fallos en las conducciones eléctricas en los equipos de enclavamiento, aunque de ello pueda derivarse un peligro.

En un sistema de enclavamiento de relés es esencial disponer de relés seguros. Para detectar los fallos de los conductores, el relé, en el caso de una excitación debida a una avería, debe transmitir esta condición a un tercer circuito, mediante otro contacto, que impide la sucesión de las operaciones previstas. Esto exige que los contactos de las dos condiciones de los relés (excitado y sin excitar) no puedan estar cerrados simultáneamente. Esta propiedad del relé de señal es conocida con el nombre de "mando obligatorio". Esta expresión no significa que haya un acoplamiento común de los contactos con la armadura.

Los relés de las señales deben estar concebidos de forma que todos los contactos de la condición opuesta estén abiertos en tanto que un contacto de la otra condición esté cerrado.

Cuando se introdujeron los sistemas de enclavamiento de relés, se hicieron más seguros los circuitos incluso en el interior del sistema. Los circuitos bipolares fueron utilizados normalmente. Se estudió sistemáticamente el grado de seguridad de los diferentes dispositivos de conmutación [9]. Aunque el circuito bipolar no sea totalmente satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad, se ha utilizado ampliamente a causa de su sencillez, a pesar de su coste relativamente elevado.

Además, se han tomado medidas de seguridad en los sistemas de enclavamiento de relés para proteger los circuitos de conmutación.

En el sistema de enclavamiento electromecánico, por ejemplo, una parte considerable de los órganos de seguridad de enclavamiento está desconectada cuando aparece una conexión transversal involuntaria entre el conductor y los cerrojos de las palancas. En el enclavamiento de relés, estos riesgos, resultantes de averías simples, no existen gracias a los circuitos de seguridad.

El sistema geográfico de enclavamiento es la forma más completa de los sistemas de enclavamiento de relés conocidos hasta la fecha. Su ventaja más evidente desde el punto de vista de la seguridad, consiste en el empleo de cables geográficos normalizados, fabricados y comprobados en fábrica. Los hilos tienen una disposición uniforme y de acuerdo con las funciones asignadas, lo que elimina el riesgo de error debido a la intervención humana. Sin embargo, es bien conocido que las averías de las uniones conductoras son más frecuentes cuando se introducen modificaciones en sistemas de interconexión, y estos últimos deben cablearse individualmente sobre el terreno. Cuando se modifica el sistema, la experiencia ha demostrado que pueden producirse averías por la no supresión de hilos inútiles y estas averías son, a menudo, indetectables incluso por control eléctrico del nuevo circuito. Esto no puede producirse con los sistemas geográficos de enclavamiento, puesto que se quitan todos los hilos cuando se desmontan los cables geográ-

ficos antíguos. No obstante, deben guitarse las conexiones antíguas antes de que se conecten los cables nuevos.

El enclavamiento geográfico ofrece una seguridad absoluta con relación a las conexiones erróneas, aunque se introduza una modificación en el sistema.

Al ser determinados los circuitos de los sistemas geográficos de enclavamiento de una vez para siempre, y como se pueden utilizar en un número ilimitado de agujas, se puede cuidar mucho más y hacer gastos más importantes en su estudio y control, tanto para el fabricante, como para los ferrocarriles alemanes, mucho más de lo que se podría hacer y resultaría económico en los sistemas de enclavamiento de relés instalados individualmente. Una comparación de los tipos de circuitos correspondientes lo confirmará. Además, al tener las averías efectos' limitados, se puede decir que este circuito ofrece una seguridad prácticamente total.

El sistema geográfico ha hecho posible, utilizando circuitos seguros, calculados cuidadosamente y de la más alta calidad, un aumento de la seguridad hasta un nivel irrealizable hasta la fecha.

El circuito bipolar de seguridad está constituído por circuitos totalmente independientes, algunas veces con polaridades opuestas, como en el caso de los circuitos de mando de las señales de los sistemas geográficos, lo que ofrece un grado de seguridad no igualado por los otros sistemas de enclavamiento. Se puede decir que el sistema geográfico fué el primero que permitió disponer todos los circuitos de seguridad del sistema de enclavamiento en forma de conjuntos de relés intercambiables, cableados y controlados en fábrica lo que evita errores de cableado en estos equipos.

Partiendo de lo que antecede, se puede afirmar que el sistema geográfico de enclavamiento, además de las ventajas conocidas debidas a su modo de funcionamiento y a su precio ventajoso, es también el sistema más seguro de los conocidos actualmente.

- [1] Wilh. Schmitz: Die Einheitsweichenschaltung der Deutschen Reichsbahn, Das Stellwerk, números 15 y 16 de 1938.
- [2] Wilh. Schmitz: Die neue Abhängigkeitsschaltung für elektrische Stell-
- ter with Schmitz: Die neue Abrangigkeitschaftung für elektrische Steirwerke, Verlag Dr. Tetzlaff, 1942, Berlin.
 [3] Wilh. Schmitz: Die Entwicklung der Lichttagessignale seit dem Jahre 1928, Das Stellwerk, 1937, no. 14.
- [4] Wilh. Schmitz: Fahrstraßenstellung, Signal und Draht, 1965, números 1 y 2. [5] Wilh. Schmitz: Spurplantechnik, Elektrisches Nachrichtenwesen, 1964, Val. 39, no. 3.
- [6] Buddenberg: Mechanische Sicherungsanlagen, Vol. 1, 1948, Schiele & Schon,
- [7] Penzlin: Die Unterhaltungsarbeiten und Störungsbeseitigungen an Stellwerksanlagen, Part. 1, Mechanische Stellwerksanlagen, 2a. edición 1927, H.-Apitz-Verlag, Berlin.
- [8] Penzlin: Die Unterhaltungsarbeiten und Störungsbeseitigungen an Stellwerksanlagen, Part. 2, Kraftstellwerksanlagen, 2a. edición 1929, H.-Apitz-Verlag, Berlin.
- [9] Wilh. Schmitz: Das Entwerfen und die Beurteilung von Schaltungen, 1953, Dr. A. Tetzlaff Verlag, Francfort sobre el Main.

W. Schmitz nació en Honnef sobre el Rin el 4 de Abril de 1902. Hizo sus estudios en la "Technische Hochschule" de Hanovre y de Aix la Chapelle, y obtuvo en 1926 su diploma de ingeniero. Recibió el título de Doctor-Ingeniero por la "Technische Hochschule" de Berlin-Charlottenburg en 1932, y más tarde fué nombrado maître de conférences en 1939.

Empezó a trabajar en Siemens und Halske en 1927 en la que trabajó en conmutación automática en las vías de clasificación. En 1930 fué transferido al departamento de señalización manual y en 1934 al de los Sistemas Eléctricos de Enclavamiento. Nombrado "Oberingenieur" en 1935 se hizo cargo de la dirección del Departamento en 1937.

Entró en Standard Elektrik Lorenz en 1940 en la que actualmente es Jefe del Departamento de Señalización Ferroviaria.

El Dr. Schmitz es conocido en Alemania y en el extranjero por la publicación de numerosos inventos y obras.

Nuevas realizaciones

Billetes de vuelo por tubos neumáticos.

A fines de Abril fué inaugurado el nuevo aeropuerto de Schiphol cerca de Amsterdam, por la Reina Juliana de Holanda. Se clasifica entre los mayores y más modernos aeropuertos del mundo.

Para asegurar una comunicación rápida y de confianza entre los distintos servicios, se ha instalado un sistema de transporte por tubos neumáticos, completamente automático. Está gobernado por dispositivos magnéticos y es capaz de dar servicio a 80 estaciones. La longitud total de tubos es de 7.000 metros, siendo uno de los mayores sistemas de tubos neumáticos, instalados hasta ahora, para enviar documentos y otros mensajes.

La planta, que por el momento está conectada a 46 esta-

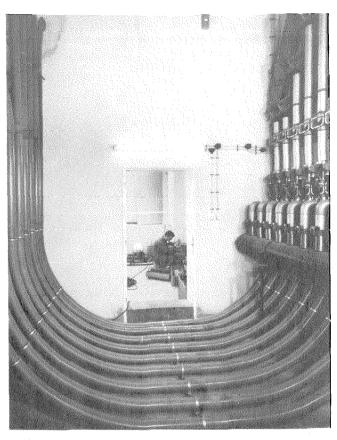


Fig. 1 Tubos receptores de la central automática de selección.

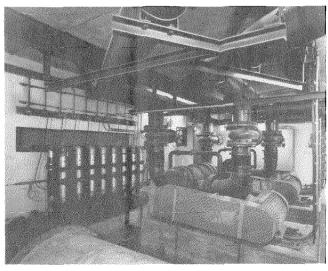


Fig. 2 La sala de máquinas.

ciones, se suministró por Standard Elektrik Lorenz AG y ha sido instalada por Nederlandsche Standard Electric Maatschappij N.V.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart Standard Electric Maatschappij N. V., La Haya

Automatización de servicios postales.

Standard Elektrik Lorenz AG, ha recibido un pedido de la Administración de Correos de Dinamarca para la instalación en Copenhague de una planta de clasificación de cartas sobre la base de pruebas reales.

En la planta se incluye una serie de partes complementarias, que son principalmente, una sección de alimentación automática de cartas, 15 mesas de codificación donde se estampa el número postal del destino en forma codificada sobre cada carta, una sección de clasificación por rutas y finalmente, una máquina de clasificación de cartas entre 100 casilleros de selección. Esta máquina, construída en forma modular, es capaz de procesar 21.000 cartas por hora. El desarrollo de esta máquina de clasificación se ha terminado hace pocos meses, completando el programa de SEL para la automatización de los servicios postales en un sistema completamente autónomo.

Una máquina de clasificación del mismo tipo está en pruebas en Wiesbaden y se indicó en una noticia anterior publicada en el volumen 42, número 3.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

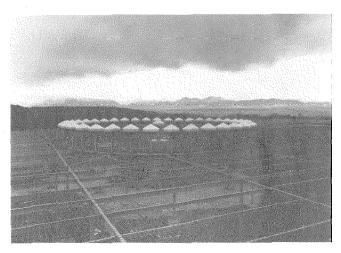
Radiofaro omnidireccional de VHF Doppler (D-VOR) en Salzburgo.

Después de una prueba satisfactoria de varios meses ha sido puesto en servicio un radiofaro de alineación omnidireccional de VHF, pedido por el Ministerio austriaco de aviación civil (Bundesamt für Zivilluftfahrt), en Pantaleón cerca de Salzburgo. Además del bien conocido método VOR, el sistema incorpora el principio Doppler. De ésto resulta una indicación de curso extraordinariamente constante aun para vuelos sobre regiones muy escarpadas, tales como existen en zonas montañosas. El sistema de SEL Doppler-VOR transmite la señal de fase variable de 30 Hz modulando en frecuencia una subportadora de 9.960 Hz por medio de 39 elementos de antena dispuestos en un círculo de 13 metros de diámetro, que se conectan sucesivamente al transmisor por un conmutador electrónico. De este modo se forma la imagen de un emisor móvil, donde la señal emitida se modula en frecuencia por el efecto Doppler.

Las pruebas de vuelos realizadas por las autoridades de Austria en las rutas aéreas con direcciones Norte-Sur y Este-Oeste dieron extraordinariamente buenos resultados comparados con un VOR convencional en el mismo emplazamiento. El nuevo equipo Doppler-Vor hace posible el vuelo con piloto automático aún sobre montañas.

SEL instala un sistema similar cerca de Frankfurt-on-Main y tiene más pedidos en mano.

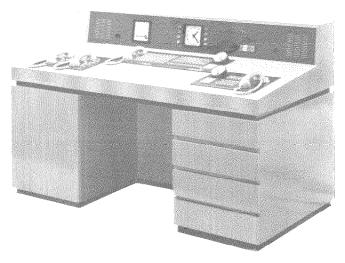
Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart



Fied de antenas del radiofaro omnidireccional de efecto Doppler, cerca de Salzburgo.

Sistema de telecomunicación de la federal de autovías.

En 1957 se suministró al ministerio federal de transporte de Alemania, el primer sistema de conmutación basado en la técnica de barras cruzadas, con teclados de botón operados en forma manual, para las comunicaciones entre conservación de autovías, estaciones de emergencia, oficinas administrativas de



Posición de conmutación en la central de la autovia.

supervisión, estaciones de suministro y puestos de policia próximos.

La densidad del tráfico, que crece fuertemente, y la consiguiente extensión de la real federal de autovías, hace necesario modernizar este sistema de comunicación para cumplir las necesidades futuras de facilidades de comunicación, proporcionando mayor capacidad de líneas, nuevas modalidades y operación simplificada. En colaboración con el ministerio federal de transportes, se ha dispuesto un nuevo sistema de telecomunicación que, aparte de un núcleo constituído por medios de conmutación con control manual de teclado, para batería central y local, incluye una centralita automática (PABX) de barras cruzadas del tipo Citomat, con dos circuitos de conexión, diez líneas y dos enlaces, un circuito de conmutación operado por la voz a los puestos telefónicos a lo largo de la autovía y un circuito transmisor-receptor de radio en VHF. Los equipos de conmutación para todos los circuitos están en una simple mesa.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

Transmisores de televisión para las bandas IV/V.

Los nuevos transmisores de televisión para las bandas IV/V construídos por Standard Elektrik Lorenz AG, operan con potencias de 2/0,4, 10/2 y 40/8 Kw. Han tenido en cuenta el estado actual de la técnica de semiconductores y están de acuerdo con las recomendaciones del CCIR y del IEC. Los transmisores de video son capaces de manejar programas en color y son adecuados para los sistemas PAL, SECAM y NTSC. Pueden conectarse a un suministro de fuerza distante y actuan no atendidos, por control remoto. El diseño es en unidades modulares haciendo muy facil la ampliación de una estación transmisora por medio de unidades activas o pasivas.

Se han empleado sólo transistores y diodos de silicio, debido a la alta confiabilidad y facilidad de conservación, excepto en los pasos de salida que utilizan amplificadores de onda progresiva y klystrons.

Este equipo, es el primero aceptado por los clientes, ha sido ordenado por la Dirección de Telecomunicaciones de Suecia.

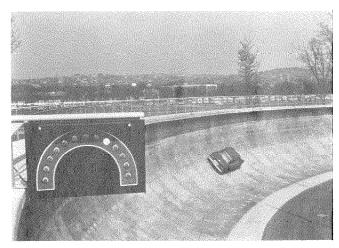
Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

La electrónica da seguridad en las "curvas más inclinadas del mundo".

A principios de Mayo de este año, Daimler Benz AG de Stuttgart, ha puesto en servicio una nueva pista de pruebas. El espacio limitado disponible en un terreno de 1.500×150 m. hace necesario construir una curva peraltada, para conducir los coches a toda velocidad en rectas relativamente cortas.

Puesto que, cuando está metido en la curva, el conductor, tiene una visión muy limitada de la carretera delante, se han incorporado detectores en bucle electrónicos fabricados por Standard Elektrik Lorenz AG. Estos dan al conductor una indicación óptica del estado de la carretera antes de entrar en la curva. Bucles de inducción están dispuestos en la pista en la curva y extremo posterior. Un contador electrónico de suma — y — diferencia, del tipo empleado en ferrocarriles, comprueba los impulsos recibidos. Cuadros de señales a la entrada y mitad de camino de la curva indican el estado del tráfico. Desde una torre de control se pueden observar y controlar todos los procesos y contiene a escala una simulación de la pista de pruebas; lámparas de señalización dan una exacta idea de la situación en la curva en cualquier momento.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart



Vista de la curva con el panel indicador.

Primer conmutador electrónico tipo 67 de barras cruzadas, en Austria.

La primera central telefónica de barras cruzadas tipo 67 está ahora en completa operación en Schwadorf cerca de Viena, en Austria. Desarrollada por Standard Telephon und Telegraphen AG, el sistema de barras tipo 67 incorpora todas las formas modernas como marcado por teclado, identificación de abonado, servicio rápido y conservación económica.

La nueva central pública con 800 líneas de capacidad, está controlada por registrador y emplea componentes modernos y de confianza bien conocidos en la red telefónica austriaca, como los conmutadores de barras KS 55 contadores magnéticos ZM 53, y relés planos y cilíndricos con unos circuitos completamente nuevos.

El sistema de barras 67 representa la nueva generación de sistemas austriacos desarrollados por STT de Viena, la cual introdujo hace diez años la técnica de barras cruzadas en Austria.

Standard Telephon und Telegraphen AG, Viena

Gran centralita de barras cruzadas para "UNIDO".

Una gran centralita de barras cruzadas con 80 líneas a la ciudad y 700 extensiones, se ha pedido por la (UNIDO) United Nations Industrial Development Organization que establecerá en Viena su casa central. Esta centralita se instaló y entregó por Standard Telephon und Telegraphen AG, poniéndose en servicio el 3 de Julio de 1967.

Esta moderna centralita se equipa con discado de tránsito a las extensiones y manteniendo todas las ventajas del sistema de barras cruzadas, como rapidez en el servicio, flexibilidad y conservación muy económica.

Standard Telephon und Telegraphen AG, Viena

Receptor con seguimiento automático.

Este sistema entregado recientemente al centro técnico de la SHAPE en La Haya, Holanda, está intentando para dirigir, en la modalidad de persecución automática, los lóbulos de antena del primer terminal de tierra de la NATO que tiene que operar juntamente con la red de U.S. Interim Defense Communication Satellite. El sistema se empleará principalmente para investigación avanzada en la fase de experimentación comprendida en el programa; en relación con éste, exhibirá sus sobresalientes posibilidades para encontrar y perseguir satélites en la investigación militar de la serie del LES (Lincoln Experimental Satellite), en una órbita casi síncrona. El empleo de técnicas sofisticadas de extensión del umbral, implicando bucles de bloqueo de fase de tercer orden junto con una estrecha amplitud de banda del ruido equivalente y de conceptos avanzados en la busca y obtención de frecuencias, han proporcionado una valiosa herramienta para explorar los límites de las posibilidades de la comunicación por satélites combinando el empleo de la baja potencia radiada en la órbita con el moderado tamaño de los terminales de tierra.

Bell Telephone Manufacturing Co., Amberes

Estación transportable de persecución y guía.

La primera colocación europea en órbita, de una carga activa lanzada por un propulsor ELDO será completamente observada y guiada en tiempo real, por un equipo de seguimiento y mando montado en un remolque. El sistema mide posición angular y velocidades, determina cosenos, ángulo de inclinación y alcance, por medio onda continua coherente originada en el espacio por un transmisor de réplica de banda L. La organización general del sistema consta de un medidor de interferencias de pequeño margen, que dispone de cinco antenas parabólicas, de 14 pies de diámetro, dirigidas por una antena principal de persecución de lóbulos simultáneos. En el remolque están dispuestos los receptores de seguimiento, receptores de medida de interferencias, equipos de proceso de datos digitales asociados y de observación. Los datos de seguimiento en forma de 3 componentes vectoriales de posición y 3 de velocidad, alimentan un computador de guía de tiempo real que envía los vectores encontrados y manda al vehículo propulsor la terminación encontrada. La exactitud total del sistema es del orden de 50 m. en posición y 5 m./s. para la velocidad en cada muestra medida de una trayectoria ayudada, con variaciones en el tiempo de 2 segundos, aproximadamente.

El sistema es completamente original en su concepción y es el resultado de una extensa cooperación de Bell Telephone Manufacturing Co. de Amberes con otras organizaciones belgas como Manufacture Belge de Lamps et de Materiel Electronique y ACEC (Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi).

La estación transportable de persecución y guía está operando completamente en la localidad de Gove (territorio norte de Australia) y se ha experimentado totalmente con la prueba del F 6/1 suborbital, estando pendiente la primera prueba orbital programada para Junio de 1968.

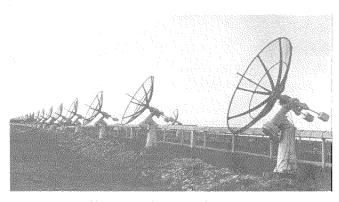
Bell Telephone Manufacturing Co., Amberes

Sistema de medida de radio interferencias para astronomía solar y galáxica.

Se ha desarrollado un poderoso radiotelescopio de síntesis de apertura y está en instalación en el centro belga de radioastronomía de Human-Rochefort, perteneciente al Real Observatorio de Bélgica. El sistema emplea 48 antenas, cada una de 16 pies de diámetro distribuídas sobre líneas de base ortogonales en forma asimétrica, que genera un haz-trazador con potencia mitad para una amplitud del arco de 3 minutos. Asociado con cada antena hay un receptor ultrasensible y un dispositivo de combinación de señal suministra dos formas de operación: un modo, de exploración solar, por el cual la superficie del sol es explorada secuencialmente como en un tubo de imagen de TV, por el haz trazador, y otro de "perforación" que consiste en medir la intensidad de radiación para cada punto haciendo el mapa. En el modo de exploración solar, el proceso de la señal permite el examen visual sobre una pantalla de televisión de la radiofotografía" del sol, permitiendo la comparación directa y

correspondencia con la imagen óptica tomada por la cámara montada en un ecuatorial. Este sistema original y único, ha sido concebido por el profesor Coutrez del Real Observatorio de Bélgica, habiendo sido encomendada a Bell Telephone Manufacturing Co., la ingeniería y fabricación. Ha sido casi acabada la instalación del sistema en vista de que la explotación real se ha programado para finales de 1967.

Bell Telephone Manufacturing Co., Amberes



Vista parcial del sistema de antenas.

Sistemas multiplex para 2.700/1.800 canales. Equipo de grupo terciario (Mastergroup) y cuaternario (Supermastergroup).

El equipo completo para un sistema de 2.700/1.800 canales, de grupos terciarios y cuaternarios, incluyendo suministros de portadoras, se monta en un bastidor de 520 mm. de ancho y 2.700 mm. de altura en el tipo ISEP (práctica de equipos de ITT, International Standard Equipment). El control automático de ganancia para los pilotos de referencia de los grupos terciarios y cuaternarios, está incluídos en los subensambles respectivos. La alimentación y suministro de portadoras están duplicados con conmutación automática. En un bastidor separado se montan los osciladores de alta estabilidad (5 partes en 108) y la generación de frecuencias básicas. Se han fabricado para Méjico varios sistemas de 1.800 canales.

Bell Telephone Manufacturing Co., Amberes

Central automática electrónica de conmutación de mensajes en el aeropuerto de Orly.

El 23 de Mayo de 1963, la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques (CGCT) ha abierto, por pedido del departamento de navegación aérea, un centro de conmutación automática de mensajes, conectado a la red permanente de comunicaciones aeronáuticas. Reemplaza al centro también instalado por CGCT en 1960.

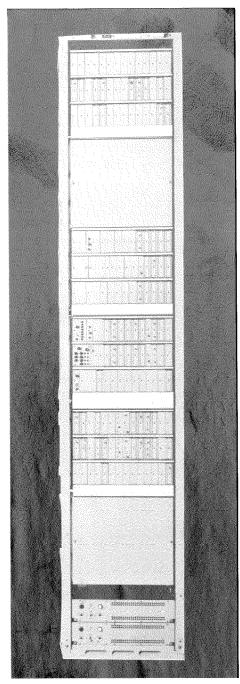
La confianza en el funcionamiento del nuevo sistema "DS 66.3" era tal que la totalidad de las líneas de enlace se puso en servicio inmediatamente. El éxito fué como se esperaba.

Este centro electrónico es el segundo de este tipo y sigue al centro diseñado para Air-France en 1966. Una descripción de las características principales de este sistema se ha publicado en Electrical Communication Vol. 42, nº. 1.

Para obtener una seguridad de operación casi absoluta, la nueva instalación incluye la duplicación del equipo de retransmisión con conmutación automática de un equipo a otro. Las posibilidades del equipo se han probado por un año de utilización en la red de Air-France.

Desde que se puso en servicio este centro equipado para 100 líneas duplex, ha manejado un tráfico medio de unos 31.000 mensajes. Los procedimientos usados están de acuerdo con las recomendaciones de la ICAO (International Civil Aviation Organization). Las novedades incluídas sobre el centro de Air-France son las siguientes:

- utilización para el registro diario de dos teletipos de gran velocidad, que imprimen 300 líneas por minuto (una máquina en la línea y otra de emergencia);
- una posición de supervisión rediseñada de tal modo que se obtenga une presentación de acuerdo con las necesidades;



Bastidor para grupos terciario y cuaternario de un sistema.

 un registro temporal correspondiente a una hora de ocupación de tráfico empleando un tambor magnético con mayor capacidad.

La recuperación del mensaje y repetición, se efectúa por una operación muy sencilla en un tiempo muy corto.

Todo hace confiar que la nueva instalación del aeropuerto de Orly confirmará las condiciones de seguridad, ahorro, conservación y operación ya experimentadas por un año de funcionamiento en la central de Air-France y que son particulares del sistema "DS 66.3".

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, Francia

Simulador de tanque "AMX 30".

Del mismo modo que el piloto de un avión de combate o de transporte, los conductores de tanques tienen sus propios problemas que requieren un buen entrenamiento. Después de muchas discusiones técnicas con el Ejército Francés, Le Matériel Téléphonique ha firmado la primera parte (ingeniería) de un

contrato para construir un prototipo y fabricar cinco simuladores para entrenamiento del nuevo tanque francés AMX 30. La larga experiencia de LMT en simuladores de vuelo hace posible esta nueva operación. El simulador de tanque estará equipado con una cámara de televisión en circuito cerrado, con la alta definición de 1.000 líneas, simulando la conducción del vehículo por el entrenado a través de varias millas de carretera y de campo, salvando cunetas, estancamientos y otros obstáculos y conduciendo alrededor de casas e iglesias de los pueblos. El conjunto del simulador está instalado en una plataforma cuyo movimiento se produce hidraulicamente, controlado por un computador y que tiene en cuenta el estado local y declive del terreno detectado por un dispositivo que examina la marcha a través de un modelo a escala 300:1, acompañado por el ojo de una cámara de TV.

Le Matériel Téléphonique, Francia

Central telefónica Pentaconta de Como.

Una nueva central telefónica Pentaconta en Como, Italia, sustituirá la antigua central rotary 7-A de 7.800 abonados a la que se había agregado una unidad de 5.000 abonados.

La nueva instalación tendrá una capacidad inicial de 14.000 abonados, 600 enlaces locales y más de 1.000 enlaces interurbanos. La capacidad final será de 30.000 abonados y 3.000 enlaces.

Colocada en el centro de la población está conectada a dos centrales urbanas con 8.700 abonados y 9 centrales rurales con un total de 2.200 abonados. Debe utilizar las mismas plantas que los antiguos equipos rotary haciéndose una sustitución gradual de ellos por los nuevos.

Como, al Norte de Milán, es muy conocida por su turismo y su industria. Tiene 150.000 habitantes.

Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche Standard, Milán

Tubos de onda progresiva de alta potencia.

El tubo de ondas progresivas W 45 B/5 E que trabaja en la banda de frecuencias de 470 á 960 MHz, proporciona 200 watios para los transmisores de la bandas IV y V ó 50 watios para traslación común de visión y sonido. Puede también emplearse para operación por impulsos proporcionando hasta 500 watios para un ciclo de trabajo de 10 %.

Dos características importantes del W 45 B/5 E son la conmutación simultánea de todos los suministros de fuerza incluídos los filamentos y el bajo campo magnético exterior de la montura del imán permanente.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido.

Orden de Sudamérica para una central.

La Empresa Municipal de Cali (EMCALI) de Sudamérica, ha pasado un pedido de equipo de conmutación telefónica automática "paso a paso" para ampliar diez centrales existentes en Cali en Cento, San Fernando, Versalles, Versalles satélite, Limonar y Guabito.

La red actual de Cali tiene 51.800 líneas y con el nuevo equipo se ampliará a 73.900.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Más órdenes para centrales de barras cruzadas.

El B. P. O. ha pasado una orden para la serie de centrales telefónicas de barras cruzadas Pentaconta, que forman parte del plan de extensión de facilidades para marcar a distancia entre abonados. Se han planeado cuarenta centros de tránsito en el Reino Unido en los próximos años. Son inmediatos los centros de Belfast, Bristol, Cambridge, Chester, Edimburgo, Glasgow, Inverness y Sheffield.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Producción en gran escala de circuitos de película delgada.

Se espera que el programa inicial de 500.000 circuitos de película delgada, se amplie a seis millones en 1972 en la factoria de Paignton.

Nuevas realizaciones

Los componentes pasivos básicos, resistencias, capacidades e inductancias se producen por un proceso de impresión secuencial de capas sobre substratos cerámicos. Las tintas empleadas en la impresión tienen propiedades conductoras, resistivas o dieléctricas y posteriormente se endurecen por calentamiento. Se emplea posteriormente un vidriado.

Los componentes se pueden ajustar con muy estrechas tolerancias, por desgaste con un chorro de polvo de aluminio con alta presión. Las áreas conductoras se sueldan al final para filación de los hilos de conexión.

La vitrificación final es satisfactoria para aplicaciones tropicales, pero para aplicaciones militares los circuitos se protegen por encapsulado. Las tolerancias para resistencias son más o menos, 1, 15 ó 20 por ciento. Para capacidades, más o menos 20 %.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Sistema de conmutación de mensajes para el aeropuerto de Irlanda.

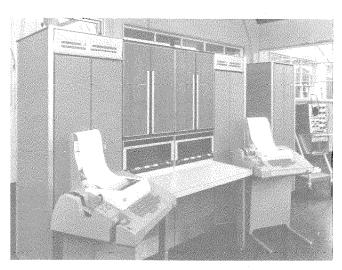
El Ministro irlandés de transporte, fuerza, correos y telégrafos, inauguró oficialmente el 15 de Mayo el sistema de conmutación de mensajes, basado en computadores para AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunications Network) para trabajar en el Shannon Aeradio Telecommunications Centre, en Irlanda.

El equipo, un sistema doble 6300 ADX de Standard Telephones and Cables, conmuta automaticamente los mensajes aeronáuticos, en la forma correcta ICAO, con alta velocidad y en orden de prioridad a las varias posiciones locales e internacionales.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Mando por radio para gruas.

De acuerdo con Dynascan Corporation of Chicago, STC pondrá el sistema de telemando para el control por radio de las gruas puentes que se mueven en plano superior.



El sistema 6300 ADX en Ballygirreen cerca de Shannon.

El sistema facilita el movimiento de la grua sin operador en la cabina y coloca la función de control en la planta de la factoria.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

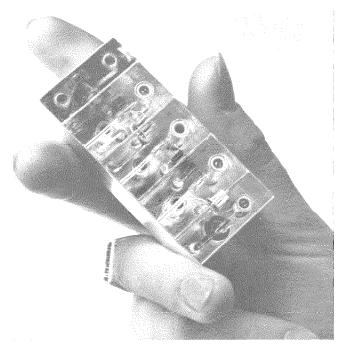
Diodos sintonizadores para 1.000 MHz.

Los diodos de capacidad variable BA 141 y BA 142, pueden emplearse a frecuencias hasta 1.000 MHz. Estos dispositivos JEDEC DO-7 se intentan para sintonía continua en las bandas de TV, I, II y III y las bandas IV y V combinadas. La desviación de ambos diodos es mejor que el 3 % y los valores de Q varían entre 300 á 47 MHz y 75 á 800 MHz.

Pueden suministrarse en colecciones ajustadas de cuatro para BA 141 que opera las bandas I, II, III y IV y V combinadas



Fig. 1 Vista del stand de LMT.



Los diodos pueden verse en la parte media de cada una de las tres secciones centrales del sintonizador.

y colecciones de tres para el BA 142 que opera las bandas I, II y III solamente.

Se venden en el Reino Unido por STC Semiconductors Limited.

ITT Semiconductors-Intermetall, Alemania

Ampliación de órdenes para PCM.

El British Post Office ha ampliado las órdenes existentes para equipo PCM (modulación por impulsos codificados) en cantidad importante. Este pedido incluye 170 equipos terminales y 3.200 repetidores regenerativos intermedios que serán fabricados por la división de líneas y microondas en Basildon. Cada equipo terminal proporciona transmisión en ambos sentidos para 24 canales de voz y 24 canales telegráficos sobre dos pares de hilos en un cable de enlace audio.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Participación de ITT en la 27^a exposición aérea en Le Bourget.

ITT ha participado en la 27ª exposición internacional aérea que tuvo lugar en Le Bourget cerca de París, desde el 25 de Mayo al 5 de Junio de 1967, exponiendo en un stand de 2.000 pies cuadrados los siguientes productos de 8 compañías asociadas.

Bell Telephone Manufacturing Co., Amberes.

Modelo del satélite ESRO I y receptor de seguimiento de fase.

Claude Paz y Visseaux, París.

Generadores luminosos, contra obstáculos a la navegación aérea.

FACE-Standard, Milán.

Balizaje de tierra DME.

Laboratoire Central de Télecommunications, París.

Paneles mostrando la participación en las realizaciones de los satélites ESRO I e INTELSAT III.

Le Materiel Telephonique, Paris.

Equipo TACAN, transmisores receptores de bordo y equipo pórtatil de pruebas.

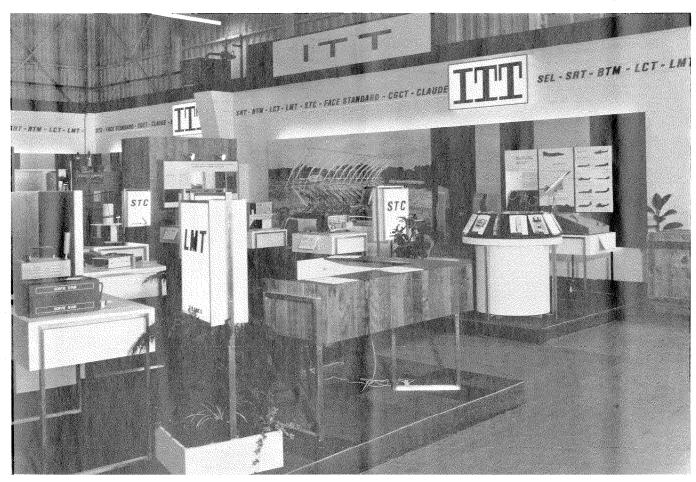


Fig. 2 Vista del stand de ITT.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart.

Equipo ILS, modelo de radiobalizas Doppler-VOR, teletipógrafos, circuitos impresos para equipos del espacio, modelo del satélite INTELSAT II.

Standard Radio & Telefon, Barkarby.

Equipo de demostración de la comunicación con el equipo "Dirigente", transceptor móvil, modelo simple del satélite Kiruna.

Standard Telephones and Cables Ltd., Londres.

Radiobaliza de tierra VOR, altímetro STR-70, modelo ILS, transmisor-receptor microminiatura de VHF, modelo de radiobaliza VOR-DME, equipo combinado de VHF-UHF, antenas de avión.

Además, en medio del stand estaban expuestos transceptores móviles producidos por LMT y STC, junto con equipo ITT 6.

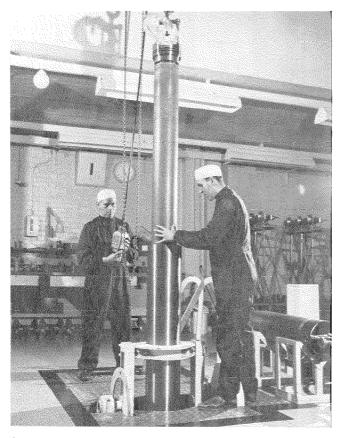
LMT también participaba en esta exposición mostrando sus equipos en un stand de 1.500 pies cuadrados, colocado en el hall reservado a los miembros del sindicato de fabricantes de equipos comerciales electrónicos y de radioelectricidad (SPER).

Pueden anotarse los siguientes equipos de interés especialmente notable:

- sistema de navegación aérea TACAN: radiobalizas de tierra, transmisores-receptores de a bordo de 3 diferentes generaciones, demostración de un computador de línea de ruta TACAN, equipo portatil de prueba,
- transmisor de réplica DME que contesta indiferentemente a las preguntas DME y TACAN,
- transmisor de réplica IFF,
- equipo móvil UHF para comunicaciones de tierra,
- equipo de banda lateral única HF para helicópteros,
- modelo de simulador de investigación CONCORDE para aviones supersónicos.

También en el mismo stand computadores de a bordo hechos por LCT.

International Telephone and Telegraph Corporation



Colocación de una cápsula de repetidor sumergido en un cilindro de acero de alta presión para una prueba de ocho semanas.

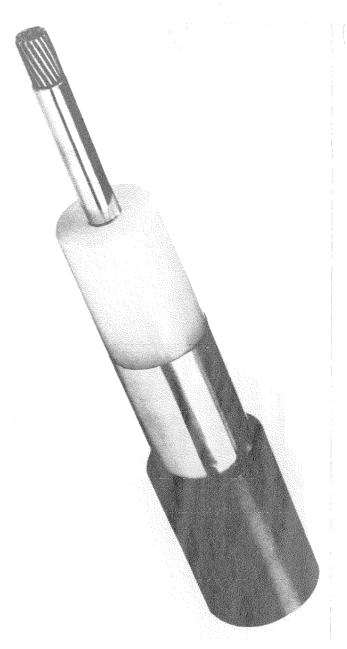
Cable submarino telefónico entre Sudáfrica y Europa.

Se está trabajando actualmente en el proyecto de tendido de un cable de 6.000 millas náuticas de cable telefónico con repetidores, entre Sudáfrica y Portugal. El enlace utiliza cable ligero de 1 pulgada de diámetro, arranca de Ciudad del Cabo, pasa por la Isla de la Asunción con una distancia de 2.554 millas náuticas y de aquí con 1,723 millas a la isla de la Sal, del grupo de islas Cabo Verde, 902 millas náuticas a las islas Canarias y finalmente 762 millas a Lisboa. 623 repetidores están intercalados con intervalos de 9,5 millas náuticas y 50 igualadores.

El cable conducirá 360 conversaciones telefónicas simultaneamente, dispuestas en 22,5 grupos de 16 canales con bandas cada uno de 60 á 108 KHz. Los grupos forman 4½ supergrupos con banda de 312 á 552 KHz.

Los supergrupos se disponen en un conjunto en la banda de 312 á 1.428 KHz para un sentido de transmisión y de 1.248 á 2.964 para el sentido inverso.

Equipos del tipo "mark 6" se han diseñado para el paso de tránsito de grupos y supergrupos sin demodularlos. Filtros con características de paso de banda muy agudas se emplean para pasar las bandas de 60—108 KHz y 312—552 KHz respectiva-



Sección del cable desnudo.

mente, de tal modo que en las islas Canarias puedan conmutarse grupos en el cable a España.

El equipo terminal dispone de suministro de portadores por duplicado, equipos de traslación de grupo y supergrupo y de canales de 3 KHz.

La alimentación para los repetidores del cable se realizará desde Ciudad del Cabo, islas de la Asunción y Canarias con voltajes de 10 KV empleando un suministro de c. c. estabilizado para corriente constante.

El nuevo cable será propiedad de una nueva compañía de Sudáfrica llamada South Atlantic Cable Company (Pty) Ltd. formada por una unión de Industrial Development Corporation of South Africa y la American Cable and Radio Corporation.

El cable se fabrica en Southampton y los repetidores, igualadores y alimentación de fuerza en North Woolwich. El equipo terminal se fabrica en Newport, Basildon y una parte en Sudáfrica

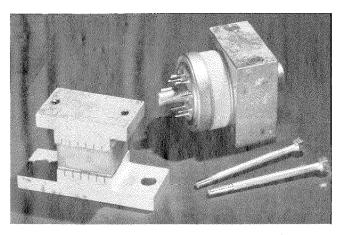
Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Tétrodo más pequeño para UHF.

El 4KC/160 M es más pequeño, más eficiente y fácil de manejar porque no requiere refrigeración por aire forzado. La válvula tiene una envolvente térmica y puede ser refrigerado por agua o por convección. La envolvente térmica está hecha con cerámico de berilio (HS10A) que tiene las condiciones aislantes de alto grado de la cerámica de alumina y la conductividad térmica del latón. La combinación del 4KC/160 M y el HS10A origina la baja capacidad de salida de 8 picofaradios.

La disipación en placa es de 250 watios y el tétrodo puede emplearse hasta $500\,\mathrm{MHz}.$

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

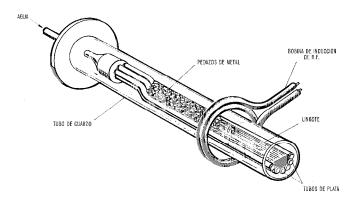


Nuevo tétrodo de UHF con su bloque aislante de cerámica de berilio.

Degasificación de metales por la técnica "silver boat".

En Electrical Communication, Volumen 39, número 1, de 1964, página 14, se mencionaba la técnica "silver boat" y una mayor investigación ha conducido al desarrollo de métodos de degasificación y fusión de metales.

El "silver boat" puede tomar la forma de una canoa hecha con uno o varios tubos, como se representa en la figura. El enfriamiento del "bote" se realiza por la circulación de agua en los tubos. Sin embargo, una carga de metal en el "barco" puede fundirse por corrientes de Foucault inducidas por un campo de frecuencia radio. Algún fenómeno ocurre en la zona de fundición que produce que no haya contacto entre la fundición y el bote frio, estando ambos separados por un ambiente pelicular gaseoso de baja conductividad térmica. Así no puede ocurrir contaminación de la carga por el material del bote. Además, la temperatura no está limitada por el punto de fusión o de ablandamiento del barco, pudiendo fundirse metales como el tungsteno (punto de fusión 3.370 °C) en un recipiente de plata con punto de fusión de 961 °C. El recipiente puede encerrarse en una cámara no reactiva de cristal o cuarzo, con un gas ambiente que se desee. Así es posible descarburizar, desoxi-



Fusión en el "silver boat" de trozos de metal degasificados.

dar y generalmente purificar los metales fundidos. Puede hacerse pasar luego por zonas de refrigeración para segregar ciertas impurezas metálicas.

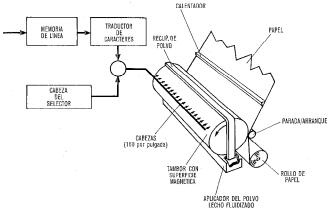
Un ejemplo es la preparación de una aleación de circonioníquel al 0,1% dedicándose una especial atención a la separación del carbón del níquel antes de la adición del circonio. Cuando se emplea esta aleación para el cátodo de las válvulas termoiónicas, la evolución del monóxido de carbono durante la operación con alta temperatura es mínima. Así se contribuye a un aumento espectacular en la vida de la válvula por un factor de por lo menos tres.

Standard Telecommunication Laboratories, Reino Unido

Impresor de alta velocidad Ferrodot.

Se ha desarrollado una máquina de impresión alfanumérica capaz de imprimir por puntos 10.000 caracteres por segundo, con velocidades similares al facsimil, con una definición de 6 puntos por milímetro. Pueden conseguirse velocidades del orden de 60.000 caracteres por segundo, para satisfacer las futuras necesidades de transmisión de datos para computadores.

La base del sistema está mostrada en la figura. Una simple fila de cabezas registradoras (160 por pulgada) se aplican a un tambor que tiene la superficie recubierta con una aleación magnética de alta remanencia. Al girar el tambor, se registran los caracteres en forma de matrices puntuales de 9×15 ; cada uno se registra por un impulso magnético que dura 20 nanosegundos procedentes de circuitos electrónicos de lógica. El tamaño y forma de los caracteres puede variarse cuando se desee, agregando circuitos apropiados; también es posible cambiar los espacios entre caracteres y las líneas; la superficie del tambor pasa por un lecho fluído de pequeñas partículas de ferrita de níquel-cinc, cubiertas de una capa de resina que son atraídas a las áreas magnetizadas. Después el cilindro toca al rollo móvil de papel al que se adhiere el polvo magnético y al que se fija, finalmente, por fusión de la resina con calor radiado. Pueden obtenerse una cantidad ilimitada de copias sin nuevo registro, puesto que las sucesivas aplicaciones del polvo no destruyen la huella magnética en el tambor. No hay un reque-



Disposición de la máquina de imprimir Ferrodot.

rimiento especial para el papel utilizado, que puede ser delgado v barato.

El impresor puede también emplearse como receptor de imágenes con computadores u otros sistemas de proceso de datos. La imagen registrada se utiliza para atraer un polvo magnético oscuro, permitiendo que pueda utilizarse para visión directa o proyección. Es posible la modificación y puesta al día en otras formas como con un sistema de rayos catódicos convencional, excepto que como no es necesario una exploración repetida para mantener la imagen, puede ahorrarse capacidad de memoria en el computador.

Standard Telecommunication Laboratories, Reino Unido

Modelo de reperforador electrónico impresor.

Un reperforador electrónico impresor que tiene menos de la tercera parte de los componentes necesarios, que se encuentran en los equipos convencionales, se ha desarrollado por Creed and Company Limited, de Brighton, Inglaterra.

Aunque está diseñado para operar como un receptor en línea, también puede operar en local cuando se necesita impreso y registro en cinta perforada. Se utiliza cinta de papel standard de 17,5 mm. de ancho (11/16 pulgadas), la bobina de 350 m. (1.000 pies) tiene una capacidad de 120.000 caracteres, aproximadamente. Tipos de impresión condensados, permiten su impresión entre orificios con distancias de perforación standard.

El aparato conserva todas las facilidades del reperforador de impresión convencional, pero necesita menos conservación, porque las unidades electrónicas sustituyen al 70 % de las partes mecánicas que tenían los anteriores. La conservación periódica puede hacerse cada 1.000 horas de operación a 50 bauds o anualmente.

Normalmente el equipo opera con una velocidad de 50 o 75 bauds, pero es posible el funcionamiento con otras velocidades. El cambio de velocidad puede hacerse mediante un puente de conexión en la unidad electrónica. No tiene embragues, selector mecánico ni regulador de velocidad, lo que dá un 50 % de reducción en la lista de material de reserva esencial. La unidad electrónica consta de módulos completamente enchufables y circuitos impresos, con puntos de prueba, colocados estrategicamente para la rápida localización de averias.

Otra característica es su compatibilidad con los equipos telegráficos electromecánicos existentes; puede suministrarse, bien completo, con cubierta silenciosa integral, o sin cubierta para el soporte del carrete de cinta. La ausencia del regulador de velocidad y la utilización de un motor de inducción asíncrono (para los voltajes normales de la red y con 75 watios de con-



Reperforador-Impresor electrónico.

sumo) han hecho posible encerrar la totalidad de la unidad para una operación silenciosa.

Creed and Company Limited, Reino Unido

Sistema de presentación de datos de SRT para aplicación en hospitales.

Se ha instalado en el hospital Royal Caroline de Estocolmo un sistema de proceso y presentación de datos instalado por Standard Radio & Telefon AB, calificados en Europa entre los primeros fabricantes de cuadros indicadores, que tienen una reputación internacional en sistemas de proceso y presentación de datos para aplicación de alta calidad, como por ejemplo: el control de tráfico aéreo.

El sistema "Caroline" comprende cierto número de terminales de presentación, distribuídos en las salas de consulta, quirófanos, departamento de rayos X, despachos de los doctores y laboratorios. Estos terminales están controlados por un procesador que regenera los datos presentados, con tal velocidad, que la imagen está libre de fluctuaciones. Los datos se introducen en el sistema para información, o se retiran para exhibición por medio de un cuadro de llaves en los terminales de presentación en línea.

El procesador de presentación tiene tal autonomia en la capacidad para manejo de datos que permite la organización de un sistema muy flexible de cuadro de presentación con facilidades, como las siguientes:

- Presentación automática en forma tabular de los datos de entrada recibidos del paciente.
- Conversión automática de los datos del paciente en gráficos que permiten la rápida inspección.
- Conversión de la escala de tiempo en los gráficos.
- Llaves para presentación de una función indicada y programada del computador.
- Alarma automática cuando la entrada se sale de los límites prefijados.
- Elección amplia de categorias seleccionadas de datos para su presentación.
- Intercomunicación visual entre terminales que permiten una orden instantanea con seguridad sin causas de error debidas a intermediarios.

El procesador de presentación, dispone de una memoria de toroides para programas administrativos y para los datos que se exhiben. También tiene una memoria almacenada (cinta magnética o disco) para proporcionar un registro a largo plazo y una más amplia selección de los datos presentados. Este almacén de registro de datos puede formar parte de un sistema computador central que contacte con un archivo general de datos de pacientes. El sistema central queda libre de la gran carga de entrada y salida de datos, gracias a la operación autónoma del sistema de presentación de SRT.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia

Equipo modem GH-1101 para transmisión en duplex de datos a 200 bits por segundo.

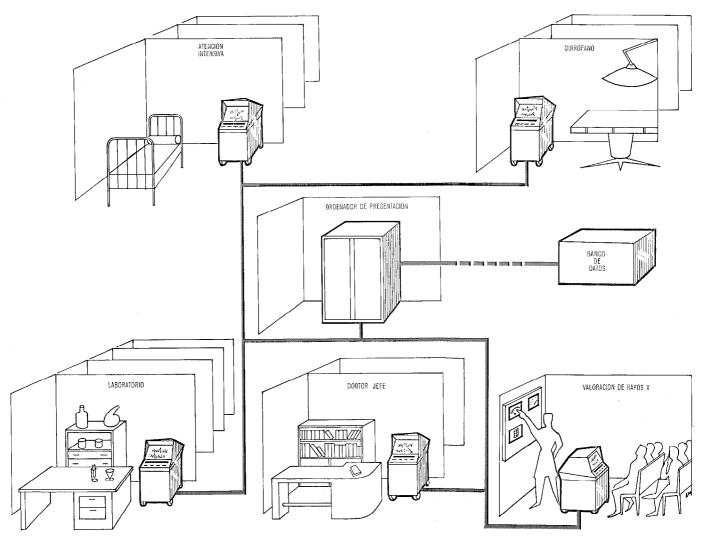
El GH-1101 es un nuevo modem con modulación en frecuencia, compacto y de extrema confianza para la transmisión digital de datos sobre circuitos telefónicos.

El equipo que transmite información binaria de datos en la modalídad serie, puede emplearse para transmisión simultánea en ambos sentidos sobre conexiones de tipo telefónico a dos hilos con una velocidad de 200 bits por segundo.

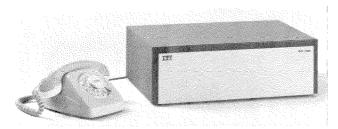
El modem se adapta facilmente para su utilización con un margen amplio de dispositivos de entrada/salida; pueden equiparse distintas unidades de interconexión que faciliten el trabajo síncrono o asíncrono, en operación con doble o simple corriente.

Puede disponerse un circuito automático de contestación que conecta automaticamente el modem a la línea cuando se recibe una señal de llamada. También dispone de circuitos de tiempo para desconectar automaticamente la línea al final de la transmisión o cuando no se ha establecido la conexión para datos.

El equipo del modem tipo GH-1101 es una mejora en el desarrollo de anteriores equipos de modems que se han utilizado con éxito para estas aplicaciones.



Aplicación a un hospital del sistema de presentación de datos.



Modelo de la mesa del equipo GH-1101.

Está construído mecanicamente de acuerdo con las nuevas técnicas ISEP de ITT y conforme con las recomendaciones del CCITT Nº. V 21 y V 24. El conjunto puede colocarse en una caja especial para sobremesa con un estilo exterior moderno o bien estar montado en un bastidor de 500 mm.

Se han recibido pedidos de la Administración Sueca y otras administraciones.

Standard Radio & Telefon AB, Suecia

Venta de las acciones de ITT en las compañías telefónicas de Brasil.

La International Telephone and Telegraph Corporation ha completado la venta de sus acciones en las compañías telefónicas de Brasil por un valor estimado de 12,2 millones de dólares. La mitad aproximadamente de esta cantidad se utilizará para continuar el desarrollo de las facilidades de producción de Standard Eléctrica, nuestra compañía de fabricación en Brasil.

El equipo recientemente ordenado para agregar 150.000 teléfonos en el área de la red telefónica de Río de Janeiro, se fabrica e instala ahora por Standard Eléctrica.

Los estados brasileños envueltos en la negociación son los de Río Grande del Sur y Paraná. Los equipos telefónicos de ambos estados han sido operados por nuestra subsidiaria, Companhia Telefónica Nacional (CTN).

International Telephone and Telegraph Corporation, Estados Unidos

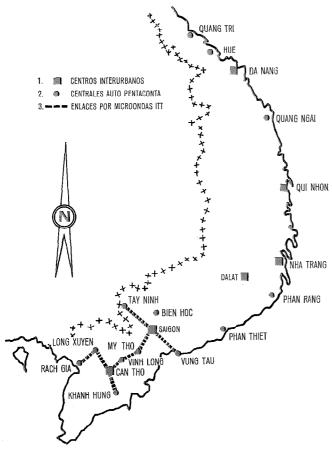
Vietnam del Sur inaugura sistema de conmutación telefónica automática.

Marshall Nguyen Cao Ky, primer ministro de la república de Vietnam del Sur, inauguró una nueva central telefónica automática en Tan Son Nhut, suburbio de Saigón. La Central de 2.000 líneas es parte de una red integrada que proporcionará al pueblo de Vietnam un sistema telefónico automático nacional. Este es el primer sistema de barras cruzadas de conmutación automática para uso civil en el Sur de Vietnam.

Se están instalando un total de 2.000 líneas Pentaconta de barras cruzadas en 23 centrales de la red, que se extiende 700 millas desde el Sur hasta los límites con el Norte en el paralelo 17. Este equipo es de los más avanzados del mundo y está funcionando en más de 70 países.

La red de microondas que enlaza Saigón con 8 ciudades principales (mostradas en la figura), fué suministrado también por una de nuestras compañías.

ITT Caribbean Manufacturing, Puerto Rico



Instalación de la red nacional de telecomunicación en Vietnam del Sur.

Medidor de cantidad de fotones

Un medidor de iluminación extremadamente sensible da la cantidad de fotones; se ha desarrollado capaz de medir desde 1×10^{-7} á 1×10^{-2} lamberts por pié de brillo (foot-lamberts) con una exactitud de \pm 5 % para un campo de visión de 1,8 grados.

La sensibilidad espectral del aparato está comprendida entre 3.200 y 5.500 angstroms. Puede funcionar con bateria o suministro de la red de alterna.

ITT Industrial Laboratories, Estados Unidos

Nuevas centrales Pentaconta en Suiza.

Desde el corte de la primer central Pentaconta en Regensdorf, el 9 de Septiembre de 1966 (Ver Electrical Communication Vol. 42/1) con una capacidad inicial de 6.000 líneas de abonado, se han inaugurado las siguientes centrales Pentaconta:

Bäumlihof/Basilea 10.000 lineas Magden/Aargau 1.000 lineas Richterswil/Zurich 5.000 lineas Pfäffikon/Zurich 5.000 lineas.

La nueva central de Pfäffikon comprende un radioenlace transmisor con antena parabólica para 23 canales sistema STR-10 C. Estos enlaces completan la conexión con la central rural principal de Zurich.

Standard Telephone and Radio, Zurich

Fotómetro para relámpagos.

El Laboratorio Central des Telecommunications ha realizado un prototipo de fotómetro para relámpagos. Este aparato se ha entregado a los servicios nacionales franceses de Meteorología. Se destina a medir el brillo de los relámpagos, midiendo directamente la energía luminosa recibida por una celula fotoeléctrica, indicando la distancia que la separa del observador; con ayuda de estos dos datos, se hace posible una clasificación de los relámpagos.

El modelo experimental es portatil y de pequeño tamaño.

Laboratoire Central de Télecommunications, Francia

"Symposiums" de ITT.

ITT ha organizado cuatro symposiums durante el segundo trimestre de este año en Portugal, Checoeslovaquia, Hungría y Rumania en colaboración con las administraciones, y personalidades importantes.

En Lisboa se celebró un symposium de telecomunicación del 10 al 14 de Abril con la participación activa de las universidades de Lisboa y Oporto y de los principales clientes de Standard Eléctrica. La inauguración la efectuó el ministro de marina de Portugal, Almirante Fernando Quintanilha de Mendonca Dias y fué seguido por representantes distinguidos de la ciencia y tecnología.

En Praga se llevó a cabo un symposium de Transmisión del 10 al 12 de Mayo al que asistieron unos cien especialistas de la Administración de Correos y Telecomunicación, Ministerio de Transporte, Ministerio de tecnología, la agencia gubernamental de importación KOVO y la corporación electrónica industrial TESLA.



Congreso de Bucarest. De izquiera a derecha, Mr. Van der Velde, BTM; Mr. Verge, STC y Mr. Liekens, BTM.

Especialistas de transmisión húngaros, de la Administración de correos y telecomunicación, Elektroimpex y Budavox, participaron en un symposium de transmisión en Budapest (16 al 18 de Mayo).

200 ingenieros y personalidades importantes asistieron al symposium de transmisión en Bucarest que se celebró del 6 al 8 de Junio. Los participantes representaban a la administración de Correos y telecomunicación, Universidad, Institutos estatales de investigación y de la industria.

Ingenieros calificados de ITT procedentes de Bélgica, Inglaterra, Alemania, Italia y Suecia presentaron gran número de comunicaciones, sobre técnicas y equipos de telecomunicación



Mr. Höpfner (ITT-E) presenta una comunicación en el congreso de Praga.

y notablemente sobre modulación por impulsos codificados PCM, que es un invento de ITT. La altura técnica de las comunicaciones presentadas en el symposium demuestra la posición destacada de ITT en comunicaciones y electrónica, así como el hecho de que no hay "vacios técnicos" entre las compañías de ITT.

Las comunicaciones presentadas se mencionan en la sección "Otros artículos", pág. 170 de este número.

Radioenlaces para Taylandia.

El Gobierno de Taylandia y SEL han firmado un contrato, en el mes de Junio, que comprende el suministro e instalación de dos radioeníaces con repetidores con una longitud total de 1.700 Km.

Un moderno equipo de radioenlaces de 6 GHz tipo FM 1800/

TV-6000 enlazará Chiengmai en la frontera Norte a través de Bangkok, con Hat Yai en la frontera Sur con Malaya. El nuevo radioenlace conectará Taylandia, via Singapur, con la red de comunicaciones internacional.

Cuando se complete el proyecto en 1969, Taylandia dispondrá de una red de telecomunicación de avanzada tecnología que permitirá la introducción nacional de la conexión automática directa entre abonados.

Al mismo tiempo, SEL y su representación en Taylandia han firmado un contrato con la organización telefónica nacional que comprende la instalación de un enlace de radio en la misma técnica entre la central principal de Bangkok y la estación de tierra de satélites en Tung-Sukla.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

Otros artículos y comunicaciones hechas por ingenieros de ITT de Abril a Julio de 1967

Comunicaciones presentadas durante los symposiums de ITT celebrados en Praga (10—12 Mayo 1967) en Budapest (16—18 Mayo 1967) y en Bucarest (6—8 Junio 1967).

— 12 MHz Coaxial Cable Systems	STC
- Carrier Frequency Line Equip-	
ment V300 and V960 for Small-	
Diameter Coaxial Pairs	SEL
— 120 Circuit Coaxial Cable System	STC
— Large Capacity Radio Links 6 GHz	SEL
— The RL H4 Microwave Radio	
System	STC
- 7 GHz Radio Link Achievements	FACE
- Small Capacity ASS Radio Links	
Equipment	BTM
- Standard Mark 6 Multiplex	STC
ISEP MK 1 Telephone Multiplex	
Equipments	BTM
- P. C. M. Multiplex Transmission	
on Junction Cables	STC
 Landline Equipment for Carrier 	
on Cables	BTM
— Speech Plus Duplex Equipment	BTM
— Data Communication Equipment	
GH-201	SRT
— Data Modems GH-2002	SRT

Comunicación presentada solamente en Praga y en Budapest

Voice Frequency Telegraph System
 GH-121 SRT

Comunicación presentada solamente en Bucarest

Voice Frequency TelegraphSystem; Type UTTBTM

Comunicaciones presentadas durante el symposium de ITT celebrado en Lisboa, del 10 al 14 Abril 1967.

_	Data Communication Equipments	SRT
—	General Principles of the Penta-	
	conta Crossbar System	ITTE
	Application of Pentaconta Switch-	
	ing Principles to Design of Toll	
	Offices	ITTE
	Design Principles of the Switch-	
	ing Network of the PC. 32 Rural	
	Crossbar Systems	ITTE
	The ITT Railway Signalling	
	System	SEL
	Modern, High Performance All	
	Solid State Radio Relay Systems	SEL
_	Colour TV Transmitters with	
	Solid State Preamplifier Stages	
	and Klystron Output Stages	
	for Bands IV and V	BTM
	Small Capacity Radio Link	
	Equipments	BTM
	Telecommunications Public	
	Service in Angola. Actual Aspects	

SE, S.A.R.L.

SRT

SEL.

STI.

of its Development

System GH-121

- Electronic Switching

Voice Frequency Telegraph

Line Equipments for Small

Diameter Coaxial Cable

- ITT and Space Communications ITTE

– Compatible 300 and 900 Channel

Standard Elektrik Lorenz A. G.

Artículos

- Dietrich, W., Optische Zeichen- und Strukturerkennung, Tagungsheft Elektronik 1967, Mayo 1967, pp. 193—202.
- Eckert, K. D., Phasensynchronisation von HF-Oszillatoren gleicher und dicht benachbarter Frequenzen, Elektronische Rundschau 21 (1967) 6, pp. 153—157.
- Kaiser, W., Übertragungswege und Modulationsverfahren für die Datenübertragung, Tagungsheft Elektronik 1967, Mayo 1967, pp. 151—165.
- Kiessling, H. P., y Melhus, J. O., Antriebsschaltung für elektromagnetisch gekoppelte, mechanische Schwingersysteme. Frequenz 21 (1967) 6, pp. 171—178.
- Krause, A., y Vogt, W., Einige Beispiele für eine automatische Anzeigebereichsumschaltung bei digitalen elektronischen Meßgeräten, Archiv für technische Messungen, Marzo 1967, Lieferung 374, R. 25— R. 29.
- Malota, B., Ein Regenbogen-Generator für den PAL-Farbfernseh-Service, radio mentor 33 (1967) 5, pp. 368—376.
- Mayer, A., Berechnung von WT-Filtern mit vorgeschriebenem Dämpfungsverhalten, Frequenz 21 (1967) 7, pp. 205—208.
- Ming, N. T., Die Realisierung des allgemeinen Vierpols mit unabhängig voneinander vorgeschriebener Betriebs- und Echoübertragungsfunktion, SEL-Druckschrift, Marzo 1967.
- Puteick, J. J., Gesamtschaltzeit einer Kette von Transistorschaltstufen, Frequenz 21 (1967) 4, pp. 103—107.
- Rempke, H., Aktive RC-Filter, Realisierung durch gegengekoppelte Verstürker, Frequenz 21 (1967) 6, pp. 178—183.
- Walter, G., Die Erzeugung von Mikrowellen mit Halbleitern in der Richtfunktechnik, Frequenz 21 (1967) 5, pp. 152—161.

Comunicaciones

- Behne, R., Purchasing Sub Contractor Products, EOQC Conference, Londres, 7 Junio 1967.
- Dietrich, W., Optische Zeichen- und Strukturerkennung, Fachtagung Elektronik, Hannover, 3—5 Mayo 1967.
- Fessler, D., y Oklobdzija, B., Teilelektronisches Fernwirksystem IST 16 für Nachrichtenanlagen, NTG-Fachtagung "Fernwirken", Brunswick, 30 Junio 1967.
- Knauer, H. U., Telefonieren ohne Handapparat; Grenzen und Möglichkeiten. Elektrotechnischer Verein, Karlsruhe, 9 Mayo 1967.
- Laaff, O., Evolution and Future Possibilities in Construction of Radio Relay System, XIVth International Scientific Congress on Electronics, Roma, 20 Junio 1967.

- Mosch, R., Die Fernsprechvermittlungstechnik auf dem Wege zur Elektronik, Verband Deutscher Elektrotechniker, Mayence, 9 Mayo 1967.
- Rötzel, D., Funkanlagen zur Sicherung des Luftverkehrs, Verband Deutscher Elektrotechniker, Crefeld, 14 Marzo 1967.
- Tischer, M., Experimentelle Messungen an Oxyd-Katoden, Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle, 31 Mayo 1967.
- Widl, E., Geräuschmessungen an Fernmeldekaheln mit künstlicher Nachbildung der Störbeeinflussung durch Stromrichterlokomotiven, Schiedsstellentagung, Trèves, 23— 24 Mayo 1967.

Intermetall

Comunicaciones

- Dietrich, O., y Löwel, F., Elektronisch abstimm- und umschaltbare Fernsehtuner mit den Dioden BA 141, BA 142 und BA 143, Funk-Technik, número 7, 1967.
- Keller, H., Elektronische UHF-Abstimmung in Fernsehempfängern, Radio-Fernseh-Phono-Praxis, número 3, 1967.
- Keller, H., Die Kapazitätsdiode im Paralleleresonanzkreis, Funkschau, número 7, 1967.
- Keller, H., y Dietrich, O., Nichtlineare Verzerrungen bei Kapazitätsdioden, Radio Mentor, número 4, 1967.
- Mielke, H., y Sydow, R., Hochwertiger Stereo-Entzerrerverstärker mit Si-Planar-Transistoren für magnetische Tonabnehmer, Funk-Technik, números 2 y 3, 1967.
- Sydow, R., Stereo-Endverstärker 2 × 10/15 W mit Planar-Transistoren, Funk-Technik, número 5, 1967.

Bell Telephone Manufacturing Co.

Comunicaciones

- Liekens, A., Equipements terminaux pour système à courants porteurs ISEP, Symposium de Bucarest, 6 Junio 1967.
- Liekens, A., Faisceaux hertziens à capacité réduite, Symposium de Bucarest, 7 Junio 1967.
- Liekens, A., Equipements de télégraphie et de téléphonie simultanée, Symposium de Bucarest, 8 Junio 1967.

Laboratoire Central de Télécommunications

Artículo

Colin, J. M., Dispositif de traitement de l'information donnant les performances optimales d'un radar Döppler, L'Onde Électrique, N° 483, Junio 1967.

Comunicaciones

- * Dupieux, J. G., Integrated PCM Network, Telecommunication Symposium, Lisboa, 10 Abril 1967.
- * Grandjean, Ch., Call routing strategies in telecommunication networks, Vth International Teletraffic Congress, New York, Junio 1967.
- Loriers, J., y Heindl, R., Preparation and properties of some fluorescent rare earth compounds, 6th Rare Earth Conference, Gatlinburg, Tennessee, 3—6 Mayo 1967.
- * Mirabel, L., Guideur digital de bord pour système de navigation Q Θ, Journées Internationales des Instituts de Navigation Européens, París, 26—28 Abril 1967.
- * Mirabel, L., Calculateurs analogiques de pilotage pour engin multiétage, Colloque International sur l'Électronique et l'Espace.
- * Mirabel, L., y Chenon, F., Programmeurs de séquences pour engin, Colloque International sur l'Électronique et l'Espace, París, 10—15 Abril 1967.
- * Mornet, P., La Modulation codée en impulsion dans le réseau de communications militaire tactique, XIVème Congrès Scientifique International sur l'Électronique, Roma, Junio 1967.
- * Phélizon, G., L'Electronique dans le Satellite ESRO I, Colloque International sur l'Électronique et l'Espace, París, 11 Abril 1967.
- * Strube, D., Contribution des techniques digitales dans les systèmes téléphoniques multiplex, XIVème Congrès Scientifique sur l'Electronique, Roma, 19—23 Junio 1967.
- * Tyszka, J. M., Mémoire à films minces, Salon des Composants Electroniques, París, 5 Abril 1967.

Le Matériel Téléphonique

Artículo

Henquet, A. J., y Mathivet, S., L'introduction du système Pentaconta dans le réseau de Marseille, Commutation et Electronique, número 17.

Comunicación

Robert, F., *Projet LDF*, S.F.E.R., París, 21 Junio 1967.

Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche Standard

Comunicaciones

- * Della Giovanna, C., Evolution and perspectives in the realization of the telecommunication systems on coaxial cables, 14th International Electronic and Scientific Congress, Roma, 14—29 Junio 1967.
- * Fantozzi, C., Synchronisation and retiming in Fast TDM Multiplex Systems, 14th International Electronic and Scientific Congress, Roma, 14—29 Junio 1967.

* Treves, S., Evolution and developments trends in digital Telecommunications, 14th International Electronic and Scientific Congress, Roma, 14—29 Junio 1967.

Standard Telephones and Cables Limited

Artículos

- Groocock, J. M., Component Reliability: Transistors and Signal Diodes, Electroteknika, Junio 1967.
- Roche, A. H., Submarine Cable Systems the last decade and after, Electronics Weekly, Abril 1967.
- Roche, A. H., A "Bright Future" for Marine Cable System, Electronics Weekly, 26 Abril 1967, pp. 21—22.

Comunicaciones

- Boswell, D., y Askwith, T. A., Application of Microengraving to the Rapid Production of Thin Film Prototypes and Close Tolerance Passive Components, Conference on Integrated Circuits, Eastbourne, 2—4 Mayo 1967.
- Dawidziuk, B. M., The Expanding Rate of Submarine Cable Systems in International Communications, ITTE Telecommunication Symposium, Lisboa, 10—14 Abril 1967.
- Goodman, C. H. L., Speculations on Possible New Groups of Semi-conductors, Conference on Chemical Bond in Semi-conductors, Minsk, U.R.S.S., Academy of Science, 30 Mayo 3 Junio 1967.
- Korytko, T. K. M., Selectronic 702, ITTE Telecommunication Symposium, Lisboa, 10—14 Abril 1967.
- Roche, A. H., y Tilly, J. F., Some Recent Dev. in High Capacity Submarine Cable Systems, XIV International Scientific Congress on Electronics, Roma, 19—23 Junio 1967.
- Warren, S. W., y Selway, P. R., Numberical Analysis of Filter Designs for Detection of Laser Radiation, Image Detection in Processing A GaAs Infra-Red Detection with High Internal Gain, RRE Malvern, 24—26 Abril 1967.
- Wood, A. F. B., y Seed, A., Activity Dips in at-cut Crystals, 21st Annual Frequency Control Symposium, Fort Monmouth, N. I., 24—26 Abril 1967.

Standard Telecommunication Laboratories Limited

Artículos

* Alexander, J. H., y Sterling, H. F., Semiconductor Epitaxy — Gas Phase Doping by Electric Discharge, Solid State Electronics, Vol. 10, Mayo 1967, pp. 485— 490.

- * George, W.-R., Goodman, C. H. L., Sterling, H. F., y Warren, R. W., A Possible New Group of Semiconducting Compounds, Physica Status Solidi, Vol. 21, 1967, pp. 205—210.
- Hartley, G. C., Mornet, P., Ralph, F., y Tarran, D. J., Techniques of Pulse Code Modulation in Communication Networks, IEE Monograph, Cambridge University Press, 1967.
- Horsley, A. W., Developments in Micro-Electronics, Industrial Electronics, Mayo 1967, p. 206.
- * Jones, M. V., Large Rotary Vacuum Seals for Manual Operation, Journal of Scientific Instruments, Vol. 44, Mayo 1967, p. 405.
 - Macklen, E. D., The Application of Thermogravimetry to the Preparation of Ferrites with Varying Stoichiometry, Czechoslovak Journal of Physics, Vol. B17, Abril 1967, pp. 376—381.
- Macklen, E. D., Influence of Atmosphere on the Thermal Decomposition of Ferrous Oxalate Dehydrate, Journal of Inorganic Nuclear Chemistry, Vol. 29, Mayo 1967, pp. 1229—1234.
- * Reeder, T. M., Microwave Measurement of Thin Film Transducer Coupling Constant, Proc. IEEE, Vol. 55, Na 6, Junio 1967, pp. 1099—1101.
- Sandbank, C. P., Synthesis of Complex Electronic Functions by Solid State Bulk Effects, Electronics Weekly, 10 Mayo 1967.
- * Verderber, R. R., y Simmons, J. G., A Hot Electron Cold Cathode Emitter, The Radio and Electronic Engineer, Vol. 33, No 6, Junio 1967.
- White, P., Preparation and Properties of Dielectric Layers Formed by Surface Irradiation Techniques, Insulation Vol. 13, No 5, Mayo 1967, pp. 52—58.

Comunicaciones

- Barber, D. R., Polyphase Modems for Frequency Division Multiplex Systems, IEEE International Conference on Communications, Minneapolis, Minnesota, 12—14 Junio 1967.
- * Bezdel, W., y Hawkin, R. E., Human Factors in the Transmission of Data By Speech using Automatic Speech Recognition, Third International Symposium on Human Factors in Telephone, La Haya, Mayo 1967.
- * Blair, P. K., Small Signal Transistor Amplifiers at L-Band, Borough Polytechnic, Londres, 22 Junio 1967.
- Bush, E. L., Ion Injection in Evaporated Silica Monoxide Thin Films, Electrochemical Society Spring Meeting, Dallas, U.S.A., 12 Mayo 1967.
- Cornish, E. H., Magnetospherics and Electrospherics, IEE Soirée, Londres, 2 Mayo 1967.

- Dobson, C. D., High Power GaAs Lasers, I. R. Symposium, RRE, Malvern, 21 Abril 1967
- Dobson, C. D., The Development of a High Power GaAs Laser, IEEE Conference on Laser Engineering and Applications, Washington, U.S.A., 7 Junio 1967.
- Gaines, B. R., Techniques of Identification with the Stochastic Computer, IFAC Congress on Identification, Prague, 12— 17 Junio 1967.
- George, R. G., Large Scale Integration, Symposium on Microcircuits and their Applications, Northern Polytechnic, Londres, 31 Mayo — 12 Junio 1967.
- Goodman, C. H. L., The Prediction of Semiconductivity in Intermetallic Compounds, Conference on the Chemical Bond in Semiconductors, U.R.S.S. Academy of Sciences, Minsk, 30 Mayo — 3 Junio 1967.
- Jackson, T. M., Brisbane, A. D., y Sandbank, C. P., Automated Interconnection Processes for Semiconductor Integrated Circuit Slices, IEE, IERE and IEEE Conference on Integrated Circuits, Eastbourne, 2—4 Mayo 1967.
- * Kerr-Waller, R. D., Automated Information Dissemination System, IFIP/FID Conference on Information and Data Processing, Roma, 15 Junio 1967.
- Lemke, P. B., A Distributed RC Network Broadband FM Discriminator in Thin Film Technique, IEE, IERE and IEEE Conference on Integrated Circuits, Eastbourne, 2—4 Mayo 1967.
- Odell, A. D., Economic Aspects of Integrated Circuits, Norwegian Society of Radio and Electronic Engineers, Gjøvik, Noruega, 11 Junio 1967.
- * Sandbank, C. P., Domain Originated Functional Integrated Circuits, IEE, IERE and IEEE Conference on Integrated Circuits, Eastbourne, 2—4 Mayo 1967.
- Skedd, R. F., y Craven, G., A New Type of Magnetically Tunable Multi-section Bandpass Filter in Ferrite Loaded Evanescent Waveguide, IEEE Intermag Conference, Washington, U.S.A., 6 Abril 1967.
- Skedd, R. F., STL's Work on Evanescent Mode Filter, De Paul University, Chicago, 17 Abril 1967.

- Thomas, D. L., y Hartley, G. C., European Communications Planning of Extended Capability, British Council of European Movement Conference, Londres, Junio 1967.
- Weir, D. A., Electronic Switching A Review, Telecommunication Symposium, Lisboa, 10—14 Abril 1967.
- Wright, E. P. G., A Look into the Future World of Telecommunications and its Traffic Problems, 5th Teletraffic Congress, New York, 14 Junio 1967.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S

Artículo

Mathisen, K., Pulse Code Modulation, Principle, History and Development, Volumen 80, número 12, 1967.

Standard Telephon & Telegraphen AG

Artículo

* Haslinger, H., Koordinatenschaltertechnik mit neuen Leistungsmerkmalen, Elektrotechnik und Maschinenbau 6, 1967.

Standard Téléphone et Radio SA

Artículo

Maurer, M., Réflexions sur la concentration industrielle dans le cadre et les circonstances propres aux entreprises suisses petites et moyennes, Pro Métal, II 1967.

ITT Industrial Laboratories

Comunicaciones

Dishal, M., Optimum Broadbanding of Electrically Short Very-Low-Frequency and Low-Frequency Receiving Antennas, Institute of Electrical and Electronics Engineers International, Conference on Communication, Minneapolis, Minnesota; 12—14 Junio 1967.

- Dodington, S. H., Groundbased Radio Aids to Navigation, Institute of Navigation, Washington District of Columbia, 30 Junio 1967.
- Majkrzak, C. P., y Polgar, M. S., Energy Converter for Unattended Data-Collecting Buoys, Marine Technology Society Third Annual Conference and Exhibit, San Diego, California, 6 Junio 1967.
- Marley, J., y Morgan, J. H., Direct Interconnection of Uncased Silicon Integrated Circuit Chips, 1967 Electronic Components Conference, Washington, District of Columbia, 4 Mayo 1967.
- Vallese, L. M., Broadbanding of Electrically Short Antennas, Institute of Electrical and Electronics Engineers International Conference on Communication, Minneapolis, Minnesota, 12—14 Junio 1967.
- Zaratkiewicz, E. A., Bi-Directional Electrochemical Trimming of Thick-Film Resistors, 1967 Electronic Components Conference, Washington, District of Columbia, 4 Mayo 1967.

ITT Industrial Laboratories

Comunicaciones

Eberhardt, E. H., Noise in Photomultiplier Tubes, Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Nuclear Science, Volumen NS-14, número 2, Abril 1967, pp. 7—14.

ITT Gilfillan

Comunicaciones

- Guttmann, E. S., Today's Pilot, Mission, and Aircraft, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Human Factors Symposium, Palo Alto, California, 5 Mayo 1967.
- Okamura, J. M., Maintainability specs bothering you?, Electronic Design, Volumen 15, Número 10, 10 Mayo 1967, pp. 86—88.

^{*} El asterisco indica que la comunicación, está disponible por escrito.