

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

RESUMEN

VOLUMEN 49 (1974) NÚMERO 2

En este número	126
El teléfono monedero NT 2000 para llamadas a abonados de todo el mundo, por <i>G. Zeidler</i>	128
Sistema de diagnóstico en línea para ordenadores de pequeña capacidad trabajando en duplex, por <i>R. J. Rijmenams</i> y <i>D. G. Callahan</i>	134
Sistema automático de medidas de transmisión y registro (ATMR), por <i>L. C. Deschuytere</i> y <i>J. A. M. Feskens</i>	141
Nuevas aplicaciones del sistema de conmutación Metaconta L con instalaciones de control remoto, por <i>K. Strunk</i>	150
Protección contra sobretensiones en los equipos de conmutación que utilizan componentes electrónicos, por <i>R. Mosch</i>	157
El sistema electrónico Minimat 1500, por <i>J. W. Gallagher</i>	168
Método aproximado para la determinación de la capacidad de sobrecarga en sistemas telefónicos locales, por <i>E. Szybicki</i>	179
Sustitución de registradores por ordenadores en sistemas rotatorios, por <i>R. Widmer</i>	187
Cable de elevada relación resistencia/peso para grandes profundidades, por <i>W. E. Bowers</i>	191
Los teléfonos en el mundo al 1 de enero 1973	197
Nuevas realizaciones	202



Editor principal: Pierre Mornet

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

En este número

El teléfono monedero NT 2000 para llamadas a abonados de todo el mundo

Se describen el concepto y diseño del NT 2000, que es un nuevo teléfono monedero (de previo pago) con el que se pueden realizar llamadas internacionales automáticas.

- El NT 2000 se puede conectar al sistema de conmutación como si se tratase de un aparato normal de abonado, es decir, sin necesidad de utilizar equipo adicional.
- Funciona con diversas clases de monedas; mediante una presentación digital, se informa continuamente al usuario del saldo remanente de acuerdo con las monedas depositadas y el tiempo de conversación transcurrido.
- Mediante la recaudación indirecta se asegura la utilización óptima de las monedas depositadas. Si se desea, se puede utilizar el saldo sobrante para realizar una nueva llamada.
- Es de muy fácil manejo, gracias a las técnicas de ingeniería de factores humanos que se han aplicado y las instrucciones en forma de pictograma, de muy fácil comprensión.

El NT 2000 incorpora las ventajas tecnológicas del estado actual de la técnica:

- Casi toda la sección de proceso de la información está constituida por circuitos MOS, especialmente diseñados.
- La comprobación y la selección de monedas ya no se hace mecánicamente, sino "electrónicamente".
- Los pocos dispositivos mecánicos, que todavía quedan en este aparato, son de un diseño realmente muy simple.
- El teléfono es modular y por lo tanto de fácil manejo y mantenimiento.

Concebido para una aplicación universal, el NT 2000 se puede utilizar en muchos países sin realizar modificaciones esenciales.

Sistema de diagnóstico en línea para ordenadores de pequeña capacidad trabajando en duplex

El Sistema de Conmutación Metaconta⁺ utiliza programas de diagnóstico para ayudar a la localización de fallos de la unidad central de proceso. Se ha desarrollado un sistema de diagnóstico para la unidad central de proceso ITT 1600⁺. Se han desarrollado, asimismo, un lenguaje simple para ensamblar, un ensamblador para los datos de prueba del diagnóstico, y un programa supervisor para llevar a cabo las pruebas del diagnóstico, que se ha incluido en el sistema en línea como un programa a petición.

Los datos de prueba del diagnóstico pasaron por un período de prueba considerable, surgiendo algunos problemas y encontrándose algunas soluciones.

Sistema automático de medidas de transmisión y registro (ATMR)

El sistema automático de medidas de transmisión y registro (ATMR) permite realizar pruebas de mantenimiento de secciones de transmisión de circuitos interurbanos y supervisar la red de transmisión. Los programas de supervisión y mantenimiento, así como el registro y procesamiento de los datos es centralizado y controlado por ordenador.

El centro de control centralizado está integrado por un ordenador ITT-1600⁺ y sus periféricos, y el equipo de control remoto Digitel-240⁺, que une al centro de control con los centros interurbanos.

En los centros interurbanos, el sistema básico está formado por el dispositivo de medida y los circuitos de selección y acceso al equipo a supervisar.

Durante el programa de mantenimiento, se miden las pérdidas de circuitos a frecuencias discretas de la banda de audio, se comprueba la distorsión de señalización y se realizan medidas del ruido sofométrico.

⁺ Marca registrada del sistema ITT.

Otra función del sistema es la supervisión centralizada de uniones multiplexadas o individuales; con este fin se supervisan en las centrales interurbanas la recepción de los pilotos asociados.

Nuevas aplicaciones del sistema de conmutación Metaconta⁺ L con instalaciones de control remoto

En el sistema Metaconta⁺ L, el principio del control remoto de centrales se usa para:

- extender el área de aplicación económica del sistema a instalaciones de pequeña capacidad;
- permitir el uso en centrales convencionales del mejor comportamiento de los sistemas modernos mediante la introducción de extensiones de nueva concepción.

Las centrales maestras y aquellas otras instalaciones controladas remotamente utilizan los mismos módulos para la misma finalidad. El canal de señalización de 64 kbit/seg asegura una capacidad de reacción suficiente en el lado remoto.

Todos los métodos usuales de transmisión pueden aplicarse al canal de señalización. La operación correcta de las instalaciones controladas remotamente a través de un canal de señalización duplicado se ha asegurado:

- usando códigos cíclicos para detectar errores de transmisión y permitiendo la corrección de los errores por retransmisión;
- capacidad de reconfiguración de los caminos de control entre la central maestra y las instalaciones controladas remotamente.

Las instalaciones controladas remotamente pueden ser extendidas sin interrupción del servicio y transformadas en caso necesario en centrales maestras.

Protección contra sobretensiones en los equipos de conmutación que utilizan componentes electrónicos

Una característica particular de los sistemas de conmutación de la nueva generación es el uso extensivo de componentes electrónicos lo que, por añadidura, conduce a cambios radicales en el diseño mecánico. Ambos factores nos obligan a examinar cómo responden los nuevos equipos a las sobretensiones que llegan a la central de conmutación a través de las líneas. En la primera sección del artículo se investigan las diferentes formas en que se pueden manifestar las sobretensiones. Posteriormente, se muestran los medios analíticos para la determinación de las áreas dentro del sistema en las que existe riesgo y se describen métodos para determinar la capacidad de soportar sobretensiones del equipo de conmutación. Después de una breve discusión de las características esenciales de los protectores de sobretensión, se estudian las interrelaciones con los parámetros del sistema sobre los que influyen. Es sabido que a los sistemas de conmutación diseñados en la nueva tecnología no se les puede proporcionar una protección contra sobretensiones en la extensión en que era posible con los sistemas electromecánicos convencionales.

El sistema electrónico Minimat⁺ 1500

El sistema Minimat⁺ 1500 es un miembro de la familia de centralitas privadas automáticas electrónicas Minimat⁺. La familia Minimat⁺ se caracteriza por tener una unidad de control con lógica cableada y unos circuitos periféricos constituidos por la combinación de elementos de estado sólido y electromecánicos miniaturizados.

El objetivo perseguido en el diseño del sistema Minimat⁺ 1500 es su aplicación a nivel internacional y su aceptación general por las administraciones. Sus características de transmisión, señalización y capacidad de tráfico, así como facilidad de mantenimiento, se han fijado en respuesta a las especificaciones internacionales más exigentes.

Su carácter modular permite al sistema cubrir la gama de 100 a 1500 extensiones, con un tráfico de hasta 0,2 erlangs por extensión, utilizando un solo marcador rápido. Cuando el tráfico por extensión es bajo, el mismo marcador controla hasta 2000 a 3000 extensiones. También puede duplicarse el marcador por razones de fiabilidad, repartiéndose entonces la carga por conmutación en el tiempo.

Una red de conexión de 3 etapas, constituida por multiselectores miniatura de barras cruzadas, da acceso total en toda la gama desde cualquiera de las 1536 entradas posibles a cualquiera de las 512 salidas.

El sistema ofrece, además de las convencionales, una amplia gama de facilidades y servicios opcionales.

Método aproximado para la determinación de la capacidad de sobrecarga en sistemas telefónicos locales

Se consideran las principales situaciones de sobrecarga, así como diferentes características de sobrecarga que ocurren en sistemas telefónicos de tipo local. Se desarrolla un método matemático aproximado que proporciona el estudio del comportamiento del sistema cuando crece el tráfico.

El método tiene en cuenta hasta donde es posible, los principales parámetros que describen el funcionamiento del sistema, que son:

- Comportamiento del abonado.
- Características diferentes de sobrecarga.
- Diseño del sistema, incluyendo los tiempos límite de espera.

Con el fin de presentar el método, se estudia un sistema telefónico sencillo. Los resultados se comparan con los obtenidos por medio de simulaciones en tiempo real.

Sustitución de registradores por ordenadores en sistemas rotatorios

Con motivo de la introducción de la numeración de 7 cifras en la red de Zurich, van a sustituirse los registradores convencionales por registradores controlados por ordenador.

Este artículo describe la concepción y el diseño de los registradores 7A controlados por ordenador, para una central de 10.000 líneas. Las funciones de almacenamiento, traducción y control corren a cargo de los ordenadores PDP 11/35 que trabajan según el principio de reparto de carga. La pareja de ordenadores supervisa y controla hasta un máximo de 105 registradores.

En caso de avería de un ordenador se transfiere al otro la liberación de toda conexión establecida que esté bajo control del primero. Un equipo automático de pruebas permite hacer pruebas rutinarias, así como pruebas dirigidas sobre uno cualquiera o todos los registradores.

El artículo concluye con una breve descripción de la estructura de los programas.

Cable de elevada relación resistencia/peso para grandes profundidades

Para satisfacer la necesidad de la Marina de EE.UU. de un cable de elevada relación resistencia/peso a emplear en alta mar a profundidades de hasta 6000 metros, se ha desarrollado un cable electromecánico especial que utiliza como dieléctrico un nuevo material termoplástico, el metilpenteno, y como elemento de resistencia mecánica una nueva fibra no metálica, el PRD-49. El cable tiene una relación resistencia/peso cerca de diez veces mayor que la de los cables electromecánicos armados convencionales de acero.

El teléfono monedero NT 2000 para llamadas a abonados de todo el mundo

Se describen el concepto y el diseño de este nuevo teléfono monedero. Comparado con los teléfonos monedero (de previo pago) convencionales, este aparato ofrece ventajas tanto a las compañías telefónicas, como al usuario y al fabricante. Su diseño es universal, y gracias a ello se le puede utilizar en una gran cantidad de países, sin modificaciones esenciales.

G. ZEIDLER

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, Alemania Federal

El problema

Desde muchos países se pueden hoy realizar llamadas automáticas internacionales e intercontinentales (IDDD = International and intercontinental direct distance dialing). Por ejemplo en la República Federal Alemana, el 95 % de las llamadas internacionales que se realizaron en 1972 fueron establecidas directamente por los abonados, esto es, sin intervención de operadora [1].

Sin embargo, en muchos de los casos, la IDDD solamente es posible desde los teléfonos normales de abonado, mientras que los teléfonos monedero no ofrecen este servicio, a pesar de existir una considerable demanda del mismo. La necesidad de llamar a alguna persona de cualquier país, surge no solamente en los aeropuertos sino también en las estaciones de ferrocarril y en las ferias y exposiciones, y también en los centros turísticos, hoteles y gasolineras. En tales circunstancias, el teléfono de previo pago (monedero), puede ser para cualquiera la puerta de entrada al mundo.

Es cierto que hay teléfonos monedero en muchísimos países, pero sin embargo, la mayoría de ellos no permiten la realización de llamadas automáticas internacionales de larga distancia. En general, puede decirse que la mayoría de estos aparatos no reúnen condiciones adecuadas para el servicio del futuro [2]. Resumiendo, presentan las siguientes desventajas:

- Su diseño fundamentalmente electromecánico limita la velocidad de recaudación, y como consecuencia, el alcance;
- Los dispositivos mecánicos son caros, tanto en lo que se refiere a la producción como al mantenimiento;
- A menudo, solamente se les puede conectar a un sistema de conmutación particular;
- Generalmente el método de recaudación, sólo es válido dentro de ciertos límites;
- La mayoría de las veces, la presentación no es óptima, desde el punto de vista del usuario.

Toda esta serie de desventajas no solamente justificaba, sino que estaba pidiendo el desarrollo de un nuevo teléfono monedero.

Características principales

Bajo contrato del PTT alemán, Standard Elektrik Lorenz ha sido la compañía directora del desarrollo del "teléfono monedero mundial NT 2000" (Global Coin Telephone). En la figura 1 puede verse el aspecto exte-

rior del aparato. Su concepto de diseño, fundamentalmente nuevo, tiene las siguientes características:

- Marcaje directo para llamadas internacionales de larga distancia (Global IDDD);
- Posibilidad de conexión a ambos tipos de sistemas de conmutación, el convencional y el nuevo (llamado electrónico) de la misma forma que un aparato normal de abonado, es decir, sin necesidad de equipo adicional;



Fig. 1 Teléfono monedero NT 2000.

- Posibilidad de utilización tanto para servicio público desde cabinas telefónicas como para arrendatarios privados, en hoteles, restaurantes, etc. En este último caso el arrendatario se encarga de vaciar la hucha;
- Selección mediante teclado, independientemente del sistema de conmutación al que se conecte el aparato;
- Discriminación de números llamados, impidiendo las llamadas inadmisibles;
- Conversión de los impulsos de tarificación que envía el sistema de conmutación en "impulsos de cargo" adaptados al tipo de monedas (impulsos de cuenta atrás);
- Fácil adaptación a los cambios de tarifa;
- Posibilidad de funcionamiento con 3 tipos distintos de moneda, por ejemplo, de 0,10 marcos, 1 marco y 5 marcos;
- Nuevo filtrado electromagnético de monedas, sin contactos;
- Presentación mediante 4 dígitos del balance del crédito de que aún se dispone;
- Recaudación indirecta para asegurar un cobro lo más justo posible y un reembolso óptimo;
- Botón "additional-call" (llamada adicional), que permite la utilización del crédito sobrante para realizar una o más llamadas adicionales;
- Diseño ergonómico;
- Instrucciones de manejo presentadas mediante pictogramas.

La solución de principio

La descripción en detalle de todas las características anteriormente indicadas rebasaría el alcance de este artículo. Por lo tanto, sólo se van a discutir aquí las innovaciones esenciales pertenecientes al funcionamiento del teléfono.

Filtrado de monedas

Los filtros de monedas son de un nuevo tipo. Ya no se verifica la comprobación de las monedas introducidas por los valores mecánicos de su diámetro, espesor y peso, sino más bien por una combinación de las dimensiones externas y de la composición del material.

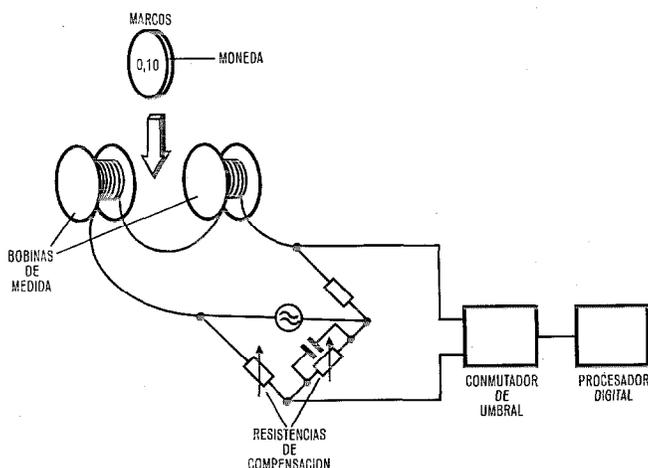
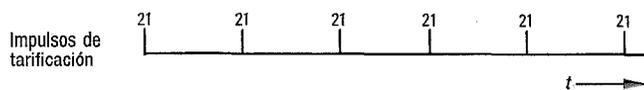


Fig. 2 Principio de filtrado de monedas.

Enviado desde el centro de conmutación:



Generado en el teléfono monedero:

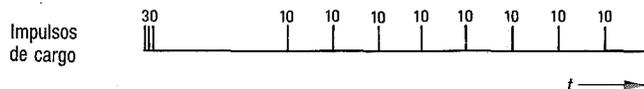


Fig. 3. Conversión de impulsos de tarificación.

Por medio de las bobinas de medida que forman parte de un puente controlado por oscilador, se mide el cambio experimentado por un campo magnético cuando la moneda pasa a través de él. Un conmutador de umbral evalúa la señal electrónica de prueba que luego es procesada digitalmente. El método de prueba se ha descrito en [3]; en la figura 2 puede verse el principio de filtrado de monedas.

Este método de filtrado sin contactos de monedas es más fiable que los procedimientos convencionales; más aún, los aparatos necesarios son incluso más simples. Todos los filtros de monedas tienen un diseño idéntico. La adaptación a los diversos tipos de moneda se realiza mediante un simple ajuste del puente de medida.

Conversión de los impulsos de tarificación

A lo largo de una llamada, el crédito disminuye según el principio de tarificación periódica de Carlsson. El usuario puede observar la "cuenta atrás" en el presentador digital de saldo. Los pasos de cargo corresponden al tipo de moneda admisible de menor valor, que en el caso alemán, es de 0,10 marcos.

El proceso de "cuenta atrás" está controlado por los impulsos de tarificación recibidos desde el centro de conmutación. Si estos impulsos se corresponden con el valor de los impulsos de cargo, controlan directamente la "cuenta atrás". Por el contrario si tienen un valor diferente, como por ejemplo de 0,21 marcos, en Alemania, en el teléfono monedero de previo pago se generarán los correspondientes impulsos de cargo. Esto se realiza mediante la medida digital de los intervalos existentes entre sucesivos impulsos de tarificación. En la figura 3 se ilustra el procedimiento mediante un ejemplo típico. El mínimo cargo inicial corresponde a la unidad de tarifa redondeada hasta la siguiente cantidad superior, múltiplo de 0,10 marcos.

El convertidor de impulsos de tarificación es un dispositivo dotado de gran flexibilidad. En caso de modificación de la tarifa, se le puede ajustar fácilmente para el nuevo valor de conversión.

Método de recaudación

La recaudación indirecta asegura la utilización óptima de las monedas depositadas independientemente de su secuencia de introducción. En contraste con los sistemas convencionales, que primero recaudan una

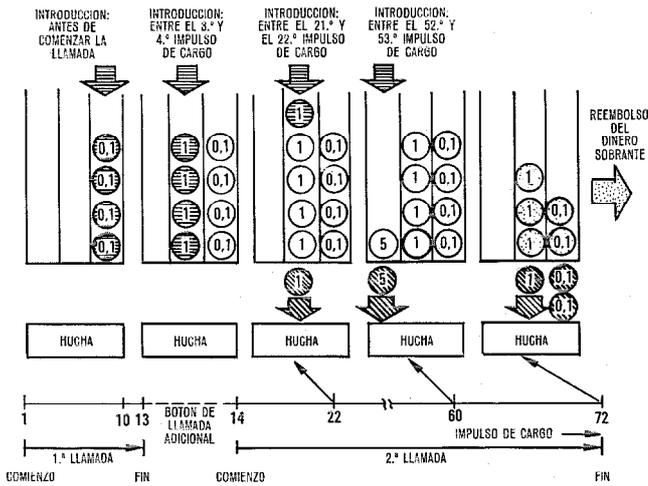


Fig. 4 Recaudación indirecta de monedas.

moneda y entonces ponen a disposición del usuario el tiempo pagado (recaudación directa) el NT 2000 ofrece al usuario un tiempo de conversación correspondiente a la cantidad de monedas introducidas. Al finalizar la llamada, sólo se recaudan las monedas absolutamente necesarias para cubrir los cargos resultantes.

De esta forma, el teléfono monedero de previo pago siempre selecciona una combinación de monedas que es la más justa para el usuario. Por ejemplo, sólo recauda una moneda de 1 marco, en vez de monedas de 0,10 marcos cuando el número de éstas disponibles es menor que la cifra decimal que indica el cargo total. Si el usuario quiere estar seguro de que no va a pagar más de lo debido por su conversación, sencillamente lo que debe hacer es introducir 9 monedas de 0,10 marcos, 4 de 1 marco y varias de 5 marcos.

Si alguien no dispone de suficientes monedas del valor mínimo aceptado por el aparato, pero intenta realizar varias llamadas, puede cargar cada llamada contra el total de monedas depositadas no perdiendo así ninguna de las fracciones intermedias. La única pérdida que puede ocurrir (si es que ocurre) corresponderá sólo a la última llamada. Para cumplir esta característica, el NT 2000 va provisto de un pulsador adicional que el usuario oprime para iniciar otra llamada, o para repetir un intento de llamada frustrado por estar ocupado el interlocutor potencial, sin necesidad de volver a colgar el microteléfono.

En la figura 4 se explica el proceso de inserción y recolección de monedas. Como puede observarse, una segunda llamada se inicia con la ayuda del botón de llamadas adicionales (ACB = additional call button). Depositando cuatro monedas de 0,10 marcos, el usuario establece su llamada. Si posteriormente quiere prolongar la llamada, introduce por ejemplo, 4 monedas de 1 marco entre el tercer y cuarto impulso de carga. Tras 10 impulsos de carga se podría, en principio, recaudar una moneda de 1 marco. Sin embargo, puesto que el usuario puede decidir depositar además monedas de 5 marcos y entonces las de 1 marco podrían ser necesarias para una contabilización final lo más justa posible,

se postpone la recaudación de dichas monedas de 1 marco. Después del decimotercer impulso de carga, el usuario da por finalizada la llamada apretando el botón de llamada adicional. Cuando se establece la segunda conexión sigue contabilizándose el cargo a partir del impulso n° 14. Si el usuario introduce otra moneda de 1 marco, por ejemplo, después del impulso de carga n° 21, se sobrepasa la capacidad mínima de este canal y el dispositivo de recaudación toma 1 marco más. Esto ocurre después del impulso n° 22. Si el usuario se da cuenta de que su llamada va a durar más de lo previsto, introduce una moneda de 5 marcos, por ejemplo, entre el impulso n° 52 y el 53. Aunque ya se ha utilizado un tiempo cuyo valor es superior a 5 marcos, esta moneda no se recauda hasta después de haber llegado el impulso n° 60, porque con el marco recaudado anteriormente ya se tiene cubierto el pago de los 10 últimos impulsos. Supongamos que el usuario da por finalizada su llamada después del impulso n° 72, colgando el microteléfono. Como ya se han recaudado en esos momentos 6 marcos, todavía debe 1,20 marcos. El aparato se cobra esta cantidad y reembolsa al usuario el balance final de 3,20 marcos.

Mecanismo de recaudación

El cargador de monedas y el mecanismo de recaudación constituyen una unidad (ver Fig. 5). Las monedas aceptables pasan a los canales cargadores, donde se les detiene por medio de un pasador del electroimán de recaudación que penetra dentro del mismo. Cuando este pasador deja libre la vía de recaudación, las monedas pasan por un sensor electrónico y dependiendo de la posición del pasador deflector, ruedan hacia la hucha. Cuando ya se ha recaudado la cantidad suficiente, el pasador del electroimán de recaudación detiene a las monedas que todavía continuaban almacenadas en el cargador. Cuando se actúa el electroimán de deflexión, libera las monedas, que entonces ruedan hacia el pocillo de reembolso.

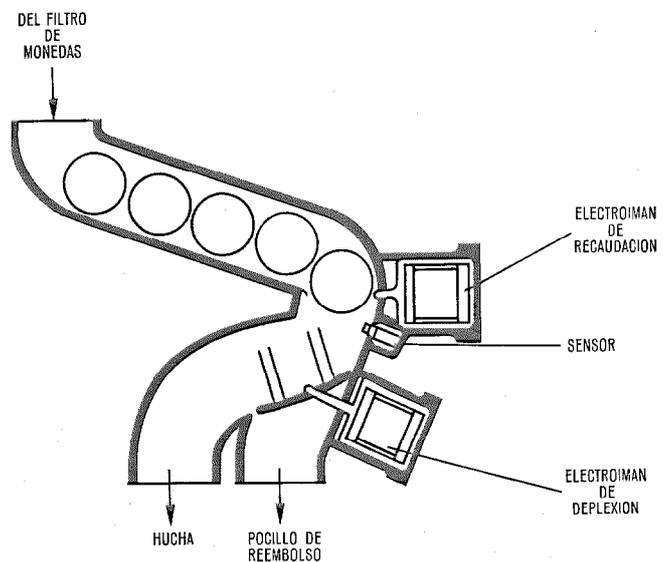


Fig. 5 Conjunto de depósito y recaudación.

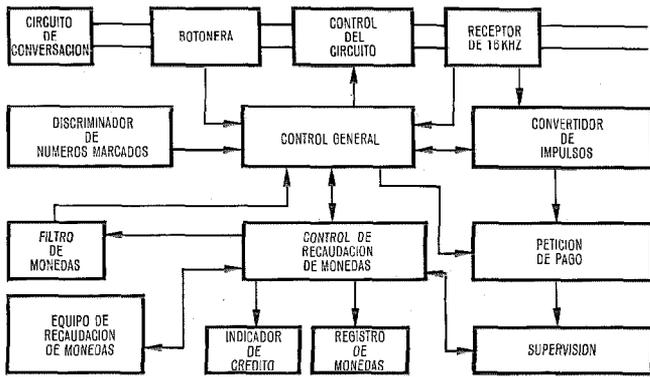


Fig. 6 Diagrama de bloques del NT 2000.

Las únicas partes móviles de todo el conjunto de almacenamiento y recaudación son las armaduras de los electroimanes de recaudación y deflexión. En realidad realizan un movimiento muy pequeño, por lo que su reacción se produce con la velocidad adecuada.

Diseño

Sección eléctrica

En la figura 6 se muestra el diagrama de bloques del NT 2000.

A fin de poder realizar todas las operaciones de conversión, indicación, contabilidad, cálculo, recaudación y reembolso, el equipo necesita un gran número de circuitos lógicos. Si estos circuitos se realizaran a base de relés, necesitarían un espacio de unos dos o tres

metros cúbicos, es decir, llenarían una cabina telefónica normal. Incluso aunque se realizaran a base de circuitos integrados en técnica bipolar (por ejemplo TTL*), el teléfono todavía sería demasiado grande y demasiado caro. La única solución económica posible se obtiene empleando tecnología MOS** para la parte lógica. Los 550 circuitos que serían necesarios en tecnología TTL se pueden reemplazar por 8 circuitos MOS (Tabla 1), diseñados especialmente, montados sobre una tarjeta de circuito impreso simple (ver Fig. 7). De este modo, se reducen los costes en más del 50 %, haciendo que el equipo sea bastante económico.

Tabla 1 - Circuitos MOS empleados por el teléfono monedero.

Función	Unidades funcionales (funciones puerta)	Nº de patas de la pastilla de circuito MOS
Convertidor de impulsos	250	14
Discriminador para el nº marcado	150 + ROM*	18
Control de recaudación de monedas I	200	40
Control de recaudación de monedas II	200 + ROM	40
Control general	100 + ROM	40
Filtro de monedas	250	24
Petición de pago	320	24
Supervisión	300 + ROM	40

* ROM = Read Only Memory = memoria de lectura solamente.

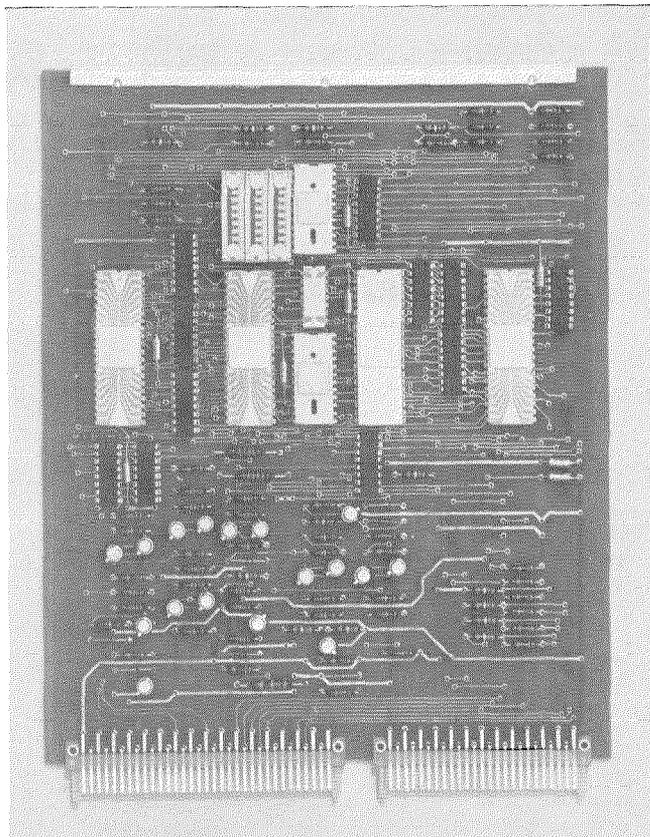


Fig. 7 Control del NT 2000.

Conjuntos mecánicos

En la figura 8 puede verse el diseño interno del NT 2000. Hay un conjunto "filtro de monedas" para cada tipo de éstas, seguido de otro conjunto "para almacenaje y recaudación". Los conjuntos de filtros de monedas, almacenaje y recaudación constan de idénticas partes, y se ajustan nuevamente al tamaño de cada moneda en particular.

El teléfono monedero de previo pago NT 2000 es de diseño modular. Tanto las unidades eléctricas como las mecánicas son enchufables. Las partes mecánicas son en su mayor parte de plástico y se unen unas a otras por la conocida técnica de "snap-in" (corchetes o cierres de resorte). Un ejemplo de esto puede ser el conjunto de almacenaje y recaudación que aparece en la figura 9. Todo el depósito de monedas consta de dos partes de plástico moldeado por inyección, que van montadas en una tarjeta de circuito impreso sobre la que también se colocan los electroimanes de recaudación y deflexión, así como sus circuitos de control. La robustez de esta unidad ya ha sido sometida a prueba.

Para facilitar el mantenimiento, todas las partes del NT 2000 se pueden desmontar fácilmente sin herramientas especiales.

* TTL = Transistor-Transistor-Logic = lógica transistor-transistor.

** MOS = Metal Oxide Semiconductor = semiconductor de óxido metálico.

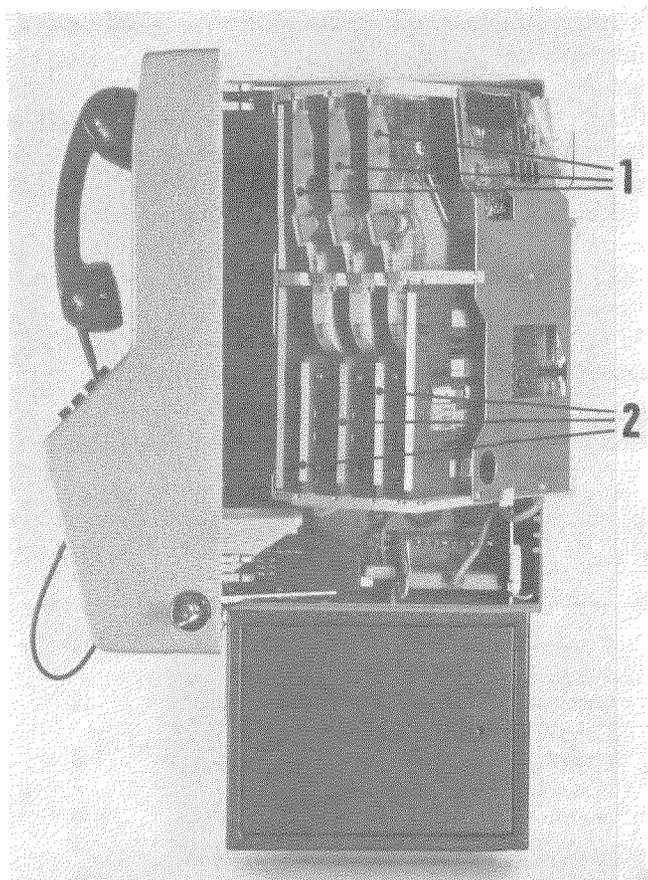


Fig. 8 Estructura interna del NT 2000.

- 1 - Filtro de monedas
- 2 - Conjunto de almacenaje y recaudación

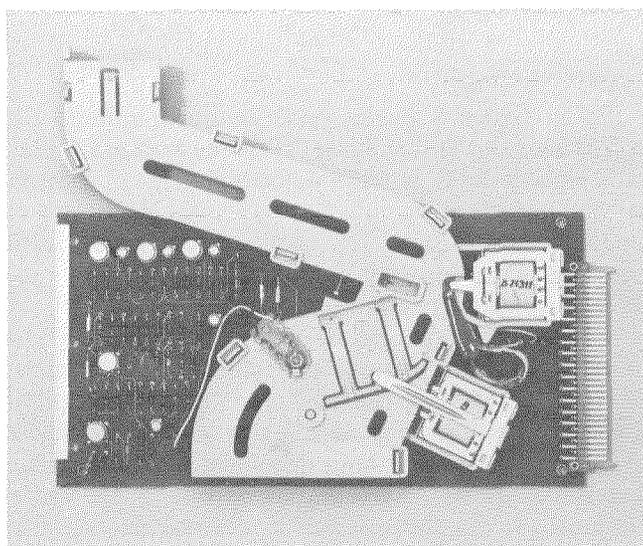


Fig. 9 Conjunto de depósito y recaudación.

Diseño externo

El diseño externo del NT 2000, orientado hacia el usuario, es el resultado de un amplio número de investigaciones sobre aspectos tales como distancias de alcance y visión [4, 5]. A partir de estudios basados en la distribución de las estaturas humanas, de las posiciones de los ojos, de las alturas de las articulaciones

de los hombros, y de las longitudes de los brazos (ver Fig. 10) ha sido posible encontrar la disposición óptima de los elementos de presentación de datos y de control, así como los límites de alcance. La altura óptima a que van montados los elementos de presentación de datos y de control del NT 2000 está entre 95 y 140 cm, con el teclado a una altura de 110 cm y con una inclinación de 50°. Teniendo en cuenta que la mayoría de los usuarios coge el microteléfono con la mano izquierda y deposita las monedas con la derecha, las ranuras de introducción de monedas (también inclinadas) están situadas a la derecha del teléfono, mientras el microteléfono está a la izquierda (ver también Fig. 1).

A la izquierda de las ranuras hay una lámpara de señalización. Nada más descolgar el microteléfono, la lámpara solicita la introducción de monedas y, durante la conversación se enciende 10 segundos antes de que finalice el tiempo pagado, recordando que es preciso añadir nuevas monedas. El presentador digital de los datos correspondientes al crédito está situado en la parte superior izquierda del aparato. Continuamente informa al usuario del saldo remanente. A la izquierda de este presentador de datos hay otra lámpara de señalización que se enciende en caso de desconexión forzosa, es decir, cuando ya se haya utilizado toda la cantidad de monedas introducidas.

Conclusiones

El teléfono monedero (de previo pago) NT 2000 evita los inconvenientes de la mayoría de los aparatos convencionales mencionados al principio. Ofrece, además, una gran variedad de nuevas características. En resumen, presenta ventajas para:

- la administración, debido a su sencillo funcionamiento y a sus mínimas exigencias de mantenimiento;
- el usuario, debido a la facilidad de su manejo y a la recaudación óptima de las monedas;
- el fabricante, debido a su diseño modular basado en nuevas tecnologías.

El NT 2000 viene pues a marcar nuevas pautas para la próxima generación de teléfonos monedero.

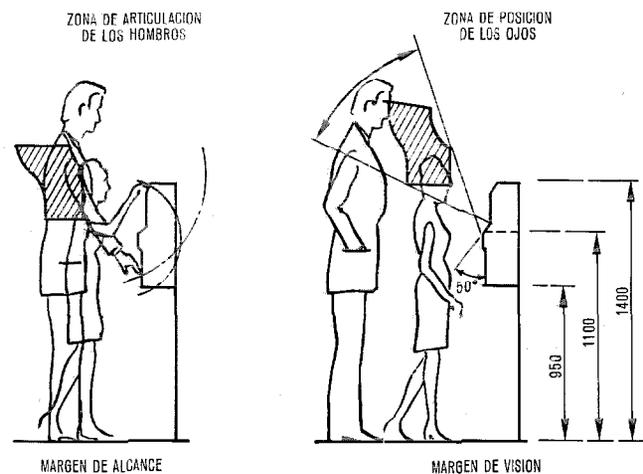


Fig. 10 Diseño ergonómico.

Referencias

- [1] Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen. Ministerio Alemán de Correos y Telecomunicaciones. Memoria Anual de 1972, pág. 74.
- [2] G. Zeidler: Análisis y evaluación de los teléfonos monedero existentes. Una aproximación a los nuevos conceptos de diseño; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 48 (1973), N° 3, págs. 279—287.
- [3] B. Kaufmann y K. Reinewald: Schaltungsanordnung zum Unterscheiden zwischen unterschiedlichen metallischen Gegenständen, insbesondere Münzen. Deutsches Patentamt, Offenlegungsschrift 2012376.
- [4] H. Oden, K. Kuhnle: Future Coin Telephones — Proposals Based on Human Factors Engineering; 5th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, Londres (1970), documento 4.3.
- [5] U. Hadler, G. Maul: Tests Supporting the Design of User's Equipment — Examples for Their Performance and Evaluation; 6th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, Estocolmo (1972), documento 5.1.

Gerhard Zeidler nació en 1936 en Breslau, Alemania. Estudió ingeniería de comunicaciones en el Instituto de Tecnología de Darmstadt. Se graduó en 1961 como ingeniero y alcanzó en 1964 el grado de Doctor Ingeniero con su tesis en reconocimiento de caracteres. El Dr. Zeidler empezó a trabajar en SEL, Stuttgart, en 1965. Ha sido jefe del departamento de planificación en la división de desarrollo de conmutación telefónica, y actualmente es jefe de Investigación Desarrollo e Ingeniería de la División de Comunicación telefónica.

El Dr. Zeidler es miembro del Nachrichtentechnische, dentro del VDE.

Sistema de diagnóstico en línea para ordenadores de pequeña capacidad trabajando en duplex

Este sistema de diagnóstico ha sido desarrollado para mantenimiento de la configuración duplex de procesadores ITT 1600 empleados en las centrales locales medias del tipo Metaconta⁺ 10 C. Después de un largo período de prueba ha demostrado un comportamiento satisfactorio.

R. J. RIJMENAMS

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

D. G. CALLAHAN

Standard Telecommunication Laboratories, Harlow, Reino Unido

Introducción

La central media local en versión 10 C del sistema de conmutación Metaconta⁺ utiliza dos unidades centrales de proceso conectadas en duplex. La filosofía de control se describe en la referencia [1]. Los diagnósticos para la localización de fallos pueden utilizarse con el fin de reducir al mínimo posible el tiempo de parada, por fallo de la máquina. Este artículo describe el desarrollo de un diagnóstico para la localización de fallos de la unidad central de proceso del ITT 1600.

Los ordenadores de la central, conectados en configuración duplex trabajan según el principio de reparto de carga, y la utilización de un pequeño conjunto de circuitos extra permite que cada ordenador pueda probar al otro. El sistema desarrollado aquí necesita un programa supervisor almacenado en memoria. El supervisor lee los datos del diagnóstico de una cinta de papel y realiza las pruebas especificadas en ella sobre el otro ordenador.

Si un fallo se halla claramente definido, se listan los nombres de las correspondientes placas de circuito impreso, por medio del teleimpresor.

El problema del diagnóstico

El problema del diagnóstico visto en un contexto de conservación puede considerarse como el problema de aislar un fallo en un pequeño número de Placas de Circuito Impreso (PCI). Un ejemplo simple puede ilustrar el problema de la detección y localización de fallos. Considérese, por ejemplo, que la Unidad Central de Proceso (UCP) es capaz de realizar la siguiente función:

$$(X + Y) \rightarrow Y.$$

Esto es, dos registros de 16 bits, X e Y se suman, y el resultado se almacena en Y . Supóngase que las señales siguientes deban generarse por los decodificadores de función y las señales de control de tiempo correspondientes.

XAG - Registro X al acumulador

YAD - Registro Y al acumulador

YP - Suma del acumulador al registro Y .

Pueden generarse en la máquina condiciones capaces de producir la función $(X + Y) \rightarrow Y$. Ignorando el caso $X, Y = 0$, el valor de Y puede permanecer inalterado, o puede hacerse igual a X . En el primer caso,

cualquiera de las señales XAG o YP ha podido fallar; en el segundo caso YAD ha fallado. Otros resultados pueden darse para Y . Por ejemplo, si el mismo decodificador de función distribuye XAG e YAD (pero no YP), y el decodificador falla, Y pasará a tener el valor cero.

Es necesario leer y escribir X e Y , y será una ventaja poder leerlos inmediatamente después de enviado el dato a Y .

El contenido del registro puede usarse para identificar la falta. El resultado en el registro se llamará configuración de error. La tabla 1 muestra las configuraciones de error que se obtendrían en el caso expuesto previamente.

Tabla 1 - Configuraciones de error.

Configuración	Señales en fallo
$Y =$ inalterado	XAG/YP
$Y =$ valor de X	YAD
$Y =$ cero	Decodificador

De este ejemplo se deducen los siguientes puntos generales:

- El control de reloj y la posibilidad de escribir y leer todos los elementos de la memoria permitirán concretar mejor el tipo de fallo. (Punto de gran importancia.)
- La disposición física de la máquina es uno de los factores que puede afectar el número de PCI a imprimir. Como puede verse en la tabla 1, si YP y XAG están en la misma PCI, el hecho de que cada una no dé un resultado único de error permitirá no imprimir un nombre extra de PCI.
- La suposición de un fallo único define una partición más allá de la cual no se realizan pruebas en ningún punto de los datos (lo mismo que antes, cuando un único decodificador de función puede fallar al generar XAG y YAD, pero no se considera la posibilidad de un fallo simultáneo en YP, o la generación de YAG por camino diferente).
- Las condiciones de entrada puestas en los registros pueden escogerse para que una falta quede identificada de modo único.

La secuencia en la cual se realizan las pruebas es crítica puesto que una secuencia diferente puede dar lugar a un diagnóstico diferente.

Esto puede demostrarse fácilmente. Supóngase una

⁺ Marca registrada del sistema ITT.

máquina ejecutando un programa. En un momento determinado se produce un fallo. En algún punto, sea cual fuere el programa que pueda estar ejecutándose, dependiendo de la relación lógica entre el fallo, las señales de control de tiempo, los decodificadores y los contenidos de los registros, habría un funcionamiento incorrecto. Es decir, un elemento de almacenamiento estaría alterado. Fallos diferentes podrían tomarse como causa de funcionamiento incorrecto en diferentes puntos. Ahora supóngase que un dispositivo de prueba está gobernando la máquina, transfiriendo el control completo del reloj y de todos los elementos de almacenamiento a un comprobador remoto. El dispositivo de prueba puede predeterminar la correlación lógica entre el fallo, señales de control de tiempo, decodificadores y contenidos de registros. En principio, por tanto, el dispositivo de prueba puede aislar y poner en orden un conjunto completo de fallos generados por condiciones de falta potenciales. En el caso del diagnóstico descrito en este artículo, el fallo está representado por una Configuración de Error.

Es relativamente fácil disponer condiciones de modo que un fallo en particular se manifieste en un funcionamiento incorrecto característico. En la práctica no obstante, varios fallos (aparentemente no relacionados) pueden producir el mismo funcionamiento incorrecto. El problema principal es disponer los datos del diagnóstico y las secuencias de la prueba en una base puerta-por-puerta de tal modo que ningún fallo pueda generar precisamente el mismo error que uno que se supone comprobado previamente.

Diagnósticos de la unidad central de proceso ITT 1600

Facilidades del Controlador Automático de Pruebas

El Controlador Automático de Pruebas (CAP) es un controlador de dos placas situado en el ordenador bajo prueba. Las facilidades proporcionadas por el CAP son básicamente las mismas que las de la consola del ordenador. El CAP permite escribir y leer todos los registros de la unidad aritmética (más uno de la lógica de conjuntos de bits). Otros elementos de almacenamiento de la UCP están cableados en cuatro registros de estado de 16 bits, los cuales pueden leerse pero no escribirse. Los elementos de almacenamiento incluyen el registro de función (decodificador de la instrucción), y el generador de señales de control de tiempo. El CAP permite a su vez el control por medio de reloj, carga de la memoria, actuación del conmutador de condición, borrado general y borrado de datos. Esquemas similares se han utilizado en otros casos [2].

Supervisor del diagnóstico

Dadas las características de una central, el programa de diagnóstico y los datos no pueden estar almacenados permanentemente en memoria. Por tanto, es conveniente dividir los diagnósticos en programa supervisor y datos. El supervisor puede estar cargado en memoria (en la máquina que realizará la prueba) como un programa a demanda. El supervisor lee entonces los

datos de prueba bloque a bloque, ejecuta las pruebas especificadas (sobre la otra máquina) y lee los resultados. Dependiendo de los resultados, el supervisor imprimirá los nombres de las PCI y activará la condición de espera, o por el contrario continuará las pruebas. (La configuración se muestra en la figura 1).

Datos del diagnóstico

Ingenieros conocedores de la lógica de la UCP generaron manualmente los datos del diagnóstico. Los datos están diseñados basándose en un principio modular. Esto es, se prueba una unidad lógica y si no se halla falta en ella, puede usarse para probar la lógica siguiente. Una división adecuada de los datos del diagnóstico puede hacerse como se especifica a continuación:

- Prueba de la Unidad Aritmética (UA) y del acumulador.
- Prueba de la lógica de control con entrada a uno.
- Prueba de la parte lógica de control con entrada a cero.
- Prueba de la lógica de bit con ambas condiciones.
- Pruebas del resto de la UCP.

Las pruebas están diseñadas en una base puerta-por-puerta: la instrucción se mira sólo como un medio idóneo para la generación de señales de prueba.

Los datos están codificados en bloques definidos. Los tipos de bloques están diseñados para realizar las funciones siguientes:

- Carga de memoria.
- Escritura de registro.
- Actuación del conmutador de condición.
- Borrado general/borrado de datos.
- Control de reloj.
- Verificación de los contenidos correctos del registro.
- Verificación de error en los contenidos del registro.
- Evaluación de la tabla de verdad.
- Verificación especial para cada tipo de configuración.

Asociados a estos bloques hay datos como por ejemplo, configuraciones de prueba, nombres de PCI, etc.

Los primeros cinco tipos de bloques realizan las funciones del panel de control, los restantes cuatro están dedicados a la detección o localización de errores.

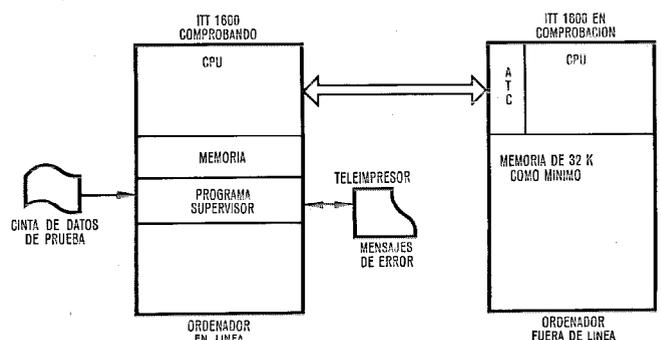


Fig. 1 Configuración del supervisor.

Si se lee una verificación correcta de los datos el supervisor lee los registros especificados y los compara con las configuraciones de los datos de diagnóstico. Estas configuraciones de datos serían los que se leerían en una máquina sin error. Si se lee una configuración incorrecta de la máquina en comprobación, el supervisor puede imprimir todos los contenidos de los registros en el teleimpresor, pero esto se hace bajo control de operador.

Una comprobación de error también puede producir una lectura y comparación de registros. En este caso, sin embargo, las configuraciones de los datos de error se llamarán Configuraciones de Error. Si la configuración leída en la máquina sometida a prueba coincide con una Configuración de Error, se considera que el error ha sido identificado. En condiciones que se explican más tarde el supervisor imprimirá los nombres de las PCI asociadas a esta prueba en la cual se ha detectado un error.

En una prueba en que se ha detectado error existe una diferencia entre el valor real y el predefinido. En una prueba sin error no existe tal diferencia. Estos resultados pueden ser almacenados para una evaluación posterior en una tabla de verdad.

Una verificación en especial se especifica con una operación a realizar. Por lo tanto, si así se ha indicado, el supervisor explorará un registro determinado para comprobar que tiene solamente un uno, solamente un cero o un grupo de unos o ceros. Como resultado de este tipo de pruebas se imprimirá un número de bit además de los nombres de las PCI.

Un ejemplo de los datos de diagnóstico

Además de las pruebas iniciales en la Unidad Aritmética todas las comprobaciones se llevan a cabo forzando a la máquina a pasar bloques de impulsos.

La figura 2 da un ejemplo de los datos de prueba.

Los datos objeto están listados en las dos columnas de la izquierda de la página.

En la palabra de control 540 se indica Borrado General.

En la palabra de control 541 se carga la memoria.

En la palabra de control 542 se disponen las condiciones de entrada del registro. En la palabra de control 543 se escribe el registro N. Por este medio el CAP controla el reloj de la máquina. Después de un impulso se realiza la verificación (esto es, dos palabras de control combinadas). Las condiciones de entrada de los registros Y, Q y A son comprobadas. El registro referido como K es el registro de contenido de memoria y cuando se hace referencia a él, los datos incorrectos producen una parada de las pruebas. La memoria es indicada entonces como una posible fuente de error. La palabra de control 546 incluye una indicación para repetir la carga de memoria. Por lo tanto se hace un borrado general en la máquina. Se repite la palabra 542 y se ejecutan dos ciclos. Si el registro Y contiene alguna de las configuraciones especificadas en la palabra de control 547, se imprimen los nombres de las PCI listadas al lado de las configuraciones. Las pruebas se paran sin embargo sólo si la prueba precedente ha sido correcta. Esto se especifica por medio de la

```

0001 *
0002 *** SECTION 5
0003 *** TEST FOR CONTROL LOGIC STUCK AT ONE
0004 *
0005 * A-CYCLE
0006 *

CONTROL WORD NUMBER = 000540
004101 0007 (SET)REGISTERS
0008 (NO)MASTER CLEAR

CONTROL WORD NUMBER = 000541
050002 004000 0009 (MEMORY SET
041141 004141 0010 (START ADDRESS 004000
041141 0011 (DATA FOR MEM 041141
0012 */
0013 (START ADDRESS 004141
0014 (DATA FOR MEM 041141

CONTROL WORD NUMBER = 000542
045001 002001 0015 (SET)REGISTERS
020000 004000 0016 (Y)REGISTER = 004000
0017 (Q)REGISTER = 020000
0018 (A)REGISTER = 002001

CONTROL WORD NUMBER = 000543
020601 0019 (SET)REGISTERS
0020 (N)REGISTER = (P)NO. OF PULSES = 1

CONTROL WORD NUMBER = 000544--000545
045003 002001 0021 (COR)RECT CHECK
020000 004000 0022 (K)REGISTER = 041141
000404 041141 0023 (Y)REGISTER = 004000
0024 (Q)REGISTER = 020000
0025 (A)REGISTER = 002001

CONTROL WORD NUMBER = 000546
021301 0026 (SET)REGISTERS
0027 (R)REPEAT SET UP
0028 (N)REGISTER = (P)NO. OF PULSES = 2

CONTROL WORD NUMBER = 000547
061605 004000 0029 (ERR)OR CHECK
000000 000141 0030 (L)AST TEST P??
007016 011000 0031 (Y)REGISTER = 004000 EST2
0032 (Y)REGISTER = 000000 EST2
0033 (Y)REGISTER = 000141 EST4

CONTROL WORD NUMBER = 000550
001001 004141 0034 (COR)RECT CHECK
0035 (Y)REGISTER = 004141

LOAD MEM LOC WITH JST
INSTRUCTION

LOAD ANOTHER MEM LOC
TO RETAIN CONSTANT PATTERN
IN M REG

MAG/YF
MAG/YAD
YAD
    
```

Fig. 2 Ejemplo de listado de datos de diagnóstico.

Ultima Prueba P?F?. Si la palabra de control 544-545 falla, el informe de error se considerará no concluyente. A petición del operador se pueden imprimir informes no concluyentes. La posibilidad de la "Ultima Prueba P?F?" se incluye en caso de que el fallo sea tal que perjudique las condiciones de entrada para la prueba e inadvertidamente ocasiona la misma configuración de error que daría un fallo diferente. Esto puede describirse como un caso en el que la secuencia de la prueba es incorrecta.

Ensamblaje y actualización

Después de que los datos de diagnóstico han sido codificados y perforados, son ensamblados por el programa ensamblador de datos de prueba, el cual genera el listado (un ejemplo del cual se ha dado previamente) y los datos objeto requeridos por el supervisor. El ensamblador asigna números de palabra de control a cada bloque y números de página al listado. Cuando se hacen las pruebas, el supervisor imprime en su salida números de página y de palabra de control referentes al listado. En el campo de comentarios del listado pueden figurar los nombres de las señales en comprobación.

En lo que concierne al encargado de mantenimiento, el listado de diagnóstico es la documentación del sistema. El código fuente se imprime en el listado entre paréntesis. La actualización de los datos fuente se lleva a cabo por medio del mismo programa de actualización necesario para las cintas fuente del ensamblador Simbal 16. Los números de palabra de control son entonces regenerados secuencialmente en el ensamblaje. La actualización puede por tanto cambiar los números de las palabras de control.

El sistema en-línea

A continuación se describe el sistema de diagnóstico en línea tal como se realiza en las centrales medias locales tipo Metaconta⁺ 10 C.

En operación duplex, el CAP permite a un ordenador controlar al otro simplemente como uno más de los periféricos. Esto significa que un ordenador que falle puede ser probado exactamente del mismo modo que el resto de los periféricos. Sólo un pequeño porcentaje del tiempo total de proceso se dedicará a esta tarea mientras que el procesador operacional continuará manejando toda la carga de llamadas, y de ahí el término "diagnóstico en línea". El software del sistema está organizado de tal modo que la capacidad total de tráfico no se verá afectada por los diagnósticos ni incluso cuando se utilice durante horas cargadas.

Supóngase que hay un fallo en un procesador; el fallo será detectado bien por la máquina en fallo o bien por la otra. Comienza un proceso de transferencia de control, las llamadas en estado estable serán tratadas por la máquina en buen estado. Las llamadas que no están en estado estable se liberan. La máquina en fallo pasa a estado de fuera de servicio y a continuación se cargarán y ejecutarán los programas de pruebas. Si se detecta la avería se envía un mensaje para informar al

operador. Si no se encuentra una falta obvia para el fallo (un fusible, indicador, o similar) el operador cargará el programa supervisor de diagnóstico. Este programa se carga como un programa a demanda. A continuación la cinta de datos de prueba se pondrá en el lector y el programa supervisor de diagnóstico se arrancará por medio del teleimpresor.

Los diagnósticos se ejecutan durante los intervalos asignados a programas a demanda. Esto hace que el tiempo total para realizar una diagnosis completa sea de 7 minutos. Por lo tanto, simplificando, el tiempo medio para diagnosticar un fallo es de 3,5 minutos. En caso de fallo se saca un mensaje de error que indica los nombres de las PCI que puedan contener el fallo; si no se detecta ningún fallo, un mensaje lo indicará así. Todos los mensajes que no estén referidos a placas de ordenador están codificados. Estos mensajes pertenecen al CAP, a la memoria del procesador bajo prueba, al lector de cinta de papel y a los mensajes finales.

Un técnico de mantenimiento con un conocimiento limitado de la UCP será capaz de reparar adecuadamente la mayor parte de los fallos del ordenador: Lo único que deberá hacer es reemplazar las placas indicadas en el informe de fallos. Esto significa para el tipo 10 C una o dos placas: Un promedio de 1,4 placas por configuración de error.

Para el técnico de mantenimiento de un nivel más alto el informe de fallos contiene referencias al listado de datos de prueba. Este listado a su vez le permitirá identificar la señal y puerta en fallo. Impresiones de todos los registros pueden hacerse en caso de que no fuera detectado ningún fallo concluyente. Esto será muy útil en casos límites, tales como fallos que no están de acuerdo con las suposiciones, lógica no comprobada completamente, etc.

En un futuro no muy lejano se puede imaginar que estos diagnósticos serán cargados y ejecutados automáticamente de un disco en línea, siempre que se detecte un fallo importante del ordenador. En este punto uno puede preguntarse por qué un diagnóstico en línea a través de la otra máquina tiene que ejecutarse mientras la máquina en fallo, que está fuera de línea, podría diagnosticarse por sí misma. El autodiagnóstico se consideró menos aceptable porque requiere un ordenador más o menos operacional, y un procedimiento manual para complementarlo. Los autodiagnósticos también proporcionan menos precisión de diagnóstico en términos de placas a las que se hace referencia, porque deben pasar secuencias de pruebas de varias instrucciones y ellos sólo tienen acceso a registros programables.

Verificación de los datos de prueba del diagnóstico

Versión de pruebas del supervisor

La verificación de un diagnóstico de ordenador es un problema importante. Puesto que la verificación de datos se lleva a cabo fuera de línea, se diseñó una versión de pruebas del supervisor. Tiene las siguientes características:

Diagnostic en línea para ordenadores en duplex

- Los datos de prueba se leen de una memoria de ferritas (en vez de cinta de papel).
- Salida a impresor de línea (opción).
- Continuación de las pruebas en errores normalmente concluyentes (opción).
- Impresión de todos los registros según indicación de la palabra de control.
- Impresión de todos los registros que se cargan en la tabla de verdad.

Las acciones del CAP resultaron idénticas tanto en la fase de prueba del supervisor como en la fase normal. Este supervisor resultó ser una herramienta poderosa para la verificación de los datos.

El método de inserción de fallos

La verificación de los datos se llevó a cabo mediante una inserción manual (no automática) de fallos físicos. Las salidas de las puertas se conectaron a tierra mediante una conexión provisional. La pista correspondiente de la PCI se cortó cuando fue necesario crear una condición de fallo. Normalmente se prepararon unos 15 fallos de circuito abierto de este tipo al mismo tiempo. Se soldó un bucle de hilo sobre cada uno de los cortes. En el momento de la comprobación se abriría el primer bucle.

Pasada la prueba y efectuada una reparación provisional, y volviendo a empalmar los hilos, se volvería a pasar la prueba para verificar la reparación, y así sucesivamente se repetiría el proceso con todos y cada uno de los fallos.

Problemas

Con este método surgieron algunos problemas que pueden ser clasificados en dos grupos, que ocurren aproximadamente con la misma frecuencia. En el primer grupo englobaremos los debidos a errores humanos, y en el segundo los debidos al deterioro continuo de las PCI.

Típicos del primer grupo son los siguientes: (debidos a reparaciones después de una serie de pruebas)

- Conexión hecha a un terminal equivocado.
 - Modificación sobre una placa (en forma de corte de pista) reparada erróneamente por tomarla por un fallo.
 - Trozo de hilo o estaño cortocircuitando pistas, etc.
- Típicos del segundo grupo son los siguientes:
- Reparación de un fallo que no cubre un corte previo en la misma pista.
 - Fallos intermitentes (posiblemente debido a problemas de contacto originados por el continuo sacar y meter de placas).

La inspección fue notablemente inadecuada al tratar de eliminar los errores del primer grupo. Las conexiones que faltaban fueron fácilmente localizadas, las que sobraban sólo con dificultad. Las gotas de estaño e hilos situadas bajo los circuitos integrados tendieron a permanecer en su posición al limpiar la placa después de haber trabajado sobre ella. La solución a estos y a otros problemas similares radica obviamente en el

sentido común y la competencia más que en la tecnología y en la innovación. Estos problemas cuestan mano de obra y tiempo de pruebas. El método de inserción de fallos no fue apropiado debido a la asignación del tiempo de máquina por horas.

Un método de inserción de fallos diferente

Algunos de los problemas descritos podrían haberse evitado si se hubiera dispuesto de un método de inserción de fallos diferente. En este sentido se intentó un esquema piloto consistente en montar los circuitos integrados por medio de conectores sobre una placa del procesador central. La puesta a tierra de las señales podía hacerse como antes. Podrían originarse fallos de circuito abierto doblando hacia afuera la pata del circuito integrado y volviéndolo a poner en el conector. Es difícil evaluar el posible ahorro de tiempo pero presenta la ventaja de evitar los problemas descritos. Para un ahorro significativo es necesaria alguna forma de inserción de fallos o simulación automática. En la referencia [3] puede verse una comparación de estos dos métodos.

Otro dispositivo fue una placa de doble entrada montada con interruptores, que fue colocada en una placa extensora normal y por tanto insertada entre la placa en pruebas y la parte posterior del ordenador. Así, las señales se pueden cortar sin problemas de tiempo o distorsión.

Es claro que el próximo paso hacia la automatización de la inserción de fallos será reemplazar los conmutadores por alguna lógica de control y relés excitados por el ordenador de pruebas.

Una ventaja importante de tales esquemas es la facilidad de repetición de la inserción de faltas.

Verificación-Proceso de datos

La salida obtenida de todas las pruebas de datos rivaliza con la cantidad original de datos de diagnóstico. La actualización se realizó a intervalos frecuentes, con los consiguientes cambios en los números de las palabras de control. La exploración manual de los datos de prueba con vistas a cambiar los datos del diagnóstico fue un problema considerable. Esto se puede apreciar por medio de un ejemplo simple. Supóngase que hemos realizado 1000 pruebas y 5 actualizaciones. En este punto del período de prueba, una condición de fallo, que se pensaba había sido identificada en la palabra de control 4000, provoca un alto en la palabra de control 5000, cambiándose adecuadamente la referencia de error de dicha palabra. Deseamos ahora borrar la prueba representada por la palabra de control 4000. Pero si alguna otra condición de fallo provoca un alto allí, podemos comprobar la salida completa de todas las pruebas para conseguir una referencia de la palabra de control 4000. Surge entonces la pregunta de qué número tenía antes de cada una de las cinco actualizaciones la palabra de control 4000 actual y qué pruebas fueron realizadas antes de cada una de las actualizaciones. Obviamente, el problema es en

parte rutinario y como tal, no es insuperable una vez que se ha reconocido. Es también un problema de proceso de datos y como tal podría resolverse por medio del software.

La salida de las pruebas podría haber incluido también salidas sobre cinta de papel, cinta magnética, etc. La actualización podía dejar los números de las palabras de control sin cambiar. Las inserciones serían fechadas y numeradas según un esquema diferente. El supervisor necesitaría también registrar el fallo como una parte de la salida. Podría haberse producido un programa para estudiar los datos de la prueba que hubiera sido realmente necesario si se hubiera utilizado un sistema automático de inserción de fallos que produciría un incremento considerable de datos de prueba.

La consecuencia desafortunada de apoyarse en los métodos manuales es que el número de nombres de PCI por informe tiende a aumentar.

El problema de la modificación de datos

Los resultados de las pruebas indicaron que aproximadamente el 25 % de los datos del diagnóstico necesitaban modificación. El problema de la modificación puede explicarse como sigue. Supóngase que los resultados de pruebas referentes a 500 condiciones de fallo están disponibles. Las referencias de error (y por tanto los altos) a las que se ha llegado están distribuidas uniformemente en los datos. Si modificamos una configuración de error en el medio de la distribución, esto puede provocar alguna de las condiciones de fallo a la que se ha llegado previamente. Por lo tanto se corre el riesgo de introducir el problema de funcionamiento incorrecto prematuro descrito.

La repetición de pruebas para verificar que no ocurre ninguna de tales alteraciones consumía demasiado tiempo como para permitir la utilización de cambios de configuración de errores como método normal de modificación de los datos. La acción tomada dependía del resultado de las pruebas, y si la condición de fallo no producía un alto, se añadía una prueba suplementaria al final de los datos.

Si la condición de fallo daba la referencia de error correcta en un lugar incorrecto, el problema no era grave, y si la condición de fallo daba la referencia de error incorrecta, existían varias posibilidades.

Típicamente la salida de una prueba en estas circunstancias contendría la impresión de algunos registros y la referencia de error definitiva (errónea). Las configuraciones incorrectas que provocan la impresión de los registros fueron ocasionalmente convertidas en pruebas de error con la carga de la tabla de verdad. Se consideró que esto originaba un riesgo mínimo de que cualquier otra configuración de fallo generase todas las condiciones de fallo necesarias en las nuevas pruebas de errores.

Otras posibilidades incluyen: cambio de las condiciones de entrada, cambio del número de impulsos, etc. Claramente, estas posibilidades comportan únicamente

el riesgo de introducir un conjunto diferente de funcionamientos erróneos.

Acciones del supervisor relacionadas con la localización de fallos

Debe tenerse en cuenta un problema en particular en cuanto a la modificación de los datos se refiere y que está relacionado con la especificación original del supervisor y las condiciones en las que se puede producir un alto de las pruebas.

La comparación de datos reales con las configuraciones de error sirve para la identificación normal de los fallos. Pueden también pararse las pruebas, por ejemplo, si el CAP no interrumpe a tiempo. Después de una acción específica del supervisor pueden identificarse otros fallos; por ejemplo, la prueba del registro *K* descrita en el apartado "Un ejemplo de los datos de diagnóstico". Estos métodos de identificación de fallos suponen una pequeña desviación de la filosofía original, en la cual se suponía que los datos del diagnóstico controlaban la localización de fallos.

Esto causaba algunos problemas en cuanto a la modificación de datos: por ejemplo, no es posible añadir simplemente referencias de error al mensaje de fallos de memoria o a los mensajes de fallo del CAP. Estos mensajes no existen en los datos porque se derivan del supervisor.

El controlador automático de pruebas en la localización de fallos

Podría considerarse como un punto débil del CAP el hecho de que sea necesaria la lectura de la memoria para generar decodificaciones de función y de que tome el generador de niveles de tiempo a través de alguna de sus secuencias.

La capacidad de cargar los registros de estado así como de leerlos hubiera sido una ventaja al diagnosticar fallos del CAP sin dependencia de la operación de memoria. Posiblemente, también se hubiera logrado mayor definición generando señales de temporización que normalmente no son ciertas en el mismo momento. El CAP hubiera tenido entonces que inhibir algunas otras funciones de máquina.

Otra posibilidad es asignar señales de control a registros de estado adicionales. En contra de estas posibilidades debe tenerse en cuenta el aumento de tamaño del CAP, siendo así que el dispositivo de pruebas debe ser lo más pequeño posible.

Conclusion

Tres hombres-año se emplearon desde el comienzo de la generación de datos del diagnóstico hasta la producción de la primera edición del diagnóstico en línea. Para un ordenador del tamaño del IIT 1600, los métodos manuales empleados fueron adecuados ya que tenían la ventaja de que la amplitud del diagnóstico podía ser definido con precisión en cuanto a las puer-

tas muestreadas. Esto evidentemente tenía la ventaja adicional de la verificación de procesos.

Las ventajas de las pruebas duplex en cuanto a la mejor definición de fallos ya se han discutido. Una ventaja adicional es que los datos de diagnóstico no están codificados en un lenguaje típico. Los datos están autodocumentados y son de fácil comprensión para los técnicos de mantenimiento.

El proyecto consiguió su meta principal de desarrollar una ayuda para el mantenimiento que permitiría a un técnico no especializado localizar fallos en la UCP.

Agradecimiento

Queremos agradecer a Mr. C. Huges, Mr. F. Parijs y Mr. I. Ross que trabajaron respectivamente en el Ensamblador de Datos de Prueba, el programa supervisor de diagnóstico y datos de prueba, y además a todos aquéllos que aplicaron sus facultades críticas al proyecto y a este artículo.

Referencias

- [1] S. Kobus, A. Kruithof, L. Viellevoe: Principio de control del sistema de conmutación Metaconta L; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 47, Nº 3 (1972).
- [2] Martín S. Horovitz: Automatic Check-out of Small Computer. Digital Equipment Corporation; Spring Joint Computer Conference, Volume 34, 1969.
- [3] David Corman y John G. Burns: A Comparison of Digital Simulation and Physical Faults Insertion in Diagnostic Test Development; Recopilación de información del Congreso Internacional sobre Tolerancia y Falta en Ordenadores de 1972, Newton, USA, junio 1972 (New York, USA, IEEE 1972), págs. 42—46.

René J. Rijmenams nació cerca de Mechelen, Bélgica, en 1941. Se graduó en la Escuela Politécnica de Bruselas e ingresó en la Fuerza Aérea Real Belga. Trabajó durante varios años en sistemas de radar controlados por ordenador en la Compañía Hughes Aircraft de California. Ingresó en BTMC en 1971. Desde entonces ha sido el responsable del software básico del ITT 1600 desarrollado por el Centro de Ingeniería de Ordenadores de Amberes.

David G. Callahan nació en Londres, Inglaterra en 1947. Se graduó en la Universidad de Reading en 1970. Trabajó en Ferranti por escaso período de tiempo, ingresando a continuación en el Centro de Ingeniería de Ordenadores de Amberes. Desde entonces ha trabajado extensamente en diagnósticos para la ITT 1600. Actualmente pertenece al Centro de Ingeniería de Ordenadores de ITT de STL.

Sistema automático de medidas de transmisión y registro (ATMR)

El sistema automático de medidas de transmisión y registro (ATMR) permite realizar pruebas de mantenimiento sobre secciones de transmisión de circuitos interurbanos y supervisar la red de transmisión. Los programas de supervisión y mantenimiento, así como el registro y procesamiento de datos están centralizados y bajo control de un ordenador.

L. C. DESCHUYTERE

J. A. M. FESKENS

Bell Telephone Manufacturing Company, Amberes, Bélgica

Introducción

Las redes telefónicas actuales se caracterizan por su elevado grado de complejidad, combinada con un crecimiento continuo de los tipos de servicios de abonado (facilidades) disponibles. El mantenimiento de esta red ha llegado a ser el problema de mayor importancia para muchas administraciones telefónicas, teniendo en cuenta el número de circuitos a mantener y los estándares de calidad requeridos. Una de las causas de esta situación puede encontrarse a veces en un marcado desequilibrio entre la demanda y la disponibilidad de mano de obra cualificada. Por tanto, bajo ciertas circunstancias, la única respuesta satisfactoria a los requisitos de fiabilidad y comportamiento de los circuitos es la introducción de dispositivos automáticos de mantenimiento.

La Administración belga de teléfonos y telégrafos, basándose en un estudio sobre el mantenimiento de su

red, llegó a la conclusión de que era necesario automatizar las medidas rutinarias y supervisión de los canales de transmisión. Para hacer frente a esta demanda se desarrolló un sistema automático de medidas y registro de transmisión (ATMR) y se introdujo en la red telefónica y telegráfica.

Composición del sistema

La figura 1 muestra un diagrama general de bloques del sistema. Las dos funciones básicas del sistema ATMR consisten respectivamente en la ejecución de medidas de mantenimiento sobre circuitos interurbanos y en la supervisión de canales multiplexados de mayor rango. La programación, control y registro de las medidas, se lleva a cabo en centros de control de sistemas mediante ordenadores tipo ITT-1600⁺.

⁺ Marca registrada del sistema ITT.

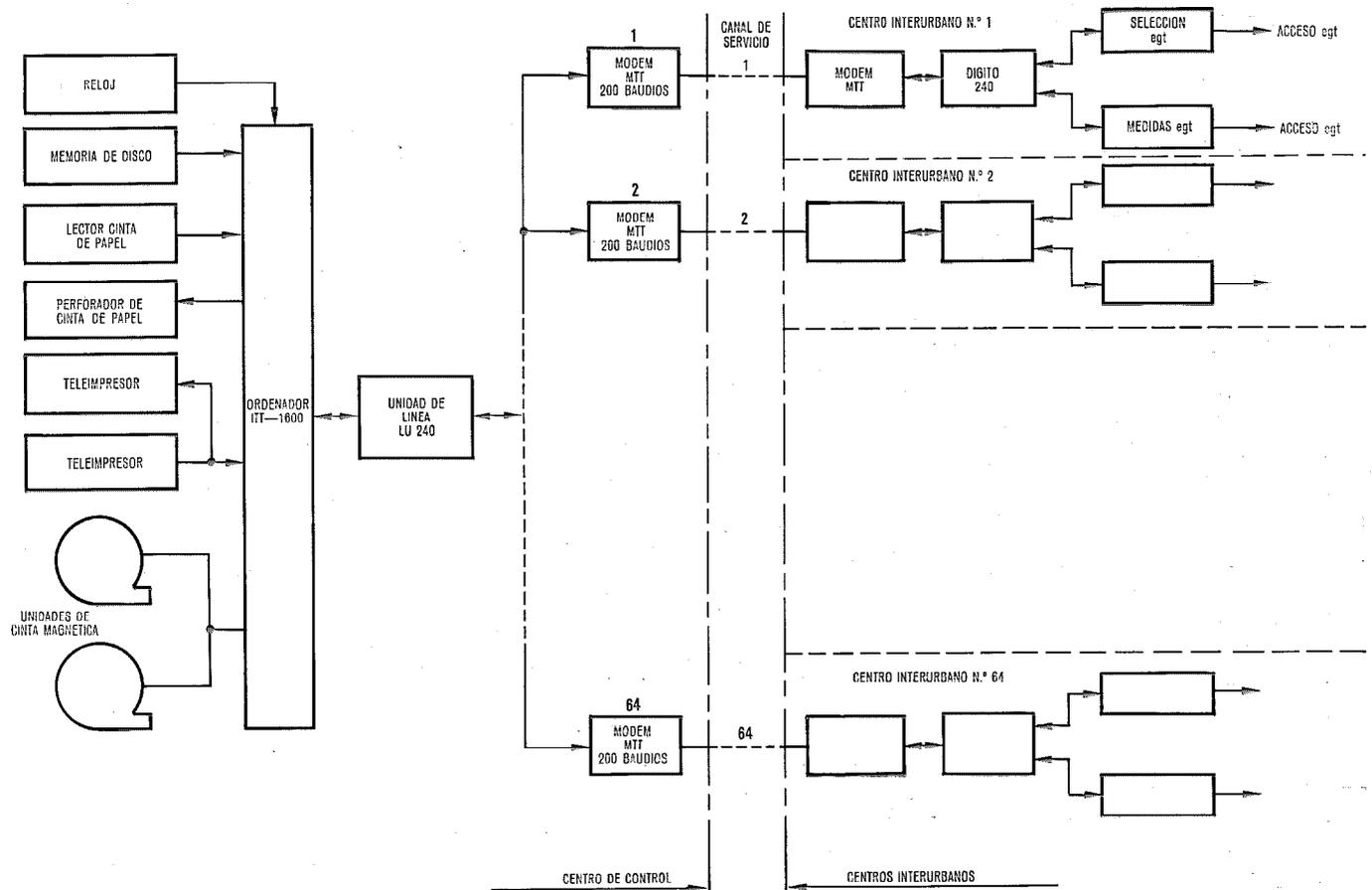


Fig. 1 Diagrama de bloques del sistema ATMR.

Como el sistema cubre solamente la parte de transmisión de la red, excluyendo por tanto centros de conmutación y redes locales, se han proporcionado canales de servicio especiales para interconexión entre el centro de control y los centros interurbanos (uno por centro interurbano). Por razones de seguridad, estos canales de servicio han sido duplicados y provistos de un dispositivo automático de conmutación.

Cada canal de servicio transmite dos canales telegráficos de 200 baudios. Uno de estos canales telegráficos incorpora un sistema de control remoto tipo DIGITEL-240⁺ que liga el ordenador del centro de control con el equipo automático de medida y supervisión del centro interurbano. El segundo canal telegráfico permite la comunicación entre el ordenador y la teleimpresora equipados en cada centro interurbano. Un adaptador especial ("interface") del ordenador proporciona la facilidad adicional de mediciones no automáticas desde los centros interurbanos, y transmisión de los resultados de pruebas a ellos.

Además de los equipos mencionados anteriormente, el centro de control posee todos dispositivos periféricos del ordenador tales como memoria de disco, reloj de tiempo real, lector y perforador de cinta de papel, dos unidades de cinta magnética y dos teleimpresores.

En el centro interurbano, los equipos requeridos para realizar medidas automáticas de mantenimiento pueden dividirse en tres subdivisiones principales:

- Primera: El llamado equipo de acceso a circuitos que tiene la misión de conectar el canal multiplexado al dispositivo de medida (abriendo el circuito entre el canal de transmisión y el centro de conmutación).
- Segunda: El equipo de selección, (que adapta el terminal DIGITEL-240⁺) que selecciona los circuitos a probar de acuerdo con las peticiones del centro de control y opera el equipo adecuado de acceso.
- Finalmente, los dispositivos emisores y receptores de la medida, que permiten bajo la supervisión del centro de control, realizar las mediciones programadas y transmitir al centro los resultados de las medidas para su registro y procesamiento por el centro de control.

Respecto de la supervisión de la red, pueden distinguirse dos funciones básicas:

- Como primera función, y bajo la dirección del centro de control, se suministra en el centro interurbano una supervisión continua de los pilotos de transmisión recibidos. Estos pilotos pueden ser pilotos de línea, u otros tipos de pilotos de referencia pertenecientes al multiplexaje, tales como de grupo, supergrupo, grupo maestro, etc.
- La segunda función consiste en la introducción de un esquema de reencaminamiento para canales de transmisión multiplexados de rango superior, basado en la información de supervisión procesada en el centro de control.

Características del sistema

Medidas automáticas de mantenimiento

Operación

El sistema automático de medidas de transmisión y registro es un sistema de secuencia obligada; esto significa que debe recibirse una contestación adecuada de los centros interurbanos a cada orden recibida del centro de control antes de que el centro de control pase a enviar una nueva orden, es decir, cada contestación corresponde a la orden previa procedente del centro de control.

Durante la ejecución del programa de mantenimiento se aplica un ciclo adecuado de medida sobre cada circuito a probar. Un ciclo completo de medida comprende medidas de nivel a 400, 800, 1.600 y 3.200 Hz, medidas de ruido sofométrico y de distorsión de señalización. En caso de considerarse adecuado, el ciclo de medida puede reducirse solamente a una o dos medidas.

La secuencia operacional durante un ciclo de medida es la siguiente:

- El centro de control interroga los dos centros interurbanos pertenecientes a la sección del circuito a medir, a fin de comprobar si la condición del circuito es apropiada para la aplicación de medidas automáticas.
- Los dos centros interurbanos contestan al centro de control. El centro interurbano de salida suministra información sobre las siguientes tres condiciones: Condición de toma ó liberación del circuito, (basada en la información de la central de conmutación de salida asociada), condición de alarma ó no alarma del grupo recibido de pilotos de referencia, y condición de bloqueo ó no bloqueo del circuito y de los grupos de doce canales al que pertenece el circuito. La última condición puede ser iniciada por el centro interurbano, por ejemplo, a fin de realizar pruebas manuales.

El centro interurbano de llegada depende completamente del centro de salida, y por tanto, transmite únicamente información sobre la condición recibida del piloto de referencia de grupo. Cuando todas las condiciones anteriormente mencionadas se encuentran normales (liberado, no bloqueado, no hay alarma de piloto), se evita la toma del circuito en el centro interurbano de salida, mientras que en ambos centros interurbanos el equipo de selección es situado en la condición de preselección, lo que significa que dicho circuito puede ser seleccionado mediante una segunda orden sin necesidad de información de direccionado adicional.

- El centro de control comprueba la información recibida, y si encuentra que todas las condiciones son normales, se transmite a ambos centros interurbanos orden de llevar a cabo la primera medida; si una ó varias de las condiciones no son normales, el ciclo de medida para este canal particular se interrumpe, pasándose a iniciar un nuevo ciclo sobre el canal programado a continuación.
- En el centro interurbano, obedeciendo a una orden

procedente del centro de control, se realiza la medida y se envían al centro de control.

- Los resultados de la prueba se almacenan y se envían a los centros interurbanos la siguiente orden de medida, quienes a su vez devuelven los resultados de la nueva medida.
- Cuando se termina un ciclo completo de medidas, se envía un mensaje de puesta a cero a ambos centros interurbanos. La condición de recepción de la puesta a cero es también comprobada por el centro de control. El centro de control procede a continuación a transferir los datos almacenados a una cinta magnética.

A fin de acelerar el programa de medidas automáticas existe la posibilidad de poner un grupo completo de doce canales en condición de pre-bloqueo: Mediante esta operación, ninguno de los doce circuitos que han sido liberados podrán ser tomados por el centro automático.

Características principales

- a) Pueden manipularse simultáneamente medidas entre varias parejas de centros interurbanos. Esta característica permite al programa automático de medida, que normalmente se ejecuta durante la noche, comprobar completamente la red telefónica y telegráfica (RTT) aproximadamente en una semana.
 - b) Las pruebas sobre circuitos que se encuentran ocupados son pospuestas pasándose a comprobar a continuación el siguiente circuito. Al completar la comprobación del canal entre dos centros interurbanos se intentará de nuevo comprobar todos aquellos circuitos que se encontraron ocupados en el transcurso de la prueba; en caso de que algunos de ellos se encontrasen nuevamente ocupados, se comprobarán una tercera vez al final del período nocturno de prueba. La identidad de todos aquellos que se encuentran ocupados también en esta tercera prueba se imprime tanto en el centro de control como en los dos centros interurbanos.
 - c) Los datos medidos, incluyendo identidad del circuito, hora, fecha y condición del piloto de referencia de grupo, se registran en cinta magnética en el centro de control. En caso de que para un circuito particular alguno de los resultados medidos estén fuera de los límites preestablecidos, los resultados junto con el número de identificación del circuito se imprimen mediante teleimpresores, tanto en el centro de control como en los dos centros interurbanos.
 - d) Las mediciones sobre un circuito entre dos centros interurbanos pueden iniciarse por operación de un teleimpresor en cualquiera de los dos centros. Un canal telegráfico especial a 200 baudios, entre el centro de control y los centros interurbanos, sirve para este propósito. Al final del ciclo de medida, los resultados de los mismos se transmiten a ambos centros, donde se imprimen.
 - e) Previo al comienzo de las pruebas sobre los circuitos de un grupo de 12 canales, se transmite y se almacena en el centro de control la condición de nivel del piloto asociado de referencia de grupo del sistema multiplexado (bien normal ó condición de alarma). En caso de existir alarma de piloto, no puede realizarse medición alguna sobre ese grupo, pasándose por tanto a seleccionar el grupo siguiente. La identidad de los grupos en estado de alarma de piloto se imprimirá simultáneamente en el centro de control y en los dos centros interurbanos.
- Sin embargo, las medidas iniciadas por petición de un operador (párrafo c) no son afectadas por condiciones de alarmas de pilotos.
- f) La precisión de medida programada se comprueba al principio y al final de una serie de medidas automáticas entre dos centros interurbanos.
- Para este propósito, y en cada centro interurbano, el equipo de transmisión de prueba se conecta en bucle con la parte receptora del mismo. Si la medida resultante de una prueba está fuera de los límites especificados, se imprimen los datos simultáneamente en el centro de control y en los dos centros interurbanos involucrados en la medida.
- g) Se han incorporado al sistema un cierto número de características respecto a detección de errores:
 - Supervisión de los canales telegráficos, asociados con la circuitería de conmutación automática de canales.
 - Bits redundantes y comprobación de paridad insertados en los mensajes del equipo DIGITEL-240*.
 - Previo a la selección definitiva de un circuito, el equipo de control y selección comprueba la unicidad del canal seleccionado.
 - Previo al comienzo de medición alguna, se comprueba en el centro de control la dirección devuelta por el circuito a probar.
 - Como ya se expuso en el apartado f) el instrumental de medida se comprueba periódicamente.
 - Como se describirá más adelante, también se han incorporado al ordenador facilidades de autocomprobación de errores.

Supervisión Automática de la Red

Se ha incorporado al sistema ATMR la supervisión de pilotos, para lo cual se han proporcionado salidas especiales de los equipos receptores de pilotos asociados con cada grupo multiplexado, supergrupos, etc., ó usados para piloto de portadora de línea.

Un explorador electrónico de alta velocidad, comprueba en cada centro interurbano las condiciones (estado) de los pilotos. Siempre que se detecta un cambio en el estado de un piloto de canal, dicho cambio se transmite al centro de control. En dicho centro, esto provoca la interrupción del programa de medida para ese canal particular, pasando el ordenador a interrogar al centro interurbano a fin de averiguar la identidad del piloto en fallo. Finalmente se registra e imprime en el centro de control la identidad del piloto junto con los horas de principio y fin de las condiciones de alarma.

La organización del sistema ATMR permite, en una fase posterior, introducir reencaminamientos en la red telefónica de grupos multiplexados de alta prioridad.

Descripción

Realización

La construcción mecánica de los equipos se ha basado en la llamada "Standard Internacional de Práctica de Equipos" (ISEP*) [1], que ha sido definida por ITT como práctica standard para equipos de telecomunicación.

Los componentes usados en los circuitos pertenecen a la lista de componentes profesionales aprobada por ITT y asociadas. Esto garantiza que los componentes seleccionados han recibido aprobación en cuanto a comportamiento y fiabilidad, tras pruebas de calificación en los centros responsables de su comprobación. El uso masivo en los circuitos digitales de circuitos integrados de integración media (MSI) ha contribuido apreciablemente a una mayor fiabilidad del sistema. Se han utilizado normalmente relés del tipo "contacto sellado", aunque en casos particulares de necesitarse un elevado número de operaciones, dada la operación frecuente del relé, se han utilizado relés de "contactos húmedos de mercurio".

Centro de Control

Equipo de control

La organización y coordinación del sistema ATMR se lleva a cabo mediante un ordenador del tipo ITT-1600⁺. Se han incorporado como funciones adicionales el análisis y procesamiento de los datos registrados.

El ordenador ITT-1600⁺ es un ordenador digital del tipo "Para uso General", perteneciente a la tercera generación de ordenadores ITT, aplicable a funciones de control de procesos y tratamiento de datos.

Este ordenador es el resultado de la experiencia adquirida en el campo y que incluye centros de conmutación telefónica, conmutación de mensajes y sistemas remotos de control. Perteneció a la misma generación que su hermano mayor ITT-3200 ya descrito en otros artículos [2]. La figura 2 muestra una fotografía del ordenador y sus dispositivos periféricos.

Las unidades funcionales (módulos) más importantes de un sistema ordenador ITT-1600⁺ son:

- Unidades de memoria. — La capacidad de almacenamiento de un sistema ATMR es de 2^{15} ó 32.768 palabras de 16 bits más paridad.
- Ordenador. — El módulo formado básicamente por una unidad de control y una unidad aritmética lógica. La unidad aritmética realiza operaciones lógicas y aritméticas bajo las órdenes de la unidad de control. La unidad de control genera órdenes temporizadas y en secuencia ordenada, a fin de ejecutar las operaciones asignadas, bien por instrucciones del programa almacenado ó como reacción a señales procedentes del mundo real (exterior).
- Sistema de interrupción. — El programa de ejecución puede ser interrumpido mediante una señal de interrupción, controlada, bien por el propio programa ó por los dispositivos periféricos, pasándose

a ejecutar una subrutina particular propia de esa interrupción. Por ejemplo, supervisión de pilotos durante un programa de medida.

- Canal de datos. — El canal de datos constituye un camino alternativo entre los dispositivos periféricos y la memoria de toros, a través de un registro especial, como en el caso de transferencia de datos a elevada velocidad a la memoria de disco magnético usada en el equipo ATMR. Esta facilidad permite transferencias de entrada/salida, bien en bloques ó en tiempo compartido.

Una vez arrancado el equipo periférico, el ordenador continúa ejecutando el programa normal.

- Sistema de buses de entrada/salida. — El sistema de buses de entrada/salida conecta el ordenador a los controladores de dispositivos periféricos.
- Adaptadores con los dispositivos periféricos. — Cada dispositivo periférico tiene su propio adaptador de interconexión con el ordenador a través del sistema de buses de entrada/salida.
- Dispositivos periféricos. — En el sistema ATMR se han incorporado los siguientes dispositivos periféricos:

- Un lector rápido de cinta de papel usado para actividades de programación ó bien para introducir datos ó programas en la memoria de toros del sistema.
- Un perforador rápido de cinta de papel usado para actividades de programación.
- Dos unidades de cinta magnética usadas para registrar los datos de la medida; también sirven como dispositivos de entrada de datos y programas del sistema.
- Una unidad de disco magnético usada para aumentar la capacidad de memoria del sistema. Toda la información (datos) necesaria para la realización de medidas y control de las alarmas de pilotos, se encuentran almacenadas en el disco.
- Dos teleimpresores conectados directamente al ordenador: el primero de ellos se usa para impresión de resultados de medidas y datos de tipo estadístico y para comunicación hombre-máquina.

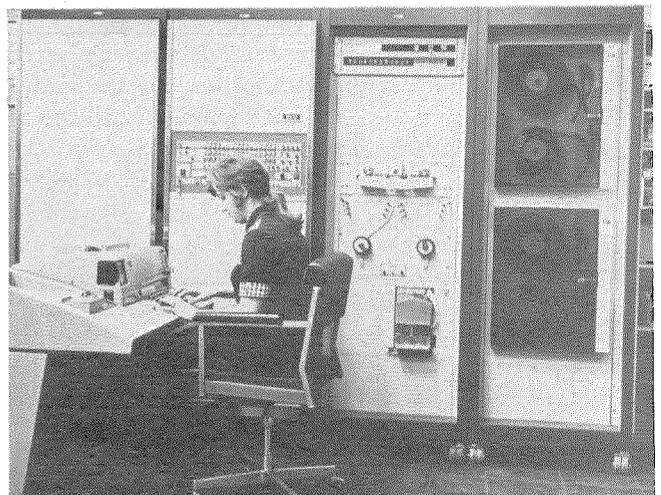


Fig. 2 Fotografía del ordenador ITT-1600 y sus periféricos.

* Marca registrada del sistema ITT.

El segundo teleimpresor se usa para impresión de direcciones y condición de cambio de estado de alarmas piloto.

- Un reloj digital de tiempo real que proporciona fecha y hora hasta segundos.

Organización de los datos de la red

Los datos concernientes a la red telefónica son respectivamente para la realización de medidas y para supervisión de alarmas piloto.

Desde el punto de vista de medidas automáticas, los datos de la red se listan por parejas de centros interurbanos conectados. Estas parejas se definen como una relación. Las medidas se programan por relación y existe posibilidad de probar simultáneamente varias relaciones. Solamente existe en esta simultaneidad la restricción de que un centro interurbano perteneciente a varias relaciones se programe para medidas simultáneas sólo en una relación.

Los circuitos pueden identificarse por dos métodos diferentes:

- Desde el punto de vista de transmisión es suficiente conocer la relación, el número de serie del grupo de 12 canales y la posición del canal dentro del grupo (1 entre 12).
- El segundo método está formado por la información de los centros de entrada y salida interurbanos, número de serie del circuito, tipo de circuito (a 4 hilos, a 2 hilos ó mixto). Obviamente debe disponerse de información completa, ya que, si bien el programa de medida está organizado de acuerdo con el apartado a), la información sobre las centrales (entrada y salida) y tipo de circuito es esencial para ejecutar las medidas. Además, es necesario conocer dónde se encuentran localizadas, en el equipo de acceso a los dos centros interurbanos, las terminaciones del grupo de 12 canales del canal de grupo. Todas estas informaciones están almacenadas en forma de tabla en la memoria de disco del sistema.

El acceso a esta tabla se obtiene mediante una tabla previa existente en la memoria de toros de ferrita, en la que se listan todas las "relaciones" de la red y se indican las "relaciones" a medir, así como el ciclo de medida a aplicar (completo, abreviado, etc.). Otra tabla almacenada en la memoria de toros de ferrita da la correspondencia entre las direcciones de la unidad de línea Digitel-240⁺ y los centros interurbanos.

Para la supervisión automática de la red, los datos sobre pilotos listados por "relación" se han tabulado en la memoria de discos; el número de serie, el tipo de piloto (grupo, supergrupo, grupo maestro, etc.) completan la información.

La capacidad de supervisión por centro interurbano es de 1.000 pilotos. Los formatos de los datos almacenados son tales que permiten fácilmente, por medio de un programa especial, la puesta al día de los datos en caso de cambios ó extensiones.

Equipo de control remoto

El sistema de control remoto, usado para medidas automáticas y supervisión de la red, está formado por una unidad de línea Digitel-240⁺ con un cierto número de salidas que permiten respectivamente enviar y recibir mensajes a y desde los centros interurbanos. Cada salida incorpora un modem telegráfico de 200 baudios.

La unidad de línea proporciona la adaptación necesaria entre el bus de entrada/salida de datos del ordenador Digitel-240⁺ y hasta un máximo de 64 equipos de salida. Dicho adaptador proporciona sincronización de bit y palabra, así como generación cíclica de códigos y comprobación de paridad y bits redundantes.

El sistema en conjunto opera en modo asincrono; es decir, la unidad de línea recibe una información del ordenador, la transforma en código "Digitel", a fin de transmitirla al centro interurbano. Tras el envío permanece a la espera del mensaje de respuesta. La figura 3 muestra las estructuras de mensajes en código Digitel-

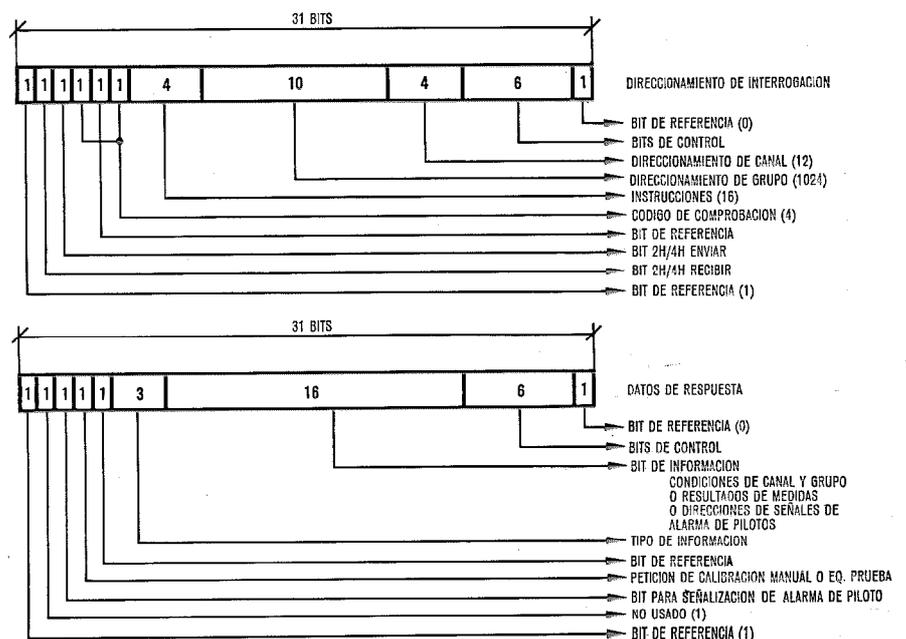


Fig. 3 Estructura (formato) de los mensajes ATMR manipulados por el sistema de control remoto Digitel-240.

240° hacia y desde el centro interurbano, tal y como se usan en el sistema ATMR.

La protección contra errores de transmisión se lleva a cabo mediante comprobación de paridad y 5 bits redundantes: si un mensaje es correcto, se transfiere al ordenador; si no, se transmite en su lugar un mensaje de error. También se ha incorporado al sistema una supervisión continua de las unidades de línea mediante interrupciones de alarma.

Además de todo lo mencionado anteriormente, se ha agregado una unidad especial de transmisión de datos, que trabaja a través de canal telegráfico a 200 baudios, y que permite comunicar con el ordenador por medio de los teleimpresores situados en los centros interurbanos. Pueden conectarse a esta unidad hasta 64 centros interurbanos.

Centro interurbano

Equipo de acceso a los circuitos

La misión de este equipo es proporcionar acceso a los adaptadores de transmisión de los canales, así como a los adaptadores de bloqueo y comprobación de estado de circuitos (tomado ó liberado) del centro automático de conmutación. En la figura 4 puede verse un diagrama funcional.

Los 4 terminales de audio y los 2 terminales de señalización por canal multiplexado son conectados al centro automático a través de los contactos de cambio de un relé de tipo "reed" incorporado al equipo de acceso. De este modo, los adaptadores de canal pueden ser interconectados automáticamente al dispositivo de medida bajo el control del equipo de selección (ver párrafo siguiente "Equipo de selección"). Una primera concentración del alambrado se lleva a cabo multiplexando a nivel de grupo de 12 canales y llevando un conjunto único de 6 terminales/grupo al dispositivo de medida.

Existen además, por circuito de salida, dos terminales adicionales de ligadura entre el equipo de acceso y la central. Uno de los terminales permite bloquear el circuito y el otro investigar la condición de "tomado ó liberado". Este último sirve también para actuar los relés de conmutación del circuito seleccionado para pruebas automáticas.

Conjuntamente con la señalización de línea fuera de banda a 3.825 Hz del sistema CCITT R 2, para circuitos de salida, se encamina al equipo de acceso una salida por receptor piloto de referencia de grupo. Este terminal permite situar a los 12 circuitos de ese grupo en condición de prebloqueo cuando falla el piloto recibido. La condición de prebloqueo significa que el bloqueo se hace efectivo tan pronto como se libere el circuito. De forma similar terminales conectados al equipo de selección permiten bloquear previamente grupos completos durante las pruebas automáticas.

También se han incorporado funcionalmente al equipo de acceso facilidades para bloqueo manual; también en este caso tiene lugar el pre-bloqueo automático, bien individualmente por canal ó por grupo de doce canales. Cuando se bloquea un circuito, puede

proveerse acceso a los adaptadores de conmutación y de multiplexaje de canales. Además, se visualizan las diferentes condiciones de alarma y bloqueo.

Equipo de selección

Siempre que se recibe la dirección de un circuito en el terminal Digitel-240° (control remoto) del centro interurbano, ésta se encamina al equipo de selección. Este, trabajando en conjunción con el equipo de acceso, selecciona el circuito correspondiente a dicha dirección, y proporciona la información suplementaria de supervisión al terminal Digitel.

La capacidad de un dispositivo de selección equipado completamente, es de 750 grupos de doce canales. Para selección de circuito, se conectan al equipo Digitel 28 terminales de direccionamiento de grupo y 12 de direccionamiento de canal.

El equipo de selección se ha dividido en dos subequipos funcionalmente distintos respectivamente: de conmutación y control. La figura 5 muestra una representación del diagrama lógico. La circuitería de conmu-

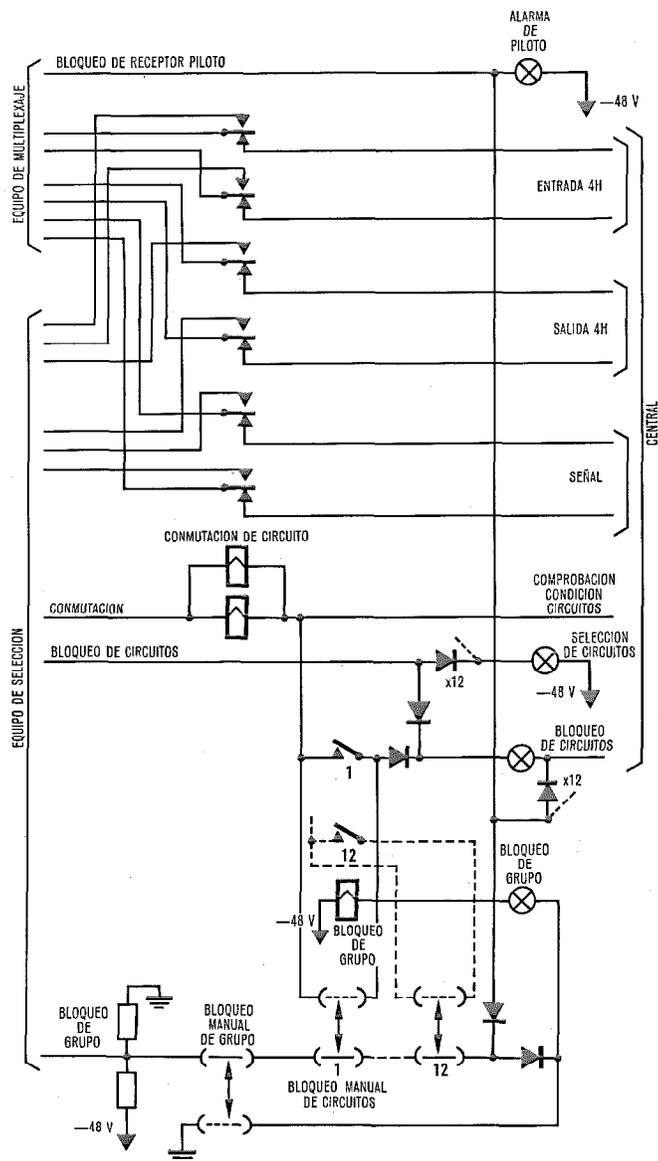


Fig. 4 Diagrama funcional del equipo de acceso.

tación está formada fundamentalmente por una parte común por centro y una parte individual por grupo de 12 canales.

La parte común está formada por 12 relés de canal y 8 de "centena" de grupo controlados por el terminal Digitel. La parte de conmutación contiene, por grupo individual, tres relés "reed" de varios contactos también controlados por el terminal Digitel, a través de los relés comunes. Dos conjuntos de contactos múltiples conectan la circuitería de control al equipo de acceso a los circuitos, específicamente a los terminales de bloqueo individuales y de grupo y a los terminales de investigación de la condición "tomado" ó "liberado" del circuito, que también se usan para operar los contactos de cambio de los relés de acceso al circuito. El tercer conjunto de contactos conecta el acceso a los adaptadores de transmisión al equipo de medida. A fin de comprobar la operación correcta de estos circuitos, se envía al terminal Digitel la dirección del grupo de circuitos e información de que solamente se activen simultáneamente un relé de canal y uno de grupo.

Los circuitos de control, bajo la supervisión del terminal Digitel realizan las siguientes funciones:

- Control de la operación de conmutación de los relés de acceso, con el fin de interconectar los adaptadores de los canales de audio y señalización al dispositivo de medida, a través de los contactos "reed" de la parte de conmutación.
 - Comprobación de la toma ó liberación de un circuito.
 - Comprobación de si existe alarma del piloto de referencia de grupo.
 - Comprobación de si un canal ó grupo se encuentra bloqueado manualmente (por ejemplo, en la preparación para mantenimiento manual).
 - Poner a un circuito liberado en condición de bloqueo como preparación para pruebas automáticas.
 - Poner a un grupo cualquiera de 12 canales en condición de prebloqueo.
- Se transmite al terminal Digitel información de cada función realizada.

Dispositivo de medida

El programa de mantenimiento permite medir pérdidas, ruido y distorsión en la señalización. Se cumplen las recomendaciones del CCITT que se refieren al sistema internacional ATME (Equipo automático de medidas de transmisión) en los puntos correspondientes. Todas las pruebas y medidas se realizan a niveles absolutos en voltios. Los niveles relativos resultantes en dBm0 se calculan en el ordenador del centro de control.

Un ciclo completo de medidas está formado por los tres tipos de medidas siguientes:

- a) Medidas de pérdidas a frecuencias discretas
 - Lado emisor:
 - Frecuencias enviadas: 400, 800, 1.600, 3.200 Hz (opcionalmente 2.800 Hz).
 - Precisión en frecuencia: una parte por mil.
 - Nivel de salida: $-13,5 \text{ dBm} \pm 0,2 \text{ dB}$ (ó $-3,5 \text{ dBm} \pm 0,2 \text{ dB}$).
 - Pureza: Relación entre salida total y señal espúrea, al menos 40 dB.
 - Lado receptor:
 - Margen de frecuencias: 390 a 3.220 Hz.
 - Precisión de nivel:
 - a 800 Hz $\pm 0,2 \text{ dB}$
 - a 400, 1.600, 3.200 Hz, $\pm 0,2 \text{ dB}$ referidos al nivel a 800 Hz.
 - Margen de medida:
 - a 800 Hz, $-9,9 \text{ dB}$ a $+5,1 \text{ dB}$ referidos al nivel nominal relativo.
 - a 400, 1.600, 3.200 Hz, $-9,9 \text{ dB}$ a $+5 \text{ dB}$ referidos al nivel nominal relativo.
 - Resolución: 0,1 dB.
- b) Ruido
 - Precisión de nivel: $\pm 1 \text{ dB}$.
 - Margen de nivel: 2,45 mv a $430 \mu\text{V}$, correspondiendo de -50 a -65 dB referidos al nivel relativo nominal ponderados sofométricamente.
 - Intervalo de medida: $375 \pm 25 \text{ mseg}$.

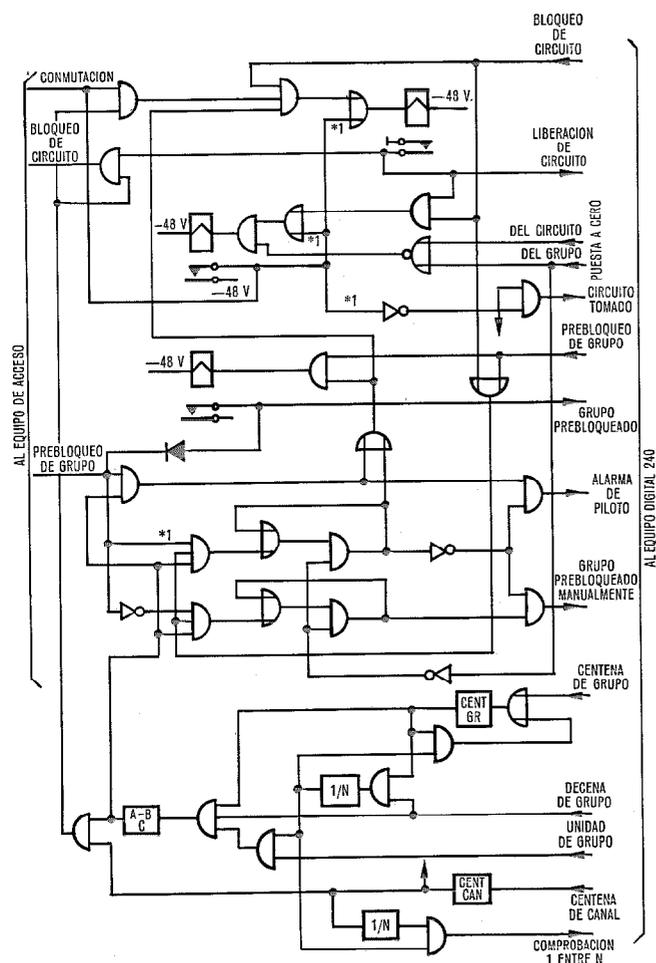


Fig. 5 Diagrama lógico del equipo de selección.

A - Relé que proporciona tierra al actuarse.

Condiciones digitales standard: 1 para entrada de tierra
0 para cualquier otra entrada.
* Condiciones digitales especiales: 1 para entrada de -48 V.
0 para cualquier otra entrada.

El método de detección es tal que si se aplica a la entrada ruido blanco gaussiano ó una onda sinusoidal entre 390 y 2.820 Hz, durante un periodo de 375 ± 25 mseg., la indicación de salida será en cada caso la misma, con una discrepancia de ± 1 dB, respecto a la que suministraría un sofómetro CCITT cuando se aplica a su entrada el mismo ruido blanco gaussiano u onda sinusoidal durante un periodo de 5 segundos. Este método de medida está de acuerdo con las recomendaciones del CCITT.

c) Distorsión de señalización

- Longitud del impulso de C.C. enviado: 40 mseg. $\pm 0,1$ mseg.
- Precisión de la distorsión medida: $\pm 0,1$ mseg.
- Margen de la distorsión: hasta un 100 %.

Las impedancias que adaptan las salidas ó entradas a los equipos de canal son de 600 ohmios equilibradas, con una pérdida de retorno de al menos 30 dB; el equilibrio respecto a tierra es igual ó superior a 47,5 dB. El programa automático permite elegir el ciclo de medida a realizar sobre una "relación"; éste puede ser del tipo ciclo completo, ciclo restringido a 800 Hz, con ó sin pruebas de ruido. Para pruebas no programadas sobre circuitos, iniciadas desde los centros interurbanos son aplicables las mismas facilidades, además de una facilidad adicional de envío continuo de 800 Hz.

El dispositivo de medida se conecta al equipo de traducción de canal a través del circuito de selección y equipo de acceso respectivamente.

En el lado emisor, las 4 frecuencias 400, 800, 1.600 y 3.200 Hz se generan, a partir de un cristal que proporciona una frecuencia maestra de 1.120 kHz, por división de ésta. Tras filtrado y estabilización de nivel estas frecuencias se transmiten al equipo de selección a través de contactos de relés "reed". Para medir la distorsión de señalización, se aplica un impulso de 40 mseg. de duración a los terminales de envío de señalización de los canales modem. Las señales de comprobación se emiten bajo control del terminal remoto de control Digitel; en caso de tratarse de una medida de ruido se conecta una terminación de 600 ohmios a la entrada del lado de envío del equipo de canal.

En el lado receptor, el equipo de medida proporciona salidas digitales al equipo Digitel. Teniendo en cuenta los requisitos estrictos de precisión de nivel para frecuencias discretas, es necesario disponer filtros adecuados en la entrada receptora para eliminar interferencias causadas por señales perturbadoras normalmente presentes en el camino de transmisión, como por ejemplo, fugas de portadora, frecuencias de señalización fuera de banda, etc. En caso de tratarse de medidas de ruido se inserta un filtro sofométrico: para pruebas de distorsión de señalización se mide la longitud del impulso de C.C. recibido mediante impulsos temporizados obtenidos del oscilador maestro. Pueden realizarse medidas so-

bre circuitos a 2 y 4 hilos ó mixtos. En caso de medidas automáticas de circuitos a 4 hilos se comprueban simultáneamente los dos sentidos de transmisión.

Durante pruebas automáticas de mantenimiento, se comprueba el comportamiento del equipo de medida mediante medidas en bucle de acuerdo con el párrafo "características principales".

La calibración del equipo de medida es manual y solo puede llevarse a cabo cuando se interrumpe el programa de medida. Por tanto, mediante la operación de un conmutador especial se envía una petición de calibración al centro de control, que la considera como una petición prioritaria. Tras completar el ciclo de medida en curso, el centro de control interrumpe el programa de medida y envía autorización para calibración al centro interurbano. Cuando se pasa el conmutador a la posición de reposo, se envía una señal de "calibración manual terminada" al centro de control, quien procede a arrancar de nuevo el programa de medida.

Terminal de control remoto Digitel-240⁺

El equipo de control remoto en cada centro interurbano trabaja en conjunción con el equipo de línea Digitel-240⁺ descrito en "Equipo de control". A fin de operar el sistema de medida, el sistema remoto transfiere las instrucciones recibidas del centro de control al equipo de selección, y recoge datos de los dispositivos de medida y del equipo de selección, transmitiéndolas al centro de control a través de un canal telegráfico a 200 baudios. También posee adaptadores con los equipos pilotos de supervisión.

Se transmiten mensajes al centro de control sólo a petición de éste; la ausencia de contestación a una petición del centro de control se interpreta como un error.

Equipo piloto de supervisión

El sistema automático de supervisión piloto es un sistema a secuencia obligada basado en una relación principal-esclavo entre centro de control y centros interurbanos. Durante el programa de medida, los mensajes del centro de control contienen un bit de interrogación de piloto, que solicitan del centro interurbano la comunicación de los cambios que han ocurrido en los pilotos. En caso de que no esté ejecutando programa alguno de medición, el centro de control iniciará un continuo intercambio de mensajes especiales de supervisión.

Cada receptor individual de piloto (por grupo, supergrupo, etc.), tiene una salida de alarma cableada a un panel central de alarma, que incorpora un visualizador. A fin de evitar una transmisión indeseable de alarmas al centro de control por interrupciones de corta duración, solamente se reconocen las alarmas si éstas superan una temporización preestablecida. Desde el panel de alarmas, se lleva a un explorador cíclico un terminal de alarma por piloto.

Cada piloto se explora una vez cada 3,84 miliseg. El sistema puede supervisar hasta 1.000 pilotos.

Las condiciones exploradas se almacenan en un registro de desplazamiento de 1.024 bits de capacidad y se comparan con las condiciones encontradas en el ciclo de exploración precedente: siempre que se encuentra una ó varias variaciones (cambio de condición) de estado, se envía al centro de control un mensaje de "cambio de condición". Bajo petición del centro de control, se comunica la dirección de un grupo de 8 pilotos y a continuación la condición de cada uno de los 8 pilotos, con indicación de "cambio" en caso necesario. En caso de cambio de más de un grupo de pilotos, el procedimiento se repite varias veces. Los datos de alarmas de piloto, incluyendo tiempo y fecha, son impresos simultáneamente en el centro de control y en ambos centros interurbanos.

La supervisión de pilotos es un programa prioritario: en caso de cambio de condición de un piloto, el programa de medidas (automático ó manual) se para por medio de una señal de interrupción y se arranca el programa de supervisión. Por centro interurbano, un bastidor inicial de 2743 mm de alto, 520 mm de ancho y 225 mm de profundo, aloja el control remoto de me-

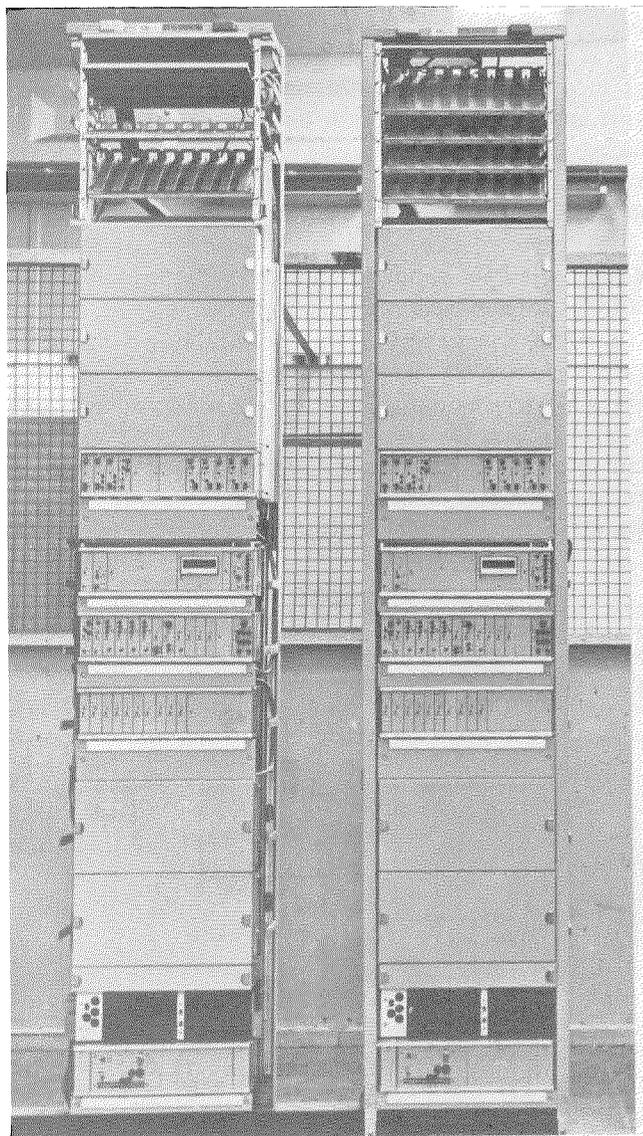


Fig. 6 Fotografía de bastidores ATMR equipados en un centro interurbano, vistos por el lado derecho.

da y el equipo de supervisión de pilotos. También incorpora el equipo de selección formado por los circuitos de control y relés de conmutación para 80 grupos de 12 canales.

Tres bastidores adicionales, que alojan exclusivamente relés de conmutación, permiten la extensión a la máxima capacidad, 750 grupos, de la central.

En la figura 6 puede verse dos bastidores instalados en un centro interurbano.

Conclusiones

El centro de control situado en Bruselas, así como varios centros interurbanos principales funcionan ya. Durante la primera fase del proyecto, se instalarán terminales ATMR en los 28 centros interurbanos considerados como los nudos más importantes de la red de comunicaciones telefónicas.

Durante la segunda fase del proyecto, se ha previsto la aplicación del sistema a otros centros adicionales. Algunas de estas futuras estaciones ATMR serán supervisadas por los denominados centros principales o maestros.

La capacidad máxima del sistema se ha dimensionado para 64 "centros interurbanos de transmisión", y para un máximo de 500 "relaciones". Cada relación principal puede incorporar hasta 99 grupos de 12 canales.

Pueden, por tanto, interconectarse hasta un total de 2,500 centros interurbanos de conmutación con tal de que la capacidad de cada conexión no exceda de 999 circuitos.

En total, el número de interconexiones de grupo puede ampliarse a un máximo de 11.000.

Agradecimiento

El trabajo de diseño del sistema ATMR se llevó a cabo en estrecha colaboración con la RTT. En particular, fueron de una mayor importancia en el desarrollo de este proyecto la asistencia prestada al mismo por el personal técnico de la Dirección General de RTT y la de la División de Operaciones.

Referencias

- [1] F. Beerbaum, J. Evans y F. Leysens: Standard Equipment Practice for ITT Europe; Electrical Communication, Vol. 39 (1964), N° 2, págs. 199 hasta 211.
- [2] G. Yelloz, T. Cagnac, A. P. Le Gall y C. J. Fruchard: El ordenador ITT-3200; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1971), N° 1, págs. 38—46.

Leon C. Deschuytere nació en Zvevegem, Bélgica, en 1926. Se diplomó como Ingeniero Eléctrico en Lovaina en 1951. Este mismo año ingresó en Bell Telephone Manufacturing Company de Amberes, donde hoy en día es Ingeniero Jefe de Sistemas de Transmisión por Cable.

J. A. M. Feskens nació en Breda, Holanda, en 1949. En 1972 se graduó como Ingeniero Electrónico en el Instituto Técnico Rijkshoger de Turnhout, Bélgica. Este mismo año ingresó en Bell Telephone Manufacturing Company de Amberes, siendo destinado a la División de Automatización de sistemas.

Se ocupa actualmente del diseño de sistemas y desarrollo de programas de control para sistemas controlados remotamente.

Nuevas aplicaciones del sistema de conmutación Metaconta⁺ L con instalaciones de control remoto

El sistema Metaconta⁺ L es una versión del sistema Metaconta⁺ de ITT, que hace uso de control por programa almacenado y de puntos de cruce con retención no eléctrica. El área económica de aplicación del sistema Metaconta⁺ L se ha extendido a centrales (núcleos) de pequeña capacidad mediante instalaciones controladas remotamente. Al mismo tiempo se ha mantenido para la Administración y cliente (abonado) el mismo grado de calidad y comportamiento característico del sistema.

K. STRUNK

Standard Elektriz Lorenz AG, Stuttgart, República Federal Alemana

Introducción

El sistema Metaconta⁺ L engloba una línea completa de tipos de central, todos ellos basados en el mismo concepto técnico. Este concepto se caracteriza por el uso de control por programa almacenado, puntos de cruce con retención no eléctrica (mecánica ó magnética), así como por un elevado grado de modularidad y standardización. Las instalaciones Metaconta⁺ L con control propio, así como sus partes integrantes, es decir, los ordenadores ITT 1600 e ITT 3200, etc., han sido ya descritas en varios artículos de esta revista [1, 2, 3, 4]. Este tipo de instalación puede usarse bien en centrales de capacidad media, 2.000 a 32.000 líneas de abonado, o en centrales de gran capacidad, 4.000 a 64.000 líneas de abonado.

El límite inferior de aplicación de centrales con control propio viene determinado por el elevado coste de la unidad de control. Para instalaciones de un número menor de líneas, la aplicación de control mediante ordenadores solamente puede realizarse, de modo económico, distribuyendo el coste del control centralizado entre varias instalaciones de este tipo, es decir, si estas instalaciones se controlan de forma remota.

Es ventajoso usar para el control remoto de instalaciones de pequeña capacidad (satélites), la unidad central de control de una central controlada por ordenador de mayor capacidad. Tal central se muestra en la figura 1 y ha sido denominada en dicha figura y en la descripción siguiente, como central principal o maestra. La figura 1 muestra asimismo la configuración básica de una instalación controlada remotamente (central esclava, concentrador, etc.) y su relación con la central maestra. Aunque las centrales esclavas pueden cursar tráfico interior y exterior en algunas rutas, las centrales concentradoras y los concentradores de línea tienen únicamente conexiones de tráfico con la central maestra, la cual cursa inclusive su tráfico interior.

La tabla 1 contiene un resumen del tamaño máximo, así como de la capacidad de manipulación de tráfico de instalaciones maestras y esclavas del sistema Metaconta⁺ L.

Las cifras muestran claramente que instalaciones del tipo maestro-esclavo posibilitan la aplicación de control por ordenador a centrales de capacidad muy pequeña.

Las instalaciones maestra y controlada remotamente (satélite o esclava) del sistema de conmutación Meta-

Tabla 1 - Tamaños máximos y capacidades de tráfico de instalaciones principales.

Tipo de central	Máximo número de líneas o enlaces	Máximo tráfico en Erlangs
Local gran capacidad	64.000	10.000
Local capacidad media	32.000	3.200
Central esclava	8.000	800
Concentrador de central	4.000	640
Concentrador de línea	128	18

conta⁺ L, deben ser de aplicación económica a diferentes mercados, no solo para nuevas instalaciones, sino para extensiones posteriores de centrales y reemplazamiento de instalaciones viejas de sistemas convencionales de conmutación por sistemas nuevos controlados por ordenador.

Por tanto, deben ser capaces de acomodar el crecimiento debido al continuo aumento del número de abonados y al reemplazamiento del equipo antiguo.

Las dos causas anteriormente mencionadas pueden conducir a una diferencia tal entre las capacidades inicial y final, que no pueden satisfacerse con un solo tipo de instalación. De esto deriva el requisito de que puedan convertirse centrales esclavas en maestras y centrales concentradoras en esclavas. Esto, a su vez, implica que las centrales concentradoras y esclavas hagan uso

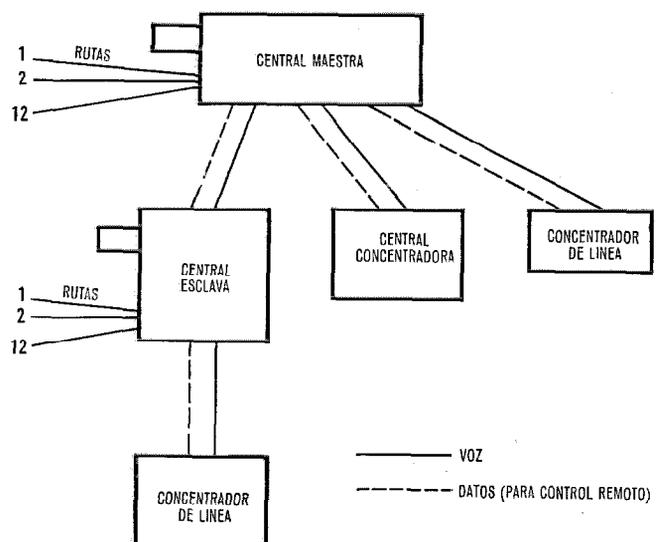


Fig. 1 Configuración básica de instalaciones tipo Metaconta⁺ L con control remoto.

⁺ Marca registrada del sistema ITT.

del mismo principio de control, los mismos módulos y práctica de equipos que los usados en la central maestra.

Además, la Administración y el usuario requieren que la filosofía del sistema sea tal que todas las características del sistema, sin excepción, puedan utilizarse sin deterioro de calidad en instalaciones controladas remotamente. Este requisito se aplica, no solo a todos los servicios al abonado suministrados por el control por ordenador, tales como numeración abreviada y aparatos de teclado, sino también a aquellas características que conciernen a la operación y mantenimiento del sistema, tales como disponibilidad del sistema, información de fallos y diagnóstico de fallos.

Todas las consideraciones mencionadas anteriormente se han tenido en cuenta en el concepto del control remoto del sistema Metaconta⁺L. Los métodos usados serán progresivamente desarrollados en la descripción siguiente.

Estructura de centrales maestras y de centrales controladas remotamente

Centrales Maestras

Ya que las centrales maestras del sistema Metaconta⁺L han sido descritas [1, 2, 3, 6], se describirán únicamente aquellos detalles necesarios para el entendimiento de instalaciones controladas remotamente.

La figura 2 muestra un diagrama general de bloques de una central maestra Metaconta⁺L. Dicha central está formada por tres niveles:

- El nivel N1 formado por la red conmutación y circuitos terminales de la misma.
- El nivel N2 formado por los circuitos de acceso a la red.
- El nivel N3 formado por la unidad central de control (UCC) y el sistema interno de transmisión.

La red de conmutación puede subdividirse en la unidad de selección de líneas (USL), la unidad intermedia de selección (UIS) y la unidad de selección de enlaces (USE), comunicadas con la unidad central de control a través de los circuitos de acceso a la red del nivel 2. El Explorador Marcador de Línea (EML) controla la unidad de selección de líneas (USL), el marcador de Unidad Intermedia (MUI) controla la operación de la unidad intermedia de selección (UIS) y el marcador de la Unidad de Enlaces (MUE) controla la operación de la unidad de selección de enlaces (USE). El estado de ocupación de la red de conmutación (mallas) se encuentra almacenado en la unidad central de control y se utiliza para búsqueda de caminos.

Se usan tipos diferentes de circuitos terminales de la red como enlaces para cursar el tráfico interno de salida y de llegada y como circuitos auxiliares apropiados para envío y recepción de códigos marcados.

Debido a que todas las funciones lógicas complejas son llevadas a cabo por la UCC, los circuitos terminales de la red, solamente necesitan realizar funciones simples, lo que reduce su coste y complejidad.

En el nivel 2 (N2), los circuitos de acceso a la red

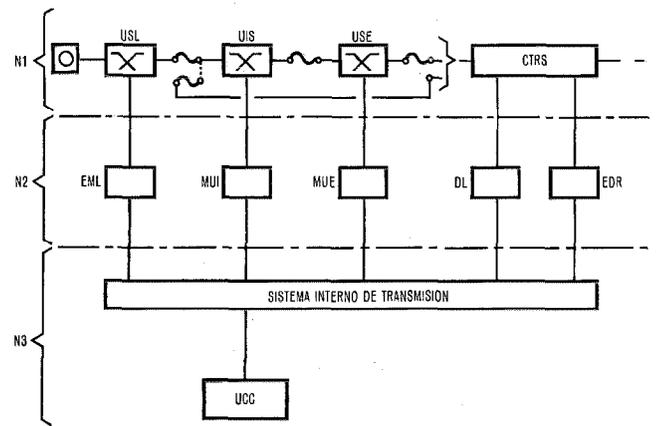


Fig. 2 Central local maestra Metaconta⁺L con control propio.

- N1 - Nivel de la red de conmutación y circuitos terminales de la red
 - USL - Unidad de selección de líneas
 - UIS - Unidad intermedia de selección
 - USE - Unidad de selección de enlaces
 - CTR - Circuito terminal de la red
- N2 - Nivel de los dispositivos de acceso a la red
 - EML - Explorador marcador de líneas
 - MUI - Marcador de la unidad intermedia
 - MUE - Marcador de la unidad de enlaces
 - DL - Distribuidor lento
 - EDR - Explorador distribuidor rápido
- N3 - Nivel de la unidad central de control (UCC) y sistema interno de transmisión.

usados para manipulación de señales de línea y otros procesos de tipo lento, están representados por el Distribuidor Lento, mientras que aquellos que manipulan códigos marcados (numeración) y otros procesos de tipo rápido están representados por el Explorador Distribuidor Rápido (EDR).

El papel de la unidad central de control (Nivel 3) incluye casi todas las decisiones lógicas del sistema, ya que no existe un pre-procesamiento de datos en el nivel 1 (Grado de centralización más elevado).

Con el fin de lograr un grado de fiabilidad suficiente de las centrales del tipo mostrado en la figura 2, la mayor parte del equipo de los niveles 2 y 3, ha sido duplicado.

Esto completa la descripción de la configuración de una central del tipo maestra. Si se requiere que una central de este tipo sirva a instalaciones controladas remotamente, debe incluirse equipo adicional al anteriormente descrito. Para proporcionar conexión a un canal de señalización, se deben añadir los grupos funcionales mostrados en la figura 3, modem (M), Lógica de Datos (LD) y registro de entrada/salida (RAES).

Además, son necesarios en la central, controlando instalaciones remotas, algunos programas y datos especiales.

Centrales Satélites ó Esclavas

Las centrales maestra y esclava tienen la misma estructura básica en los niveles 1 y 2 (Fig. 4). En el nivel 3 de la central esclava, se instala una unidad esclava de control (UEC) en vez de la unidad central de control normal (UCC). La central esclava se conecta a la central maestra a través del canal de señalización.

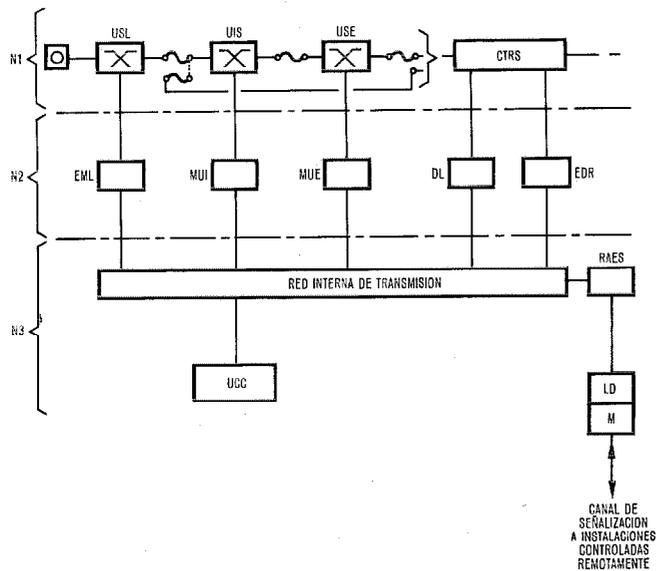


Fig. 3 Central maestra Metaconta+ L de control.

RAES - Registro adaptador de entrada/salida
LD - Lógica de datos
M - Modem

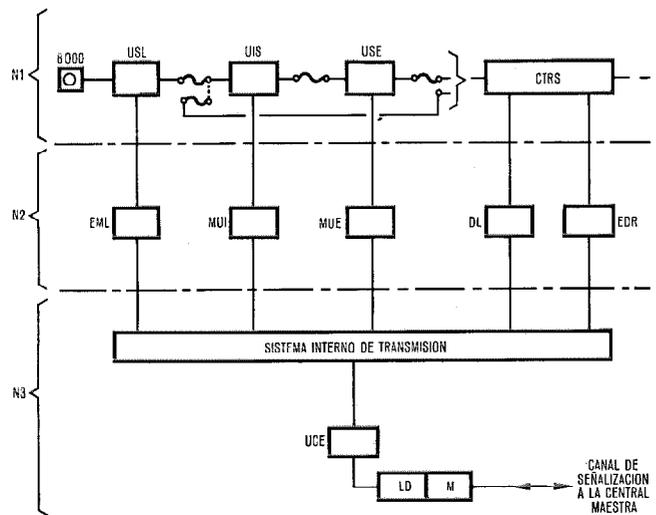


Fig. 4 Central esclava.

LD - Lógica de datos
M - Modem
UCE - Unidad esclava de control para instalaciones controladas remotamente.

zación, lógica de datos (LD) y Modem (M). La máxima capacidad de una instalación de este tipo es de 8.192 abonados y/o 1.024 circuitos terminales de la red.

La conexión de las vías de conversación de las centrales esclava y maestra es la misma que la de centrales maestras (a través de enlaces bidireccionales).

En centrales esclavas de menor capacidad (Fig. 5), hasta 4.096 abonados, la red de conmutación puede reducirse a las unidades de selección de líneas y de selección de enlaces. En este caso, el marcador de la unidad intermedia de selección, se elimina juntamente con ella. Una central esclava de este tipo se muestra en la figura 5. El límite económico inferior de una central de este tipo es de 512 abonados.

Concentrador de central

La figura 6 muestra un concentrador de central conectada a una central maestra. Puede reconocerse claramente en ella, que el concentrador de central está formado por las mismas partes integrantes de la central maestra, es decir, una unidad de selección de líneas (USL) y un explorador marcador de líneas (EML), controlados a través de la unidad de control del concentrador y el canal de señalización. Además, la red de conmutación del concentrador se trata como si formase parte de la red de conmutación de la central maestra; es decir, la unidad central de control de esta última tiene en cuenta durante el proceso de búsqueda de caminos, tanto el estado de ocupación de la red de conmutación del concentrador como el suyo propio.

La capacidad máxima del concentrador de central

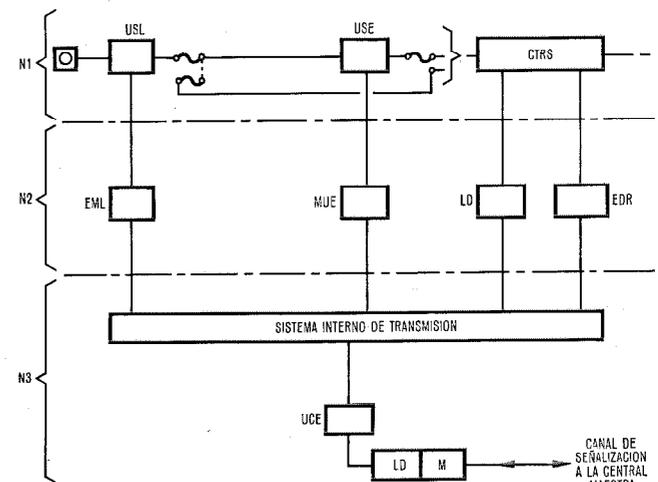


Fig. 5 Central esclava de pequeña capacidad.

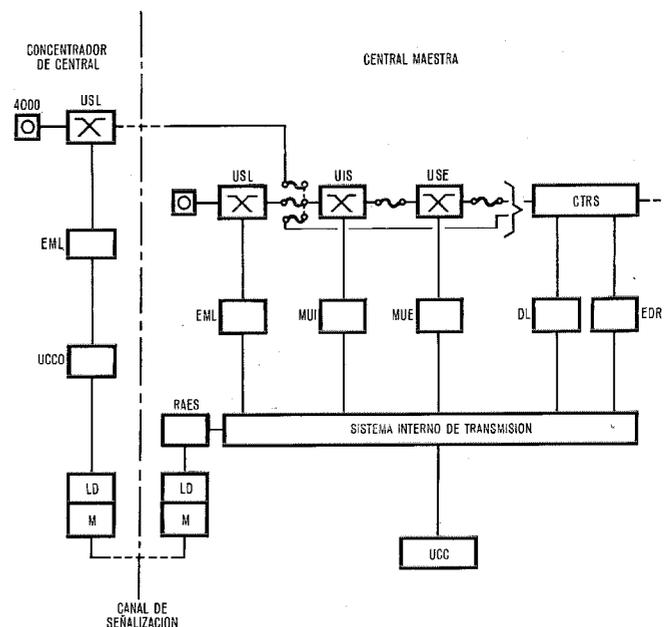


Fig. 6 Concentrador de central, configuración básica.

LD - Lógica de datos
M - Modem
UCCO - Unidad de control de concentrador
USL - Unidad de selección de líneas
EML - Explorador marcador de líneas

es de 4.096 abonados, siendo el límite económico de aplicación 256 abonados. En esta versión de concentrador, la distancia entre él y la central maestra está limitada por el hecho de que la alimentación de la línea de abonado se realiza desde la central maestra. Se ha concebido una segunda versión que permite una mayor distancia de conexión a la central maestra a través de pares de cable metálicos o canales de transmisión adecuados (por ejemplo, canales PCM). En esta versión las líneas de abonado se alimentan desde el propio concentrador.

Esto fuerza a que algunas funciones de control (tales como supervisión de línea, corriente de llamada, corte de la corriente de llamada, etc.), sean transferidas al concentrador, lo que exige equipar a éste con un distribuidor lento (DL). Ver figura 7.

Concentrador de líneas

El concentrador de líneas (Fig. 8) está formado por una red de conmutación, marcador y explorador, y está comunicada con la central maestra ó esclava a través de un canal de señalización. La búsqueda de caminos la realiza, como en el caso del concentrador de central, la unidad de control de la central maestra.

La capacidad máxima es de 128 abonados con 32 líneas principales, siendo el límite económico de aplicación de 32 abonados. El concentrador de líneas se conecta en las entradas de líneas de abonado de la central maestra ó esclava con la que está relacionada. Las líneas de señalización se conectan al explorador distribuidor rápido de la central maestra ó esclava, a través de la lógica de datos. La alimentación del concentrador de líneas se suministran desde la central (maestra o esclava), a través de las líneas principales e hilos de señalización.

Partes integrantes de una central esclava

Red de conmutación, circuitos terminales y circuitos de acceso a la red

Red de Conmutación

En centrales esclavas de gran capacidad (desde 4.000 a 8.000 abonados con 0,1 E.) la estructura de la red de conmutación corresponde exactamente a la de una central maestra (Fig. 4). Hasta una capacidad de 4.000 líneas, pueden omitirse tanto la unidad intermedia de selección como su marcador correspondiente, como se muestra en la figura 5. La extensión de la red de conmutación, para incluir las etapas adicionales de la unidad intermedia de selección, puede lograrse sin interrupción de servicio usando la unidad central de control como se explica a continuación.

En concentradores de central, la red de conmutación es una parte de la estructura de la red de conmutación de la central maestra. El crecimiento a una central esclava puede prácticamente considerarse como enlace a una central esclava construída en paralelo.

La red de conmutación del concentrador de líneas representa una adición a la red de la central maestra ó

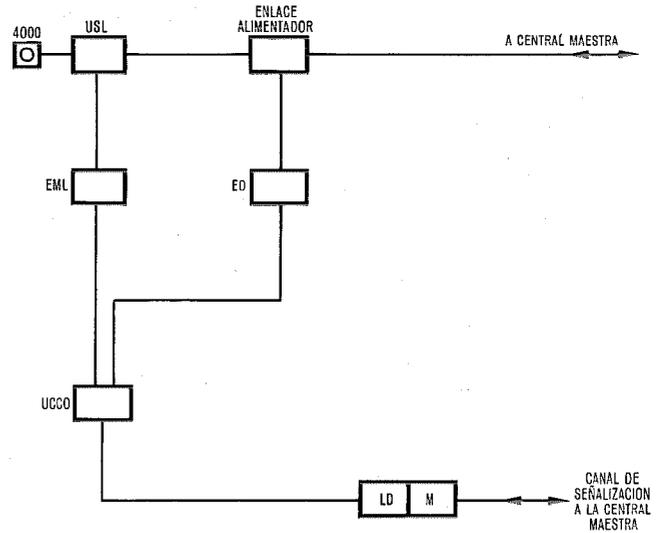


Fig. 7 Concentrador de central con alimentación.

- LD - Lógica de datos
- ED - Explorador distribuidor
- UCCO - Unidad de control del concentrador
- USL - Unidad de selección de líneas
- EML - Explorador marcador de líneas

esclava a la que está conectada, ya que las líneas principales del concentrador están conectadas al lado de abonados de la central maestra ó esclava. (Fig. 8).

Circuitos terminales de la red

En centrales esclavas pueden aplicarse todos los circuitos de enlace que se usan en centrales maestras. Para el tráfico entre central maestra y esclava, se usan enlaces de tipo bidireccional; la señalización para este tipo de tráfico es realizada por el canal de señalización, con la excepción de la supervisión de línea. Esto también es aplicable a los llamados circuitos auxiliares (emisores, receptores, etc.).

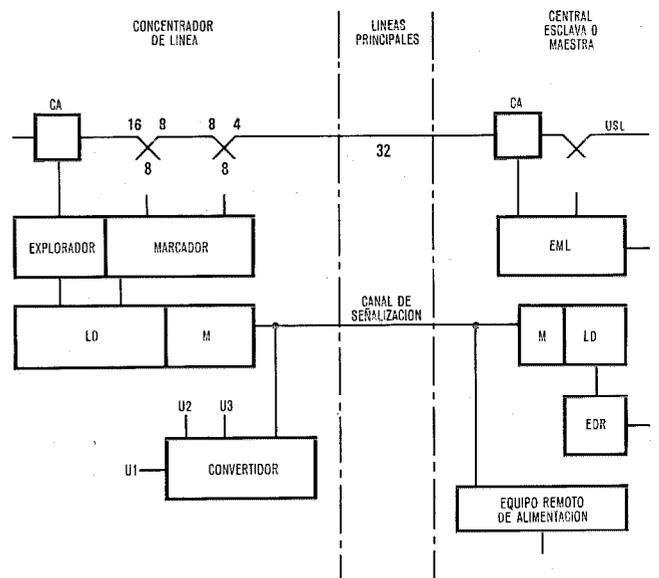


Fig. 8 Concentrador de líneas.
CA - Circuito de abonado

La velocidad del canal de señalización hace posible la aplicación extensiva del principio de centralización de todas las funciones lógicas en el ordenador, aun en el caso de procedimientos de señalización, que requieran un tiempo de respuesta hacia el lado receptor relativamente corto (p. e. señalización tipo MFC).

De este modo el concepto y diseño de todos los circuitos terminales de la red resulta simple y transparente en centrales del tipo esclavo.

Entre los concentradores, solamente los concentradores de central que tienen alimentación propia poseen enlaces alimentadores bidireccionales. Con la excepción de los códigos marcados (dígitos de identificación de abonado, etc.), el resto de la señalización se controla a través del canal de datos.

Dispositivos de Acceso a la Red

Los mismos circuitos de acceso a la red y con las mismas funciones se usan en centrales maestras, esclavas y concentradores de central.

Los dispositivos de acceso a la red: Explorador Marcador de líneas (EML), Marcador de la Unidad Intermedia (MUI), Marcador de la Unidad de Enlaces (MUE), Distribuidor Lento (DL) y Explorador Distribuidor Rápido (EDR) de la central esclava, son controlados directamente por el equipo de control de dicha central. De forma similar, el Explorador Marcador de Líneas del concentrador de central, y en el caso de un concentrador de central con alimentación propia, el explorador distribuidor rápido, son controlados por la unidad central de control del concentrador de central.

Las diferencias causadas por el canal de señalización en la interoperación entre los circuitos de acceso a la red y la unidad central de control (UCC) en el control de los circuitos terminales de la red de centrales maestras y esclavas, son compensadas por las unidades de control de la esclava ó concentrador ó mediante programas de adaptación.

Canal de Señalización; Equipo de Control

Canal de Señalización

El flujo de datos necesario para el control remoto depende principalmente del grado de preprocesamiento de datos llevado a cabo en la instalación controlada remotamente.

Debe, por tanto, alcanzarse un compromiso entre la anchura de banda necesaria para el canal de señalización y la cantidad de circuitos necesaria para el preprocesamiento de datos. La tabla 2 muestra tres de los métodos de señalización que fueron estudiados a tal fin.

De entre ellos, el método 1 permite el tiempo más rápido de respuesta entre las centrales maestra y esclava. El método 3 permite la aplicación universal de métodos de transmisión ya disponibles. El método 2 es, sin embargo, el compromiso óptimo ya que combina:

- Corto tiempo de respuesta
- Amplio margen de aplicación
- Complejidad media del equipo de central.

Tabla 2 - Característica de los tres métodos considerados.

Método 1	<ul style="list-style-type: none"> — no hay reducción de datos a transmitir — flujo de datos 300 kbit/seg — se necesita sistema de transmisión PCM — equipo simple de central en la central esclava
Método 2	<ul style="list-style-type: none"> — reducción de los datos a desacoplos (variaciones de estados) — flujo de datos 64 kbit/seg — cable sin bobina de carga o portadora apropiada (PCM) — equipo más complejo de control en la central esclava
Método 3	<ul style="list-style-type: none"> — reducción de datos a resultados preprocesados — flujo aproximado de datos 10 kbit/seg — válido cualquier canal de conversación — equipo de control en central esclava muy complejo

Por ello fué elegido para usarse en instalaciones Metaconta⁺ L controladas remotamente. La cantidad de datos suministrados en la tabla 2, se refiere a una central esclava con 8.000 líneas de abonado y 0,1 Erlang por abonado.

El medio de transmisión usado para el canal de señalización del método 2 podría ser uno de los siguientes:

- Pares metálicos de cable sin bobinas de carga y con repetidores a distancias mayores.
- Grupos primarios de sistemas de portadora.
- Canales de señalización de un sistema PCM.

El tiempo máximo permisible de retraso de una señal limita en cualquier caso la longitud máxima del canal a 80 km.

La conexión entre una instalación controlada remotamente y la central maestra se muestra en la figura 9, para lo que se toma el ejemplo de una central esclava. Se controla a través de dos canales de señalización A y B.

Entre los modems de la fig. 9 se transmite un flujo de 64 kilobits/seg., usándose en caso de conexión metálica, Inversión Alternada de Marca (IAM).

Para protección de los datos, la lógica de transmisión de datos (LD) genera un código cíclico usado por la lógica de recepción de datos para reconocimiento de errores. Si la lógica de recepción de datos reconoce un error de transmisión, envía una señal especial al lado transmisor, quien, a su vez, interrumpe la transmisión de nuevos datos y retransmite los datos que fueron incorrectamente recibidos.

La cantidad de datos desde y hacia el concentrador de líneas es significativamente menor. El canal de señalización usado en este caso particular, transmite información a 200 bits/seg; se trata de un sistema con dos frecuencias diferentes de envío en cada sentido [7].

Equipo de control

Las características especiales que aparecen aquí se explican primeramente con ayuda de la fig. 9 mediante el uso de una central esclava como ejemplo.

Aunque, como se muestra en la fig. 2, la unidad central de control de una instalación maestra opera

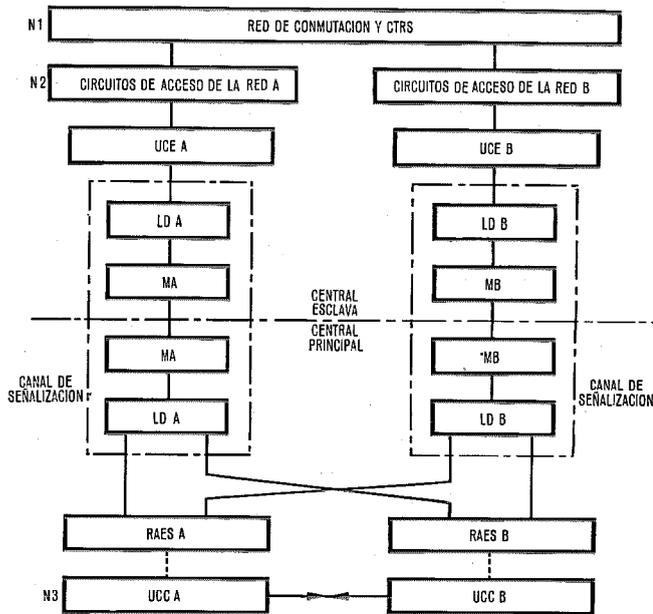


Fig. 9 Equipo de control remoto.

- LD - Lógica de datos
- RAES - Registro adaptador de entrada salida
- M - Modem
- UCE - Unidad de control esclava
- UCC - Unidad central de control (autónoma)
- A, B - Equipo duplicado,

usualmente en sincronismo con los dispositivos de acceso a la red del Nivel 2, en el caso del control remoto de este tipo de dispositivos mostrado en fig. 9, esta operación síncrona, debe de separarse en:

- Operación síncrona entre la unidad esclava de control de la central esclava y los dispositivos de acceso a la red controlados remotamente.
- Transmisión a través del canal al registro tampón de entrada/salida (RAES).
- Operación síncrona entre la unidad central de control de la central maestra y el registro tampón de entrada/salida.

Las diferencias de tiempo, en caso de control a través del canal de señalización son relativamente grandes (es decir, cuando se requiere retransmisión a causa de un error) y se compensan mediante almacenamiento temporal de los datos en la unidad esclava de control y en el registro tampón de entrada/salida.

Ya se ha señalado anteriormente, al comentar la figura 2, que el equipo en los niveles 2 y 3 de la central maestra, se ha duplicado con el fin de lograr un grado adecuado de fiabilidad.

Este equipo también se duplica en la central esclava como se muestra en la figura 9 y en el concentrador de central.

Sin embargo, aunque el canal de señalización está también duplicado, estas precauciones no son suficientes. Con el fin de aumentar la fiabilidad, los canales A y B se han conectado adicionalmente cruzados a las unidades centrales de control A y B (Fig. 9).

El cruce de canales es ineficaz mientras todo el equipo funcione sin fallo. Cuando una de las unidades de control (A ó B) ó un canal de señalización es puesto

fuera de servicio, la central esclava puede controlarse a través del equipo en buen estado del otro canal de señalización o desde la otra unidad de control. Solamente es necesario reorganizar la conexión entre las centrales maestra y esclava en caso de ocurrencia de un segundo fallo; si, por ejemplo, después de averiarse la unidad central de control A, se averiase el canal de señalización B, la continuidad del servicio se aseguraría conectando el canal de señalización A a la UCC B.

En el caso de concentradores de central, la configuración completa el sistema, incluyendo las interrelaciones de control, es idéntica. En este caso, el lugar de la unidad esclava de control es tomado por la unidad concentradora de control, que es en general menos costosa.

En el caso de concentradores de líneas, la duplicación del canal de señalización es innecesaria, debido a la pequeña cantidad de equipo controlado remotamente. Aquí, la adaptación necesaria para el canal de señalización está incorporada en la lógica de datos (L. D.), figura 8.

Operación y Mantenimiento

Las instalaciones del tipo control remoto funcionan en general no atendidas; por tanto, para instalaciones de este tipo, las funciones de operación y mantenimiento deben automatizarse tanto como sea posible, posibilitando la realización de estas funciones desde un punto central, por ejemplo, desde la unidad central de control de la central maestra.

Esto concierne no solo a la entrada y alteración de parámetros, que se encuentran en cualquier caso almacenados en la UCC de la central maestra aun para instalaciones controladas remotamente, es decir, para reparar partes averiadas ó realizar extensiones de servicio, la preparación y control de las secuencias puede manipularse desde la unidad central de control de la central maestra.

Todo esto está apoyado por el principio de repartición de carga usado en la configuración duplicada de la unidad central de control (UCC) del sistema Metaconta* L.

Ello permite ejecutar diferentes secuencias de programa en los dos ordenadores, lo que hace posible el uso, parcial o total, de uno de los ordenadores para funciones de operación y mantenimiento. La prueba y filosofía de extensión de instalaciones controladas remotamente, se basa en este método de operación de la unidad central de control, junto con la duplicación sistemática de todo el equipo integrante del canal de señalización y unidades de control de centrales esclavas y concentradores de central.

Las funciones de operación y mantenimiento pueden iniciarse y supervisarse a través de los dispositivos de entrada/salida de la central maestra o a través de acceso por teletipos al equipo de control de la central esclava o del concentrador de central.

Las funciones de prueba que aseguran la operatividad de todos los dispositivos están integradas dentro de las secuencias operacionales normales. Esto se

ha hecho posible mediante integración en la circuitería y programación de los correspondientes circuitos y programas de prueba. Además, usando los dispositivos de entrada/salida anteriormente mencionados, puede solicitarse la ejecución de programas "bajo demanda" para pruebas y diagnóstico de fallos. De este modo, un 100 % de todos los fallos que pueden ocurrir, serán detectados y localizados en una o dos unidades enchufables sin necesidad de aparatos especiales de prueba. En caso de reparación, solamente necesita tocarse el módulo afectado por el fallo.

La comunicación hombre-máquina es más complicada, sin embargo, en caso de extensiones de instalaciones controladas remotamente. Por ejemplo, si se necesitase extender una central esclava de pequeña capacidad, tal como la mostrada en la figura 5, mediante adición de una unidad intermedia de selección; después de la introducción de un programa de extensión previamente preparado en la unidad de control de la central maestra debería procederse como sigue:

Después de comprobar exhaustivamente todo el equipo a poner en servicio, un cable ó grupo de cables (*a* a *d* en la figura 10) son reemplazados por las unidades intermedias de selección A a D. Cada conexión se lleva a cabo en los pasos siguientes:

- Prohibir cursar tráfico por el cable a sustituir en la unidad de control de la central maestra.
- Que la unidad central de control autorice a eliminar el cable dando los detalles exactos del cable a reemplazar.
- Cambio del cable por el personal adecuado.
- Pruebas del cambio por la unidad central de control.
- Permiso de cursar tráfico por el cable sustituido.

Durante todo este proceso, el propósito principal es concentrar todas las decisiones y secuencias de prueba en la unidad de control de la central maestra, con el fin de no permitir oportunidad alguna de error al personal que lleva a cabo la extensión.

Conclusión

La disponibilidad de centrales que aceptan control remoto extiende la adaptabilidad del sistema Metaconta⁺ L a presentes y futuras necesidades de las compañías telefónicas y administraciones. En particular, puede extender el Control por Programa Almacenado a instalaciones menores manteniendo las mismas facilidades de abonado y de funcionamiento que en las centrales maestras.

El crecimiento puede ser satisfecho ampliando las instalaciones de control remoto a centrales maestras.

Además las centrales controladas remotamente de

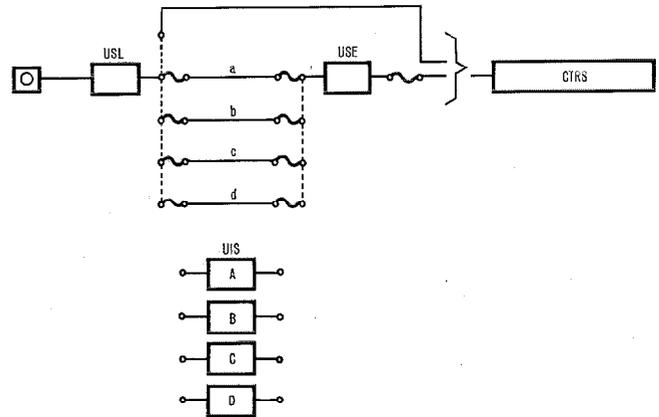


Fig. 10 Extensión de la red de conmutación en una central esclava.

división de espacio, como las descritas, por su capacidad para transmisión MIC pueden tener aplicación en instalaciones de tipo MIC, donde la central maestra, por ejemplo, puede ser una central de tránsito MIC.

Esto puede ser un compromiso económico en que el bajo nivel de tráfico terminal es conmutado por división de espacio y el tráfico de alta concentración por conmutación MIC.

Referencias

- [1] S. Kobus, J. A. de Miguel, A. Régnier: Metaconta L — Control por programa en memoria de matrices con puntos de cruce provistos de autorretención; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 46 (1971), N° 4, págs. 236—247.
- [2] J. Trelut: Aplicación del Sistema Metaconta en el Aeropuerto de Roissy; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 47 (1972), N° 4, págs. 237—243.
- [3] J. P. Dartois: Centrales locales Metaconta L de capacidad media; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 48 (1973), N° 3, págs. 233—243.
- [4] G. Yelloz, T. Cagnac, A. P. Le Gall, C. J. Fruhard: El ordenador ITT-3200; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 46 (1971), N° 1, págs. 38—46.
- [5] S. W. Evans, V. R. Henson, P. J. Risley: UNISWEP: Nueva práctica de equipo para sistemas de conmutación; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 47 (1972), N° 3, págs. 144—155.
- [6] J. J. Perrot, A. Régnier: Sistema Metaconta L — Red de conmutación de la central 10 R; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 48 (1973), N° 3, págs. 244—255.
- [7] J. Wasser: Einkanal-Datenübertragungseinrichtung ED 1000: en Drahtgebundene Übertragungstechnik; *Nachrichtentechnische Zeitschrift-Report*, 1972, N° 11, págs. 38—42. Resumen en *Nachrichtentechnische Zeitschrift*, julio 1972, volumen 25, N° 7, p K 157.
- [8] S. Kobus, A. Kruihof, L. Viellevoe: *Comunicaciones Eléctricas: Principio de control del sistema de conmutación Metaconta L*; Vol. 47 (1972), N° 3, págs. 165—169.

K. Strunk nació en Essen en 1928. En 1952 comenzó sus estudios de ingeniería de comunicaciones en la Universidad Técnica de Aquisgran, completándolos en 1957 con el grado de Ingeniero Superior.

Desde 1957, K. Strunk ha pertenecido a la plantilla de Standard Elektrik Lorenz AG, primeramente como Ingeniero de Desarrollo y más tarde como Jefe de un Grupo de técnicos de centrales de conmutación telefónica. Se le encargó durante 1972 del desarrollo de sistemas de conmutación para exportación asignándole finalmente en 1973 la jefatura del desarrollo de instalaciones del sistema Metaconta⁺ L controlados remotamente.

Protección contra sobretensiones en los equipos de conmutación que utilizan componentes electrónicos

Los sistemas de conmutación de la nueva generación se distinguen esencialmente de los sistemas electromecánicos convencionales por el uso extensivo de componentes electrónicos. Tiene, por tanto, que darse una especial atención a la protección contra sobretensiones que pueden entrar en el equipo a través de las líneas. Un análisis del fenómeno que tiene lugar en las líneas y una valoración de la capacidad de resistencia del equipo frente a sobretensiones indicará las medidas de protección que deben adoptarse.

R. MOSCH

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, Alemania

Introducción

El problema de las sobretensiones en los circuitos de telecomunicación sobre líneas aéreas es tan antiguo como este tipo de línea de transmisión. En los principios de la telefonía, los resultados obtenidos eran bastante insatisfactorios debido al hecho de que las líneas aéreas — no se disponía de ningún otro tipo de línea en aquel tiempo — estaban expuestas directamente a la influencia de las descargas atmosféricas y se conocía muy poco del proceso que se desarrollaba. Desde entonces se ha desarrollado una gran cantidad de investigación sobre este campo, como puede apreciarse por el volumen de literatura producido sobre este tema. Inicialmente, las enseñanzas aprendidas de las investigaciones tanto teóricas como experimentales se utilizaron para desarrollar medidas de protección para los operadores o personal de mantenimiento contra los peligros de las sobretensiones. Posteriormente, cuando las robustas líneas aéreas fueron progresivamente sustituidas por las más vulnerables líneas de cables, se concentraron los esfuerzos en la protección de estas líneas frente a la destrucción de las mismas provocada por las sobretensiones. Con la introducción de los repetidores de línea, que actualmente constituyen el elemento más vulnerable en una línea de transmisión, resulta necesario desarrollar dispositivos de protección más elaborados. Cuando los amplificadores de válvulas empezaron a sustituirse por dispositivos de estado sólido, hubo de realizarse un nuevo avance en la protección contra sobretensiones.

Aparte de las descargas atmosféricas, las influencias producidas por la proximidad de circuitos de alta tensión han adquirido una importancia creciente como generadores de sobretensiones en las líneas telefónicas y se les debe dar una consideración adecuada.

Actualmente, en las redes de telecomunicación de todo el mundo se han insertado protectores contra sobretensiones en las líneas siempre que existe un riesgo de destrucción de los cables de transmisión o del equipo, debido a sobretensiones. Muchos países, sin embargo, no utilizan todavía los protectores en las terminaciones de abonado de las centrales de conmutación, y en otras partes esto se ha realizado solamente en una extensión limitada. Pocos son los países que prescriben la protección de los terminales de abonado mediante protectores. La razón de estas diferencias extremas en cuanto al tratamiento de la protección contra sobretensiones en las centrales de conmutación puede encontrarse principalmente en las diferencias de clima y suelo

y en el uso preferido de algunos tipos de líneas; finalmente, también juegan su papel las consideraciones administrativas.

Comparado con el equipo de transmisión, el equipo convencional de conmutación era obviamente mucho menos sensible a las sobretensiones. Actualmente, sin embargo, existen preparativos para reemplazar en gran escala la tecnología convencional de conmutación, con sus robustos elementos electromecánicos, por sistemas de conmutación de una nueva generación que, debido al uso extensivo de componentes electrónicos, exhiben propiedades muy diferentes.

El objetivo de este estudio es describir los riesgos producidos por las sobretensiones en las facilidades de conmutación de la nueva generación y señalar los medios de evitarlos.

Revisión general de campos que requieren protección

Las sobretensiones que llegan a la central a través de la red de líneas pueden:

- atentar contra las vidas humanas,
- dañar o destruir el equipo,
- producir un funcionamiento defectuoso o
- producir ruidos perturbadores en los circuitos de comunicación.

La experiencia ha demostrado que las medidas de protección empleadas hasta ahora eliminan esencialmente los peligros para los seres humanos. En lo que sigue, las consideraciones se concentran, por lo tanto, principalmente en los riesgos de daño del equipo. Los funcionamientos defectuosos se considerarán también ocasionalmente, pero se excluirán los ruidos perturbadores.

Con mucho, la mayoría de las líneas que llegan a una central proceden de la planta de abonado. Puesto que las medidas de protección introducidas a este nivel tienen un alto impacto sobre los costes, este aspecto se tratará en gran detalle para la red telefónica. Más adelante se supone que los circuitos de conversación en el equipo de conmutación se conmutan mediante contactos, técnica que se utiliza todavía casi universalmente incluso con el equipo de la nueva generación. Este ejemplo tiene la ventaja adicional de que se considera el extremo opuesto a la situación encontrada en la técnica de transmisión. Mientras que el equipo de transmisión está siempre conectado a la línea por medio de transformadores y funciona a niveles relativamente bajos, en el caso del equipo de conmutación telefónica existe una conexión metálica entre la línea de abonado

Protección contra sobretensiones

y las partes centrales de la instalación, que, además, se utiliza para transmitir corriente continua y señales de baja frecuencia de potenciales relativamente altos. A partir de las soluciones adoptadas para los dos casos extremos es fácil encontrar medidas de protección adecuadas para condiciones intermedias, como se encuentran, por ejemplo, en las líneas de unión, enlaces de frecuencia vocal, etc. Esto se aplica también al equipo de conmutación totalmente electrónico que utilice multiplex por división de espacio o de tiempo. Tal equipo, igual que el equipo de transmisión, debe estar siempre físicamente separado de las líneas mediante transformadores.

Las sobretensiones de las líneas se deben a descargas atmosféricas y a inducciones procedentes de circuitos de transporte de energía eléctrica. Las líneas de la planta de abonado están expuestas a estas fuentes de tensiones perturbadoras, igual que un sistema de antenas, y todos sus conductores conducen a la central de conmutación. La figura 1 puede servir para mostrar esta situación. Este campo complejo de influencias se divide convenientemente en subáreas para permitir la investigación del fenómeno en cada una de ellas por separado primero (Fig. 2). Será después más fácil discutir las interrelaciones entre estas áreas individuales. Las fuentes de tensiones perturbadoras constituyen el área (I). Ejercen influencia sobre la planta de líneas de abonado (II). El entorno entre las dos áreas anteriores indica que plantas de líneas exteriores, árboles, edificios, etc., pueden actuar como una pantalla de forma que se pueden esperar sobretensiones correspondientes menores en los hilos telefónicos próximos. Si deben utilizarse protectores (III), deben colocarse preferiblemente en las terminaciones de línea, es decir, bastante próximos al equipo de la central de conmutación (IV).

Manifestaciones de las sobretensiones y del proceso que ocurre en la planta de líneas

Es relativamente fácil determinar la situación de la influencia de las líneas de conducción de energía eléc-

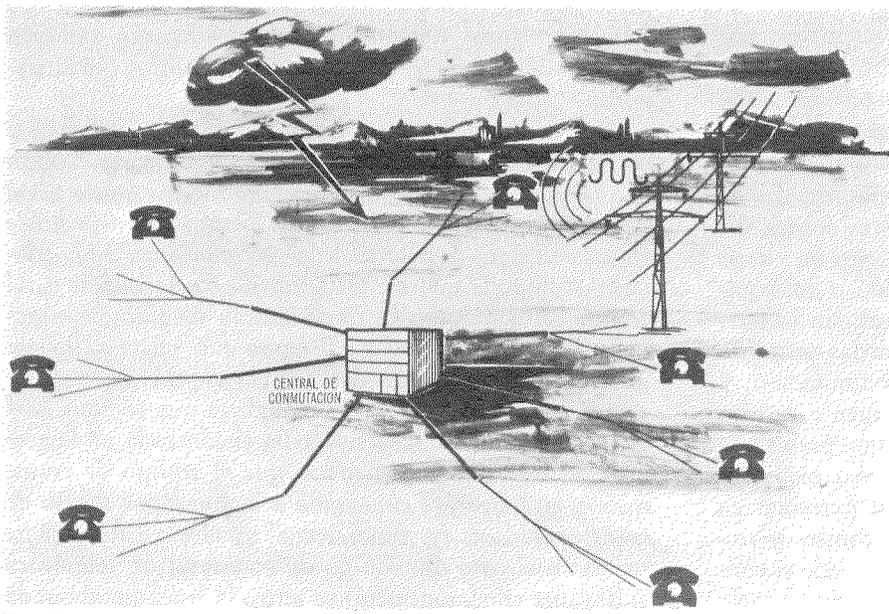


Fig. 1 Exposición del equipo telefónico a las tormentas y líneas de alta tensión.

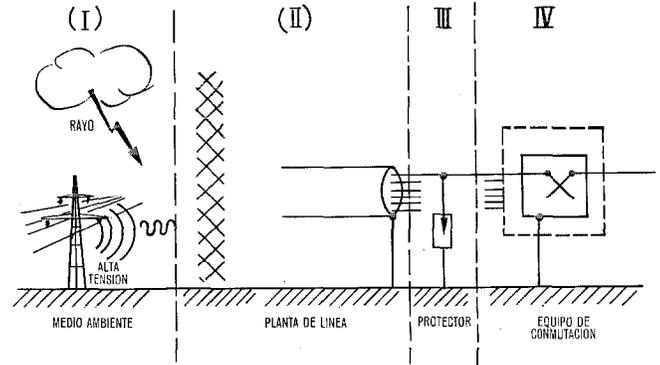


Fig. 2 Exposición del equipo de conmutación a las sobretensiones.

trica y, en la práctica, no es muy difícil actualmente calcular estas influencias por adelantado. Los fenómenos relacionados con las descargas atmosféricas son, sin embargo, de una naturaleza mucho más compleja y los consideraremos, por tanto, en mucho más detalle.

Las sobretensiones se producen normalmente como tensiones longitudinales de igual magnitud en ambos conductores de un par; en presencia de un desequilibrio, sin embargo, se pueden producir también tensiones de tipo metálico o transversales.

Interferencia de las líneas de fuerza (Conducción eléctrica)

Este tipo de interferencias se debe a los circuitos de alta tensión y, en particular, a las líneas de electrificación de los ferrocarriles. Por consiguiente, las sobretensiones inducidas en las líneas telefónicas tienen frecuencias de 50 Hz, 60 Hz ó $16\frac{2}{3}$ Hz; sin embargo, a veces pueden generar, por las distorsiones, un espectro de armónicos muy pronunciado.

Contacto con líneas de fuerza

El riesgo del contacto directo entre líneas de fuerza y líneas de telecomunicación está hoy virtualmente eli-

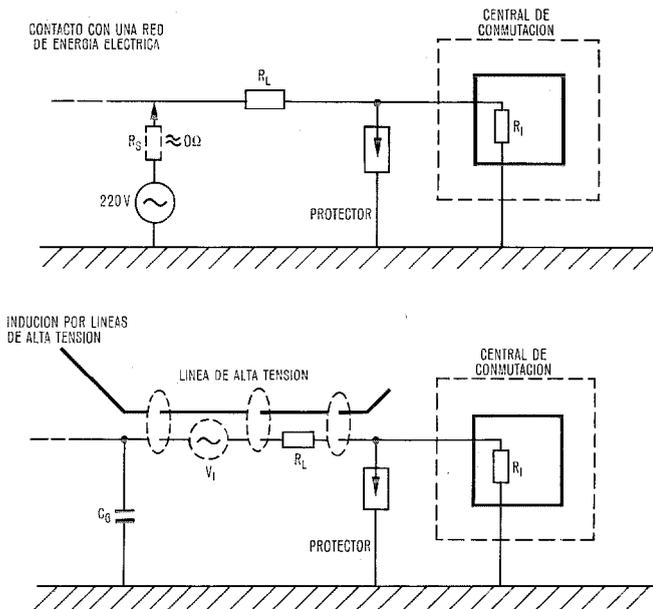


Fig. 3 Circuitos equivalentes para casos de interferencia por líneas de alta tensión.

minado mediante la determinación de rutas adecuadas y otras medidas. Debemos anticipar, sin embargo, los contactos ocasionales entre las conducciones de energía eléctrica de tipo doméstico (220 V. por ejemplo) y los hilos telefónicos que en los domicilios de los abonados discurren muy próximos entre sí. Tales contactos son bastante críticos ya que la resistencia interna efectiva del generador de sobretensión es prácticamente nula (Fig. 3), de forma que la corriente está limitada solamente por la resistencia de la línea y del equipo. Si se utilizan protectores que respondan a tensiones como las de la red de baja frecuencia, se pueden formar corrientes de varios amperios.

Interferencias de estado estacionario

Las corrientes de funcionamiento de las líneas de fuerza y en las instalaciones eléctricas de los ferrocarriles inducen en las líneas telefónicas próximas sobretensiones que pueden persistir durante períodos prolongados de tiempo. Actualmente, se toleran tensiones de hasta 65 V eficaces, pues tensiones superiores a este valor se ha considerado que ya son peligrosas para la vida humana. Medidas apropiadas en las redes de líneas inductoras e inducidas aseguran que no se exceda de este valor.

En presencia de tensiones longitudinales de tal magnitud no es posible, desde luego, utilizar aparatos de abonado que, por su funcionamiento, requieran una conexión a masa. Así, la resistencia interna que es la responsable del efecto de estas tensiones longitudinales en las centrales de conmutación, viene determinada principalmente por la capacitancia de la línea con relación a masa (Fig. 3). Incluso para líneas de abonado muy largas, esta capacitancia con relación a masa permanece inferior a $1 \mu\text{F}$ y, por consiguiente, la resistencia, interna efectiva es por lo menos de varios kilohmios.

Interferencias de corta duración

Este tipo de interferencia se produce en el caso de cortocircuitos en las redes de potencia y sistemas de tracción. Los disyuntores automáticos de acción rápida disminuyen actualmente la duración de tales eventualidades a menos de un segundo. Debido a su corta duración, el cuerpo humano puede soportar contactos a tensiones mucho más altas, sin graves riesgos, que las admisibles para interferencia de estado estacionario.

De acuerdo con las recomendaciones del CCITT [1], las sobretensiones producidas en las líneas telefónicas debidas a interferencias de corta duración deben permanecer dentro de los siguientes límites:

- ≤ 650 V (valor eficaz) para una duración $\leq 0,2$ segundos en sistemas de fuerza de gran seguridad operacional.
- ≤ 430 V (valor eficaz) en cualquier otro tipo de sistema de fuerza para una duración máxima de unos pocos segundos.

La impedancia interna efectiva en presencia de estas tensiones inducidas viene de nuevo determinada principalmente por la capacitancia respecto a masa de cada conductor (Fig. 3), supuesto que no existe conexión de la línea a masa en la parte del abonado.

Efectos de las descargas eléctricas

Las líneas aéreas y los cables suspendidos, así como los cables enterrados, pueden resultar dañados directamente por los rayos o recibir una influencia eléctrica de mayor o menor grado por las descargas eléctricas próximas. Los fenómenos que tienen lugar en una descarga eléctrica han sido ampliamente investigados y se dispone de mucha literatura sobre la teoría de las descargas eléctricas. Se dispone también de gran número de resultados de medidas procedentes de muchas partes del mundo realizados sobre líneas homogéneas de gran longitud (es decir, enlaces interurbanos), mientras que resulta prácticamente imposible el establecimiento teórico del proceso que tiene lugar en las plantas de líneas de abonado que son de naturaleza extremadamente heterogénea en cuanto a configuración y tipos de líneas. Además, no se dispone de resultados significativos de medidas en este tipo de redes.

Sin embargo, se puede obtener una idea útil de la situación si se restringe la consideración a tipos particulares de líneas de las que se conocen sus características principales.

Proceso que se desarrolla en las descargas eléctricas

En algunas condiciones atmosféricas, una nube puede llegar a cargarse eléctricamente hasta tal grado que la gran diferencia de potencial con relación a tierra lleva a la producción de un arco. Nube y suelo pueden considerarse como las placas de un gran condensador (Fig. 4), que se descarga a través del canal del rayo. Aunque este canal se realiza en forma extremadamente rápida, como se conoce por numerosas medidas y observaciones [2], toma, sin embargo, un cierto tiempo del orden de los microsegundos y se puede representar por una inductancia en el circuito equiva-

lente de descarga. La impedancia del canal es del orden de 5 kohmios y se desvía muy poco de este valor para cualquier descarga. La corriente durante la descarga puede alcanzar un valor superior a 200 kA.

Una vez formado el canal de la descarga eléctrica, ésta tiene lugar exactamente igual que en un circuito RC. Puesto que la conductividad del suelo tiene valores finitos, la corriente de la descarga se distribuye por debajo de la superficie de la tierra en todas las direcciones, con zonas de alta conductividad (y esto incluye conductores metálicos) que toman una mayor parte de la corriente y la transporta a largas distancias hasta que se establece el equilibrio de potencial final en el suelo por debajo de la nube.

Acabamos de describir en cierto detalle el proceso que tiene lugar en una descarga eléctrica, ya que puede dar lugar a dos hechos que pueden ser importantes cuando se trata de los procesos que tienen lugar a continuación sobre las líneas perturbadas:

- Los cables de telecomunicación enterrados no están, desde luego, totalmente inmunes a los efectos de la actividad de las descargas eléctricas. El efecto de protección de la tierra depende en gran parte de la conductividad del suelo.
- Las corrientes producidas por la descarga eléctrica en el suelo y sobre las líneas perturbadas son casi totalmente idénticas, debido a la alta impedancia del camino de la descarga eléctrica y la curva corriente/tiempo sigue la de la corriente del canal de la descarga eléctrica.

Proceso que tiene lugar en las líneas

No vamos a referirnos a las líneas aéreas por su uso poco frecuente. En el caso de cables, la corriente de descarga penetra solamente en el interior de la pantalla del cable y produce el potencial perturbador real entre los conductores y la pantalla mediante una caída de potencial a través de su resistencia serie. Su curva corriente/tiempo es nuevamente una réplica exacta de las condiciones del camino de la descarga eléctrica.

Estas descargas de tensión se manifiestan según un impulso de forma triangular típico con un frente muy escarpado y una caída posterior lenta (Fig. 5). Esta

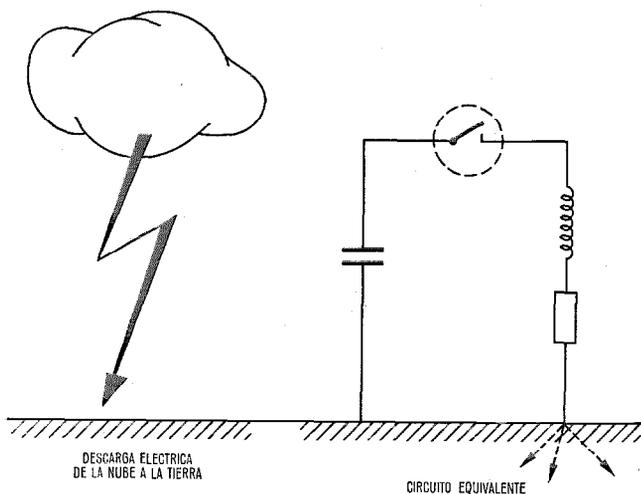


Fig. 4 Descarga eléctrica.

forma de onda se puede definir aproximadamente mediante dos funciones exponenciales, lo que es fácilmente comprensible a partir del circuito equivalente del circuito de descarga eléctrica (Fig. 4). El impulso de tensión se propaga como una onda progresiva (generada entre el conductor y la cubierta) a lo largo de la línea, resultando más o menos atenuada y aplanada y, algunas veces, deformada por reflexiones en puntos de desadaptación a lo largo de la línea. Ambas polaridades son posibles. Cuando se efectúan medidas en circuito abierto, debe tenerse en cuenta que, debido a la reflexión la tensión es el doble de la que hay en el interior del cable.

En los cables aislados con papel, que eran los de uso exclusivo en el pasado, la tensión de ruptura estaba entre los 2 y 3 kV con lo que el cable mismo actuaba como un limitador de sobretensión, es decir, evitaban que descargas de tensiones superiores alcanzaran el equipo de conmutación.

Sin embargo, en los cables con aislamiento de plástico que se usan ampliamente en nuestros días, las tensiones de ruptura llegan a 10 kV, de modo que las descargas con valores de cresta correspondientemente más altos pueden alcanzar la central de conmutación, supuesto, desde luego, que se les permite formarse y no se les intercepta en su camino mediante limitadores de sobretensión insertados en la línea.

La descarga a través del aislamiento del cable no da lugar necesariamente a un fallo de la línea. A menudo, todo esto resulta en una pequeña perforación del aislante que apenas tiene efecto sobre las características de la línea.

Debe prestarse especial atención a una configuración de línea, cuyos problemas específicos no parecen ser apreciados generalmente, que es la transición de una línea aérea al cable que llega hasta la central de conmutación. En tales uniones, se instalan siempre protectores de sobretensión conectados a masa para evitar la destrucción del cable por las sobretensiones, frecuentemente muy altas, sobre la línea aérea, debidas a descargas eléctricas. La pantalla del cable está también conectada a masa en estos puntos. Después del encendido del protector, solamente persiste entre el conductor y la pantalla la baja y absolutamente inofensiva

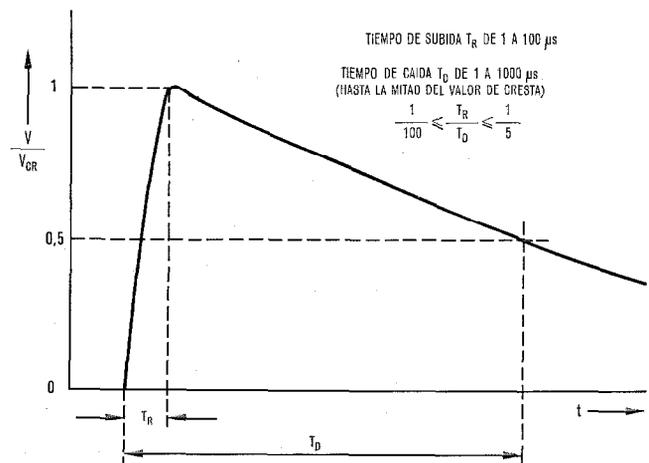


Fig. 5 Descarga de tensión típica.

tensión de mantenimiento. Esto es cierto, sin restricción, para el principio del cable en el punto de unión pero no necesariamente para toda la longitud del mismo. Debido a la resistencia finita del suelo (se pueden obtener valores por debajo de 10 ohmios) una gran parte de la corriente de la descarga eléctrica que fluye a través del protector fluye también por el interior de la pantalla del cable, produciendo nuevamente sobretensiones entre los conductores y la pantalla del cable en la forma descrita; en casos extremos, estas sobretensiones pueden exceder la resistencia dieléctrica del aislante del conductor, pero en ningún caso llegará a la central de conmutación. El valor de tensión más elevado se mide a 1 ó 2 km de la unión. Los cables más cortos son, por tanto, menos críticos, mientras que en los más largos las tensiones disminuyen debido a la atenuación. Hasta ahora, sólo se han adoptado medidas para eliminar el riesgo del cable con un alto grado de probabilidad.

Valores más probables

El impulso de descarga típico (Fig. 5) se caracteriza normalmente por su tiempo de elevación T_R , su tiempo de caída hasta la mitad del valor de cresta T_D , y por su tensión de cresta V_{CR} . Los valores observados del tiempo de elevación varían desde 1 μs a varios cientos de μs , mientras que para el tiempo de caída hasta la mitad del valor de cresta se obtienen valores comprendidos entre 10 μs y varios segundos. La relación entre el tiempo de elevación y el de caída para cada impulso varía entre 1:5 y 1:100 [2, 8].

Durante mucho tiempo, el CCITT ha recomendado una forma de impulso 1,2/50 ($\mu s/\mu s$) para pruebas de descargas en equipos. Esta forma de impulso debe utilizarse siempre que se espere una gran influencia del frente escarpado. Para largos impulsos de prueba, están aún en discusión valores de hasta 10/1000 ($\mu s/\mu s$). En estos impulsos largos, el factor más importante es el alto contenido de energía.

En cuanto a las amplitudes de impulso que pueden esperarse, todo lo que puede decirse en este momento es que su distribución porcentual acumulativa sigue aproximadamente la de los valores de corriente en los caminos de las descargas. Esta curva de distribución (Fig. 6) se obtuvo a partir de numerosas medidas [3]. La frecuencia de las descargas eléctricas que se pueden esperar en una cierta región geográfica pueden obtenerse de los resultados de las observaciones meteorológicas. Sin embargo, no se conoce casi nada sobre valores numéricos de las tensiones de descarga que pueden esperarse en la central de conmutación procedentes de las líneas de abonados.

El efecto de tales tensiones de descarga depende de la impedancia característica Z_s entre el conductor y la cubierta del cable, que es aproximadamente de 100 ohmios (Fig. 7) para cables de abonado normales (es decir, con diámetros de conductor de 0,4 ó 0,6 mm).

Efecto de pantalla de los sistemas de línea próximos

Igual que una alta conductividad del suelo reduce las sobretensiones debidas a las descargas eléctricas,

otros sistemas de línea próximos a los cables telefónicos tienen un efecto de disminución de las sobretensiones. Pero también los cables telefónicos próximos del mismo sistema (varias tiradas de cable muy pegadas unas a otras) tienen este efecto beneficioso, ya que en este caso la corriente de la descarga, que está limitada por el canal de la descarga, se distribuye entre varios cables, por lo que, las corrientes reducidas resultan correspondientemente en descargas de tensión más bajas.

Si una planta de líneas de abonado está protegida adecuadamente en esta forma, los impulsos de tensión producidos por la descarga eléctrica son correspondientemente bajos. Esta es la situación a la que se llega en los centros de las grandes ciudades donde los edificios colocados muy próximos unos a otros producen un efecto de apantallamiento adicional.

Resistencia a la ruptura del equipo de conmutación

Métodos de prueba

Es relativamente fácil determinar las tensiones a las que el equipo de conmutación se verá sometido debido a la proximidad de las líneas de fuerza; ni los cálculos ni las medidas presentan dificultades especiales. Por lo tanto, a partir de este momento quedan excluidas de mayor consideración las interferencias de este tipo.

El efecto de las tensiones generadas debido a las descargas eléctricas son, por el contrario, difíciles de manejar. Los cálculos son tediosos y las medidas sólo

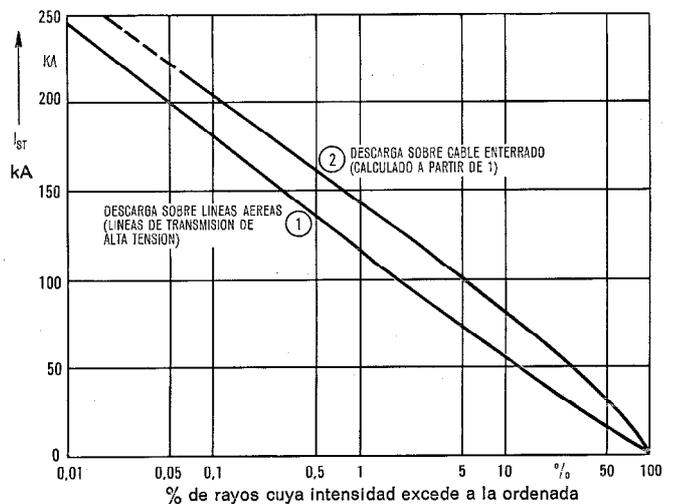


Fig. 6 Corrientes debidas a descargas eléctricas.

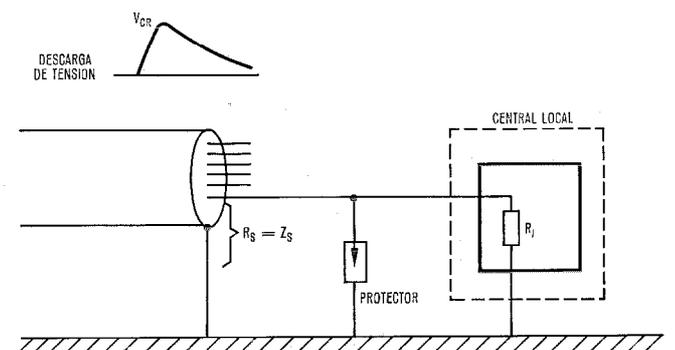


Fig. 7 Circuito equivalente para descargas de tensión entrando en la central local.

se pueden realizar convenientemente con generadores de prueba en circuitos puramente analógicos. En este caso se puede reconocer en forma suficientemente rápida después de cada prueba si se han afectado las características funcionales del equipo. En los circuitos de señalización y control, por otro parte, al ser digitales, se pueden producir considerables cambios en las características de los componentes mucho antes de que resulte aparente por fallo funcional. Más aún, las chispas que se producen en algunos puntos débiles destruyen normalmente el equipo de forma que las series de pruebas tienen que volverse a empezar en una nueva muestra. Las pruebas de sobretensiones sobre equipos completos se realizarán, por tanto, solamente al final de la etapa de inspección. Las pruebas de sobretensiones son poco adecuadas para pruebas de comprobación durante el desarrollo de un equipo, ya que, a pesar de ser costosas, proporcionan insuficiente visión del proceso interno.

El problema de las sobretensiones se resuelve mejor dividiéndolos en varias partes.

La capacidad de un circuito para soportar sobretensiones depende esencialmente de:

- la capacidad de los componentes para soportar las sobretensiones,
- las características del circuito específico,
- el diseño mecánico.

Los efectos perjudiciales de las sobretensiones se manifiestan como:

- cambios en las características eléctricas de los componentes,
- arcos.

Suponiendo que las sobretensiones entran en el equipo solamente por las líneas, parecería, a partir de la división anterior del problema, que la investigación debe mejor realizarse en las siguientes etapas:

- Primero, investigar el efecto de la configuración del circuito de conmutación sobre la entrada de sobretensiones.
- Después, se comprueba cada componente individualmente en cuanto a su capacidad de soportar las tensiones a las que se verá expuesto en razón a su ubicación particular en el circuito.
- Finalmente, buscar las partes del equipo en las que es más probable que se produzcan arcos.

Durante cada una de estas etapas debe tenerse cuidado de asegurar en todo lo posible, que solamente la variable que se está estudiando es objeto de variación, mientras que las otras dos permanecen sin ser afectadas. El orden dado anteriormente para realizar la investigación es el más lógico como explicaremos en el párrafo que sigue.

Estudio del circuito de conmutación

En esta primera etapa de la investigación, la disposición espacial de los componentes no es importante, supuesto que los componentes están espaciados a distancias suficientemente grandes unos de otros para evitar arcos entre ellos que, en esta etapa, no se consideran.

En medidas sobre un circuito así preparado subsiste aún la dificultad mencionada anteriormente de detectar cambios en los componentes debidos a sobretensiones — especialmente en circuitos digitales. El único medio de solventar esta dificultad es mediante simulación con un ordenador. El mejor programa a utilizar será el que trate el proceso en el dominio del tiempo. Un programa como éste se ha utilizado ya en un gran número de circuitos diferentes y ha proporcionado detalles del proceso interno que tiene lugar dentro de los circuitos.

Cuando se aplica el programa de ordenador, las características eléctricas de los componentes se introducen primero como si no hubiera condiciones limitadoras. Como resultado de la simulación, se obtienen primero curvas ficticias para todos los componentes. Las variaciones de tensión, corriente y potencial en función del tiempo se pueden representar en forma de diagramas que revelarán fácilmente los puntos críticos del circuito.

Variando los parámetros de la sobretensión y la configuración del circuito, o introduciendo niveles de destrucción, se puede examinar una gran variedad de condiciones dentro de un corto período de tiempo. Con la ayuda de tal simulación es posible determinar fácilmente la configuración óptima del circuito. Sin embargo, la ventaja más importante de este método es la de que reduce el número de pruebas a las de niveles de resistencia de cada componente. Además se pueden incluso detectar ligeros cambios en las propiedades eléctricas después de cada sobretensión.

La bondad del método de la simulación se ha comprobado mediante medidas de sobretensiones en varios circuitos. Las variaciones mayores estaban por debajo del 10 % y se podían atribuir a simplificaciones intencionadas en el momento de introducir la información de los componentes en el ordenador.

Los sistemas de conmutación modernos considerados comprenden esencialmente tres partes que difieren considerablemente unas de otras en cuanto a:

- su función dentro del sistema,
- el tipo de componente utilizado y
- la respuesta a las sobretensiones procedentes de la línea.

En la figura 8 estas partes se representan en forma de diagrama. La parte primera comprende el circuito de conversión real y el circuito de alimentación para la línea de abonado. En esta parte se utilizan casi exclusivamente los componentes pasivos y están directamente expuestos a las sobretensiones entrantes. La parte segunda incluye todos los dispositivos de señalización, tales como exploradores, excitadores de señal, etc. que, en particular, reciben o envían señales de corriente continua y, por tanto, están también directamente expuestos a las sobretensiones procedentes de la línea. La parte tercera cubre el equipo de control central que puede estar principalmente formado por dispositivos de estado sólido altamente sensibles. Por consiguiente, las sobretensiones de las líneas de transmisión

no deben pasar, bajo ninguna circunstancia, a esta parte del equipo.

Estabilidad de los componentes al soportar las sobretensiones

Se dispone de poca información respecto a la estabilidad de los componentes al soportar sobretensiones. Sin embargo, se conoce generalmente que la mayoría de los dispositivos de estado sólido no deben estar sometidos a sobretensiones, incluso de la más corta duración, si su cresta excede incluso en una pequeña cantidad, las crestas de las sobretensiones que se presentan durante el funcionamiento normal del equipo. Por lo tanto, siempre que exista una posibilidad de que estos componentes sean alcanzados por sobretensiones, deben tomarse medidas para su protección, lo cual es afortunadamente posible en muchos casos.

Los componentes situados en los circuitos de conversación y alimentación tales como resistencias, condensadores, bobinas y transformadores — como se han usado hasta el momento en los equipos de conmutación electromecánicos — han aguantado bien las sobretensiones a las que estaban sujetos. Aquí, la resistencia a la ruptura podría verse afectada adversamente si los componentes normalmente utilizados se sustituyeran por componentes miniaturizados o modificados de alguna otra manera.

Una idea de la magnitud de las sobretensiones que pueden soportar los tipos de componentes conocidos se presenta en la figura 9. El grupo de curvas muestra la situación para las resistencias típicas, bobinadas y de película de carbón. En ordenadas se indican los valores de cresta de las sobretensiones a las que pueden estar sometidas las resistencias de dimensiones y valor nominal de resistencia dados (se indican en abscisas) cuando se desee que sus resistencias no cambian de valor en más de 1% después de 100 aplicaciones de una prueba de sobretensión de la forma normalizada 10/1000 ($\mu\text{s}/\mu\text{s}$).

Se ve así que las resistencias, incluso de pequeñas dimensiones, son capaces de soportar grandes sobretensiones y, por lo tanto, son adecuadas para absorber la mayor parte de la energía contenida en una sobretensión.

El elemento de conmutación real, que es un compo-

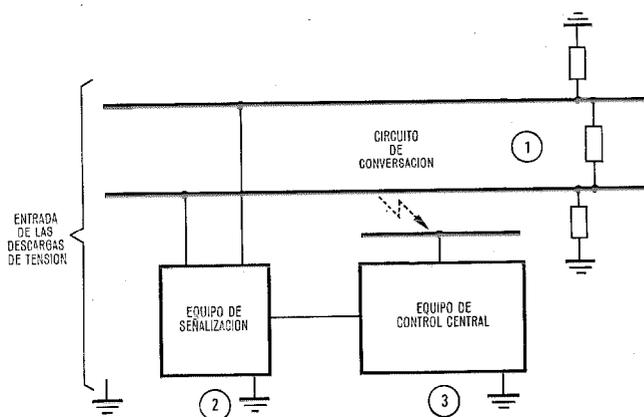


Fig. 8 Sistema de conmutación moderno típico expuesto a descargas de tensión peligrosas.

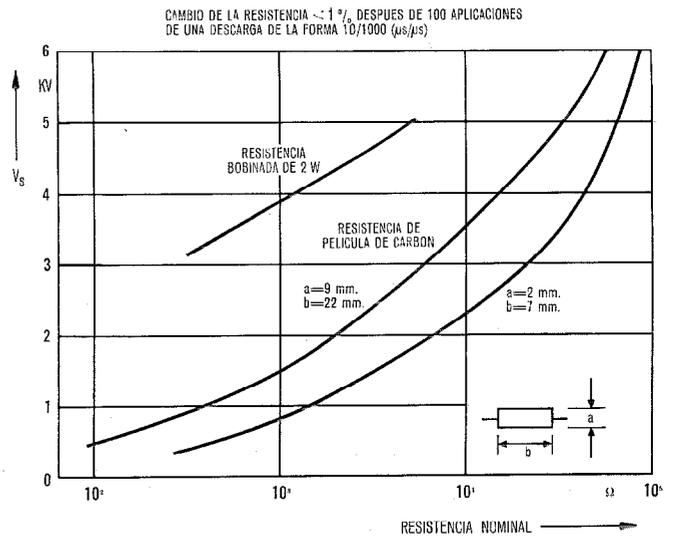


Fig. 9 Capacidad de las resistencias para soportar golpes de tensión. El cambio en la resistencia es menor del 1% después de 100 descargas de la forma 10 $\mu\text{s}/1000 \mu\text{s}$.

nente particularmente importante en el circuito de conversación, se discutirá posteriormente. En este componente, la sobretensión de arco en los contactos juega un papel importante.

Estudio de la resistencia al arco

En los nuevos sistemas de conmutación debe prestarse una atención especial al riesgo de los arcos. Por un lado, la tendencia general hacia la miniaturización conduce a distancias cada vez menores entre partes a diferentes potenciales y, por otra parte, los efectos de los arcos pueden ser mucho más serios que en los sistemas convencionales. Si el equipo de control central, que es altamente vulnerable, (parte tercera de la figura 8) se daña por culpa de un arco, como se indica mediante una flecha, se puede asegurar el fallo de todo el sistema.

Los arcos se pueden producir:

- dentro de los componentes eléctricos,
- entre elementos de conexión (hilos, conectores, conductores sobre conjuntos de circuitos impresos, etc.) y
- entre componentes eléctricos y elementos de conexión.

La resistencia de ruptura dentro de los componentes eléctricos se comprueba cuando se investiga su capacidad de soportar las sobretensiones y no necesita volver a medirse.

Para un estudio más profundo se necesita una muestra del equipo en su forma mecánica final, ya que es la distancia real entre los diversos componentes a diferentes potenciales lo que determina la resistencia de ruptura. Todas las conexiones galvánicas entre los conductores de conversación y entre éstos y masa están cortadas por el lado de masa de los componentes de tal manera que su posición permanezca inalterada. De esta forma, se encontrarán con seguridad los puntos débiles críticos entre los componentes eléctricos y los elementos de conexión.

Para pruebas de arcos es preferible utilizar descargas del tipo 10/1000 ($\mu\text{s}/\mu\text{s}$). Debido a su lento tiempo de elevación, no existe un retardo de encendido significativo, es decir, los valores así obtenidos no pueden ser excedidos por descargas de otros tipos. En lugar de descargas de la forma 10/1000 ($\mu\text{s}/\mu\text{s}$), se puede utilizar una tensión alterna de 50 Hz. Las medidas comparativas han demostrado que las diferencias resultantes son despreciablemente pequeñas. Si, además, se inserta una alta resistencia entre el generador de tensión y el dispositivo en pruebas, la chispa será del tipo corona, que tiene la ventaja especial de que una ruptura no produce daños significativos.

Con las distancias extremadamente pequeñas entre los conductores de los circuitos impresos, admisibles actualmente entre los fabricantes, la tensión del arco puede ser inferior a 1 kV. En puntos críticos, por lo tanto, puede ser necesario aumentar las distancias.

Otros peligros procedentes de las descargas

En el párrafo anterior, se han discutido los riesgos de los arcos dentro del equipo, pero incluso por debajo de los límites de éstos, las tensiones procedentes de descargas sobre los hilos de conversación pueden influenciar partes adyacentes del circuito de control a través del acoplamiento capacitivo y ser causa de un mal funcionamiento y puede, en el caso de circuitos de alta resistencia, llegar a la destrucción de los mismos.

Similarmente, las corrientes de descarga en los hilos de conversación que pueden ser de magnitud considerable, pueden, a través de su inductancia mútua con los componentes adyacentes del circuito de control, producir perturbaciones o tensiones destructivas en éste.

Ambos tipos de peligro pueden estimarse fácilmente y tomarse en consideración durante el diseño del equipo; por lo cual no le dedicaremos aquí mayor consideración.

Peligros para los dispositivos de estado sólido

Una de las características técnicas salientes de la nueva generación de los sistemas de conmutación es el uso extensivo de dispositivos de estado sólido. Estos componentes se consideran normalmente como altamente sensibles a las sobrecargas, lo que, sin embargo, no es cierto en todos los casos como explicaremos en más detalle posteriormente. Más aún, la extensión de su aplicación en las diversas partes de un sistema de conmutación varía mucho, como ya se mencionó cuando se discutió la figura 8.

En la parte primera que comprende todos los elementos de conmutación que están directamente localizados en el circuito de conversación y que están, por lo tanto, directamente expuestos a las sobretensiones de las líneas, no se emplean dispositivos semiconductores en absoluto.

El control central de la parte tercera, sin embargo, está formado a menudo por gran cantidad de dispositivos semiconductores. Aquí, se realizan exclusivamente funciones lógicas y de memoria. El nivel de señal se elige tan bajo como se pueda de forma que sea consis-

tente con la tecnología, velocidad de funcionamiento y disipación de potencia. Esto implica un alto grado de miniaturización justo en la región de las unidades altamente integradas que son inherentemente más vulnerables a las sobretensiones. Por lo tanto, debe evitarse, a toda costa, que las sobretensiones entren en la parte tercera. Esta tarea se realiza por los circuitos de señalización (parte segunda de la figura 8), aparte de su función primaria, es decir, el intercambio de señales entre la línea de abonado y el control central. Ambas funciones pueden combinarse de forma ventajosa.

Las señales de corriente continua sobre la línea pueden adquirir valores de tensión tan altos como la tensión de alimentación del sistema, es decir 48 ó 60 V, mientras que solamente unos pocos voltios son suficientes para excitar un dispositivo semiconductor. El requisito de atenuación puede suministrarse fácilmente mediante un limitador de tensión. La figura 10 da una representación esquemática de un receptor de señal de corriente continua, la resistencia limitadora R_D y la resistencia de entrada R_I . Añadiendo los diodos D_1 y D_2 polarizados en la dirección inversa, se establece un paso de desacoplo para las sobretensiones en el lado de entrada. Los potenciales de polarización V_1 y V_2 mantienen los diodos fuera de conducción durante el funcionamiento normal. Si, sin embargo, la tensión de entrada se eleva considerablemente por encima de los valores normales de funcionamiento, uno u otro diodo, dependiendo de la polaridad, pasa a conducción y evita que la tensión de entrada en el receptor de señal se eleve más. Este circuito de protección hace uso por una parte, de la propiedad de las resistencias de absorber descargas y, por otra parte, saca ventaja del hecho de que los diodos semiconductores para altas corrientes en sentido directo pueden obtenerse fácilmente. Existe también una alternativa para la disposición que se muestra en la figura 10, en la que los diodos están conduciendo en el caso de funcionamiento normal y no conducen en el caso de sobrecarga. También pueden conseguirse diodos de alta resistencia inversa.

Existe una variedad de tales circuitos de protección contra sobretensiones, la mayoría de los cuales, sin embargo, están basados en cualquiera de las dos configuraciones básicas mencionadas anteriormente. Se han utilizado desde el principio en los equipos de conmutación controlados electrónicamente [5, 6]. Una posibilidad posterior de cortar las sobretensiones en los circuitos de señalización es la de introducir un transformador. Esta solución es más bien cara y se utiliza, por tanto, en raras ocasiones. En sistemas de conmutación

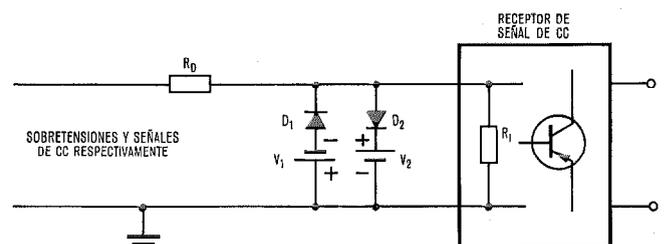


Fig. 10 Principio de protección de los circuitos de señalización contra las sobretensiones.

futuros es probable que se utilicen dispositivos optoelectrónicos más a menudo para que realicen esta función de protección.

A primera vista parece extraño que sea un dispositivo semiconductor (diodo) el que esté particularmente bien dotado para proteger a otros dispositivos semiconductores (transistores, circuitos integrados) contra las sobretensiones. La protección contra descargas de hasta 1 kV se puede realizar a un coste razonable mediante este tipo de disposición. Para descargas superiores, los protectores contra sobretensiones se colocan preferiblemente en el extremo de conmutación de la línea de abonado.

Protectores de sobretensiones

Si en el extremo de conmutación de la línea de abonado se esperan tensiones que puedan exceder la capacidad de resistencia de los equipos, se puede reducir el riesgo de destrucción colocando protectores de sobretensión. Para este propósito, la elección se realiza normalmente entre protectores de bloque de carbón y protectores rellenos de gas. Los diodos zener y los varistores sirven solamente, por una serie de razones, como una protección secundaria, posiblemente necesaria en el interior de los equipos.

Protectores de bloque de carbón

- son relativamente baratos;
- tienen una tensión nominal de actuación entre 300 y 900 V aproximadamente con una amplia dispersión respecto al valor nominal;
- tienen un retardo de actuación corto;
- en el caso de descargas fuertes, llegan a quedar en cortocircuito.

Protectores rellenos de gas

- son más bien caros;
- se pueden producir con tolerancias de funcionamiento muy pequeñas;
- la tensión de funcionamiento puede elegirse libremente dentro de amplios márgenes;

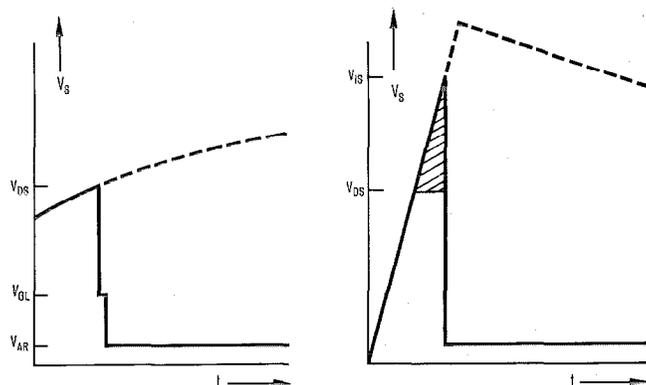


Fig. 11 Características de funcionamiento de los protectores rellenos de gas.

V_{DS} = Tensión CC de actuación V_{GL} = Tensión de encendido
 V_{IS} = Impulso de tensión de actuación V_{AR} = Tensión de arco

- son capaces de soportar un gran número de descargas sin alteración de sus características;
- pueden quedar inoperantes si se les somete a tensión excesiva;
- tienen un considerable retardo de actuación debido a la baja presión del gas, según se muestra en la figura 11 para una descarga de tensión con un frente escarpado.

Los protectores rellenos de gas pueden diseñarse de forma que en el caso de sobrecargas (excesivo calentamiento) den lugar a un cortocircuito no perdiendo, por tanto, su función de protección sin indicarlo. Sin embargo, tales protectores especiales son más bien caros.

El uso de protectores de bloque de carbón es siempre ventajoso cuando la tensión de actuación no necesita ser muy precisa y cuando el coste de mantenimiento, incluyendo sustituciones en caso de cortocircuitos, es aceptable. Si se requiere un margen de actuación estrecho, es preferible utilizar protectores rellenos de gas.

Los principales campos de aplicación de los protectores de sobretensión en telefonía han sido hasta ahora:

- líneas de transmisión con repetidores de línea y
- en la planta de línea de abonado, en las uniones entre las líneas aéreas y los cables.

En líneas de larga distancia (cables equilibrados con conductores de gran diámetro o cables coaxiales) y especialmente en líneas aéreas, hay que prever extracorrientes muy grandes que en los casos extremos, pueden llegar a más de 20 kA. En estos casos hay que utilizar protectores correspondientemente robustos.

Las líneas de abonado, por otra parte, se conforman mediante cables con conductores de diámetro relativamente pequeño, al menos en las proximidades de la central de conmutación. Si la tensión de ruptura del aislante del cable (para aislamiento plástico ≤ 10 kV) se toma como límite para la tensión entre el conductor y la pantalla del cable y si la impedancia del generador de la descarga es de 100 ohmios, la máxima corriente posible es del orden de 100 A.

En este caso, por lo tanto, pueden ser protectores adecuados los del tipo de ciclo rápido, sin el riesgo de estar sobrecargados o de ser destruidos por las descargas eléctricas.

Relaciones de tensión entre las diversas partes del equipo

La figura 12 da una idea de los márgenes de tensión que pueden esperarse en las diversas partes definidas en la figura 2. En la proximidad (I) de la planta de línea, pueden desarrollarse tensiones de muchos megavoltios durante las descargas eléctricas fuertes. Las tensiones en la red de línea (II), sin embargo, están limitadas por la tensión de ruptura V_C entre el conductor y la pantalla por lo que no son de esperar tensiones más altas en los equipos de conmutación (IV). Si el nivel de resistencia del equipo de conmutación (IV), sin embargo, es menor que las tensiones que puedan esperarse de las líneas, deben colocarse protectores (III).

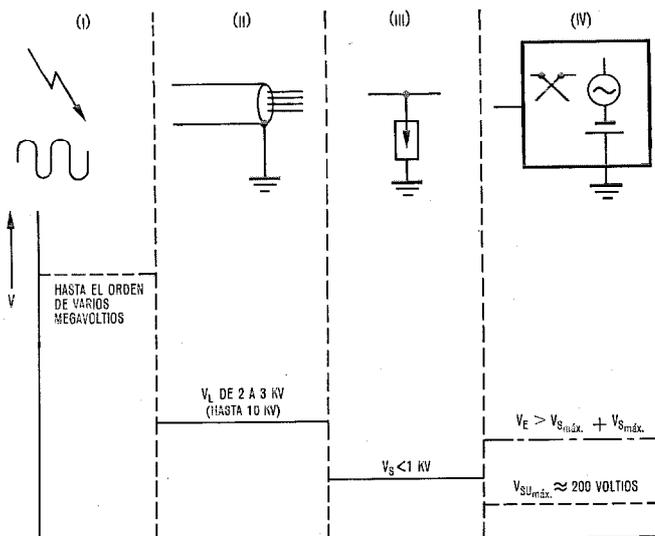


Fig. 12 Márgenes de tensiones en diversas zonas.

Más aún, las tensiones de llamada proporcionadas por la central de conmutación deben también tomarse en consideración. En el caso más desfavorable, es decir, con señalización desequilibrada, es posible que, a tensiones normales de alimentación se produzcan valores de cresta de más de 200 V ($V_{SU_{máx}}$) con relación al potencial de tierra sobre una línea durante la condición de llamada.

La figura 13 muestra esta situación para el abonado n° 1. Si, por alguna razón, se requiere un protector A sobre esta línea, su tensión continua de actuación V_{DS} debe elegirse suficientemente alta para evitar que el protector actúe sobre la tensión $V_{SU_{máx}}$ que aparece sobre la línea durante la condición de llamada:

$$V_{DS_{min}} > V_{SU_{máx}}$$

de lo contrario deben esperarse frecuentes problemas de tipo funcional.

En la figura 13 se muestra para el abonado n° 3 otra condición que debe observarse. Esta línea está en su condición de reposo, es decir, todos los contactos C_{31} a C_{33} de la etapa de conmutación de la línea están abiertos. En un lado del contacto C_{33} aparece la tensión aplicada para la llamada por la línea n° 1. Si apareciera ahora una tensión extraña sobre la línea de abonado n° 3, podría ocurrir que el contacto C_{33} estuviera sometido a la suma de las crestas de las dos tensiones. Es decir, para una tensión de ruptura de los contactos de conmutación $V_{\bar{C}}$, existe una condición limitadora para la sobretensión permisible V_{OV} sobre esta línea:

$$V_{OV_{max}} < V_{\bar{C}_{min}} - V_{SU_{max}}$$

Esta es, asimismo, la condición para los límites de actuación $V_{S_{max}}$ de los protectores:

$$V_{S_{max}} < V_{\bar{C}_{min}} - V_{SU_{max}}$$

Si hay que esperar descargas debidas a rayos, es necesario sustituir $V_{S_{max}}$ por la tensión de actuación del impulso $V_{IS_{max}}$ que en el caso de los protectores rellenos de gas, debido al considerable retardo de actuación para descargas de pendiente escarpada, puede ser muchos cientos de voltios superior que la tensión

continua de actuación. Desde luego, se produce también un cierto retardo de actuación en los contactos de cruce [4], pero normalmente este es comparativamente corto, ya que, incluso en contactos sellados, la presión del gas interno no es mucho más baja que la presión atmosférica normal.

La probabilidad de que aparezca una descarga particularmente fuerte en el mismo momento en que en una línea, en condición de llamada, la tensión de alimentación tiene su valor de cresta es bastante baja. Sin embargo, las tensiones de descarga producidas por los rayos aparecen normalmente con igual magnitud sobre todos los conductores de un cable de forma que la probabilidad total de que los dos eventos coincidan en una central de conmutación no es de ningún modo tan baja como puede parecer a primera vista.

A partir de estas consideraciones, resulta evidente que la tensión de ruptura de los contactos de cruce juega un papel importante, especialmente si, debido a la miniaturización, su valor es considerablemente más bajo que en los sistemas convencionales.

La situación es similar para interferencias de corta duración producidas por circuitos de potencia. Si la tensión de ruptura $V_{\bar{C}_{min}}$ de los contactos de cruce es menor de 1 kV, deben utilizarse protectores incluso si las tensiones que pueden esperarse son mucho más bajas que el límite admisible de $V_{ef} = 650$ V mencionado anteriormente. Debe notarse además, que con este tipo de tensión inducida, la probabilidad de que su valor de cresta coincida con el de la tensión de alimentación es considerablemente mayor que en el caso de descargas debidas a rayos (ver Fig. 13).

Las relativamente altas tensiones debidas a la interferencia de estado estacionario (hasta 65 V) que los futuros sistemas de conmutación estarán obligados a soportar sin detrimento de su funcionamiento, no deberán causar daños al equipo. Para evitar la perturbación de la señalización de corriente continua sobre la línea de abonado por estas tensiones longitudinales, es necesario que el circuito de conmutación tenga un alto equilibrio respecto a tierra. En algunos casos, esto puede conducir a circuitos de conmutación que tengan resistencias bastante altas comparadas con las del equipo electromecánico convencional, donde a menudo, un conductor durante la condición de reposo de la línea

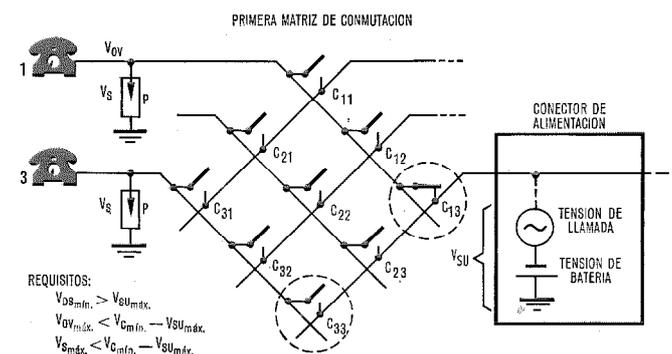


Fig. 13 Requisitos para la determinación de los protectores de tensión.

está directamente conectado a tierra. Si ahora la impedancia de entrada del equipo de conmutación es considerablemente más alta que la impedancia de descarga del conductor individual del cable, la tensión de descarga puede tomar valores excesivamente altos debido a la reflexión en este punto.

Debido a la poca frecuencia de los contactos directos entre las líneas de potencia y las de abonado, actualmente, en general, ya no se requiere que el equipo de conmutación sea capaz de soportar las tensiones resultantes. Es suficiente asegurar que no existe riesgo de fuego y que el número de otras líneas de abonado afectadas es lo menor posible. Si se utilizan limitadores de tensión con una tensión CC de ruptura baja (por ejemplo < 350 V) es necesario que se puedan actuar en el caso de un contacto con un circuito de potencia (por ejemplo, 220 V) y sea entonces capaz de soportar corrientes de varios amperios durante un período prolongado de tiempo.

Aplicación de los protectores de tensión

En el caso de líneas de abonado expuestas al riesgo de interferencia inductiva de corta duración por las instalaciones de fuerza, los equipos de conmutación de nueva generación que utilizan contactos de conmutación de baja tensión de ruptura, deben estar provistos de protectores incluso aunque las tensiones esperadas sean significativamente más bajas que el límite de 650 V mencionado anteriormente.

La pregunta de en qué cantidades deben suministrarse los protectores de tensión para proteger el equipo contra descargas atmosféricas no es fácil de contestar. Sin embargo, pueden darse algunas reglas generales.

Las medidas realizadas sobre equipos de los sistemas de conmutación electromecánicos han demostrado que solamente se producen daños significativos cuando las tensiones de las descargas exceden de 2,5 a 3 kV. La forma de la descarga utilizada en estas medidas era del tipo 10/1000 ($\mu\text{s}/\mu\text{s}$). Con una forma de la descarga del tipo 1,2/50 ($\mu\text{s}/\mu\text{s}$), las tensiones de ruptura serían considerablemente mayores. Puede concluirse, a partir de estos resultados, que los daños causados en el pasado en ocasiones muy raras en el equipo de conmutación sin protectores de tensión fueron producidas por descargas de tensión de 3 kV mínimo. Puede suponerse además que estas altas tensiones se debieron a descargas atmosféricas con valores de cresta superiores a los 250 kA. Las corrientes de las descargas de esta magnitud son extremadamente raras (Fig. 6) y, por tanto, la probabilidad de que el equipo convencional de conmutación resulte dañado por los efectos de los rayos es extremadamente pequeña. Para los sistemas de la nueva generación la situación es muy diferente.

Cuando se consideró la figura 8, se mencionó que estos nuevos sistemas pueden tener una tensión de ruptura de solo 1 kV aproximadamente o incluso menor. Por lo tanto, la probabilidad de que el equipo de nuevo tipo resulte dañado por los efectos de los rayos es mucho más de cien veces superior a la que corresponde a

los sistemas convencionales. Puesto que la tensión de la descarga dentro del cable es directamente proporcional a la corriente en el canal del rayo en la descarga, esta conclusión puede deducirse directamente de la figura 6.

Así, resulta inevitable que los protectores de tensión tendrán que instalarse sistemáticamente en el futuro para mantener el daño producido por los rayos dentro de límites razonables. Si, por ejemplo, a partir de consideraciones de coste, no se desea dotar de protectores a todas las líneas de abonado, habrá que establecer un criterio para decidir en cada caso individual si los protectores de tensión son necesarios o no. Para este propósito, deben realizarse investigaciones teóricas e iniciarse medidas extensivas sobre líneas de abonado. En particular, deberá obtenerse información sobre el efecto de apantallamiento de los sistemas de línea próximos. Si debido a estas investigaciones se eligen centrales de conmutación en los centros de las grandes ciudades, en áreas suburbanas y en comunidades rurales más pequeñas, se pueden esperar resultados útiles. Las centrales de conmutación elegidas deben situarse además dentro de una región de condiciones climáticas aproximadamente uniformes.

Para estas medidas, la forma de las descargas no es importante ya que se dispone de una gran cantidad de resultados de prueba sobre este punto [2, 7, 8] y, por tanto, no debe esperarse una información esencialmente nueva. Sería suficiente registrar los valores de cresta y restringir las medidas a unos pocos pares en cables multipares; de esta forma el gasto total permanecería dentro de límites aceptables.

Referencias

- [1] H. Reidel: The ITU and the Protection of Telecommunication Installations; *Telecommunication Journal*, marzo 1971, volumen 38, nº 3, págs. 141—145.
- [2] K. Berger: Novel Observations on Lightning Discharges, Result of Research on Mount San Salvatore; *Franklin Institute Journal*, junio 1967, volumen 283, nº 6, págs. 478—525.
- [3] E. D. Sunde: Earth Conduction Effects in Transmission Systems; New York, D. Van Nostrand Co. Inc., 1949, pág. 373; edición corregida y completa.
- [4] K. L. Rau: Durchschlagfestigkeit von Schutzgaskontakten; *Nachrichtentechnische Zeitschrift*, diciembre 1964, volumen 17, nº 12, págs. 636—640.
- [5] H. Willrett: Maßnahmen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit im Fernsprech-Vermittlungssystem HE-60 L; *Standard Elektrik Lorenz — Nachrichten*, 1963, volumen 11, nº 3, págs. 145—149.
- [6] V. Schmidt: Schaltungsanordnung zum Schutz elektronischer Schaltelemente gegen hohe Störspannung; Patente alemana nº 1 127 947, 5 diciembre 1963.
- [7] D. W. Bodle y P. A. Gresh: Lightning Surges in Paired Telephone Cable Facilities; *Bell System Technical Journal*, marzo 1961, volumen 40, nº 2, págs. 547—576.
- [8] Y. Yshida: Induced Lightning Surges in Paired Telephone Cables; *Review of the Electrical Communication Laboratories*, marzo-abril 1972, volumen 20, nº 3/4, págs. 254—262.

Rudolf Mosch nació en Leipzig, Alemania, en 1914. Estudió telecomunicaciones en la Dresden Polytechnics donde se graduó en 1939. Sus campos de actividad en los años siguientes fueron radiofrecuencia, teledifusión y control remoto. En 1949 se incorporó a la compañía Mix & Genest, una predecesora de Standard Elektrik Lorenz AG, miembro del sistema ITT. Después de siete años de dedicación a los sistemas de transmisión telefónica por línea aérea pasó a conmutación telefónica, donde actuó como jefe del departamento de fundamentos de conmutación telefónica. Actualmente, el Sr. Mosch es director de departamento y consultor técnico para el jefe de desarrollo de las líneas de producto "Sistemas de Conmutación y Equipo de Abonado". Rudolf Mosch es miembro de la "Sociedad Alemana de Telecomunicación" (NTG), que es una rama de la "Asociación de Ingenieros Electricos y Electrónicos Alemanes" (VDE).

El sistema electrónico Minimat⁺ 1500

Las Minimat⁺ electrónicas son una línea de centralitas de barras cruzadas miniaturizadas diseñadas para satisfacer a las administraciones internacionales. El diseño modular permite centralitas de 100 a 1500 extensiones con capacidades de tráfico de 0,2 erlangs por extensión. Tienen todas las características usuales de las centralitas más una amplia serie de otras posibilidades opcionales.

J. W. GALLAGHER

Standard Telephones & Cables Pty. Limited, Sidney, Australia

Introducción

El sistema electrónico Minimat⁺ fue diseñado en 1969 bajo la responsabilidad principal de STC, Sidney, respondiendo a la demanda del mercado internacional por un sistema de centrales automáticas privadas de mediana capacidad. Con objeto de asegurar que el sistema encontraría aplicación universal con un máximo de adaptaciones, se tuvieron en cuenta durante las etapas preliminares del diseño las especificaciones de las administraciones europeas, americanas y australianas, entre otras.

En particular sus características en lo que se refiere a señalización, transmisión, capacidad de tráfico, grado de servicio y mantenimiento se ajustan a las especificaciones más exigentes.

El sistema cubre modularmente una gama de capacidades que va de 100 a 1500 extensiones, con un tráfico de hasta 0,2 erlangs por extensión.

La organización simple y modular de la red de conexión permite la variación del tráfico dentro de amplios límites y resolver económicamente el compromiso de distribución entre tráfico local y exterior.

El sistema es de naturaleza semielectrónica siendo sus componentes principales el multiselector miniatura, relés miniatura, transistores y circuitos integrados, que se combinan para alcanzar un equilibrio coste-fiabilidad. Todos los circuitos, incluso el multiselector miniatura (Miniswitch⁺) van montados sobre tarjetas de circuito impreso que se insertan mediante conectores enchufables en unos cuadros alojados a su vez en los bastidores. La interconexión entre cuadros y al repartidor principal, consolas de operador, etc., se efectúa mediante cables terminados en conectores enchufables.

Un marcador electrónico único, de lógica cableada, procesa de una en una todas las llamadas. Este órgano puede duplicarse por razones de fiabilidad.

La alimentación del sistema se efectúa a 50 V cc tomados de la distribución u, opcionalmente, de un conjunto de rectificadores y baterías. La tensión de 5 voltios que alimenta los circuitos integrados se obtiene mediante unos convertidores de cc/cc alojados en los mismos cuadros que las tarjetas de circuito impreso.

Las posiciones de operadora son mesas del tipo sin cordón. La selección se realiza por teclado. Los enlaces aparecen directamente sobre las mesas, siendo cada uno accesible por dos operadores.

A las características normales de las centralitas privadas automáticas el sistema añade otras opcionales,

tales como la selección por teclado, numeración abreviada, interrupción prioritaria y reserva automática.

La estructura del sistema está orientada para cumplir con los requisitos compuestos por la conmutación de datos, incluyendo la protección contra la intrusión.

Una extensión puede tener simultáneamente varias categorías del conjunto disponible.

Los registradores están equipados para tratar 3 ó 4 cifras en selección local. Unos códigos adicionales, de una o dos cifras, permiten la selección de rutas fijas y de las facilidades especiales.

Diagrama de principio (véase Fig. 1)

La red de conexión del sistema da acceso total desde una cualquiera de las 1936 entradas de la etapa A a una cualquiera de las 512 salidas de la etapa 2. A estos terminales se conectan los registradores, alimentadores locales, enlaces de entrada, salida y bidireccionales, enlaces de entrada para selección directa (cuando existen), rutas fijas y circuitos misceláneos asociados a las características opcionales.

Los terminales de entrada de la etapa A, destinados principalmente para conectar las extensiones, pueden dar acceso también a los circuitos de información, líneas de asistencia, rutas fijas secundarias y ciertos circuitos de servicios opcionales.

Las operaciones del sistema están controladas por un único marcador, de gran velocidad (duplicado por razones de fiabilidad) cuya función principal es tratar, una por una, las demandas de los diferentes circuitos, conectándolos a través de las tres etapas de la red al circuito que corresponda.

El marcador tiene una capacidad de control de 1500 líneas a 0,2 erlangs, en el caso desfavorable en que la relación entre las llamadas internas y externas es del 66 %, la duración de las internas 60 segundos y 140 segundos las externas.

En condiciones menos extremas el marcador puede controlar hasta 2000 ó 3000 extensiones.

Las selecciones de punto a ruta, tales como la selección de un registrador, llamada saliente o lado llamado de una comunicación local, se realizan buscando exhaustivamente entre todos los caminos libres a los circuitos válidos disponibles dentro de la red de conexión. Si hubiera un solo circuito válido accesible, es seleccionado por el sistema. En caso contrario, se genera una señal de congestión.

La selección de circuitos y caminos en la red sigue un proceso cíclico, con punto de arranque aleatorio.

* Marca registrada del sistema ITT.

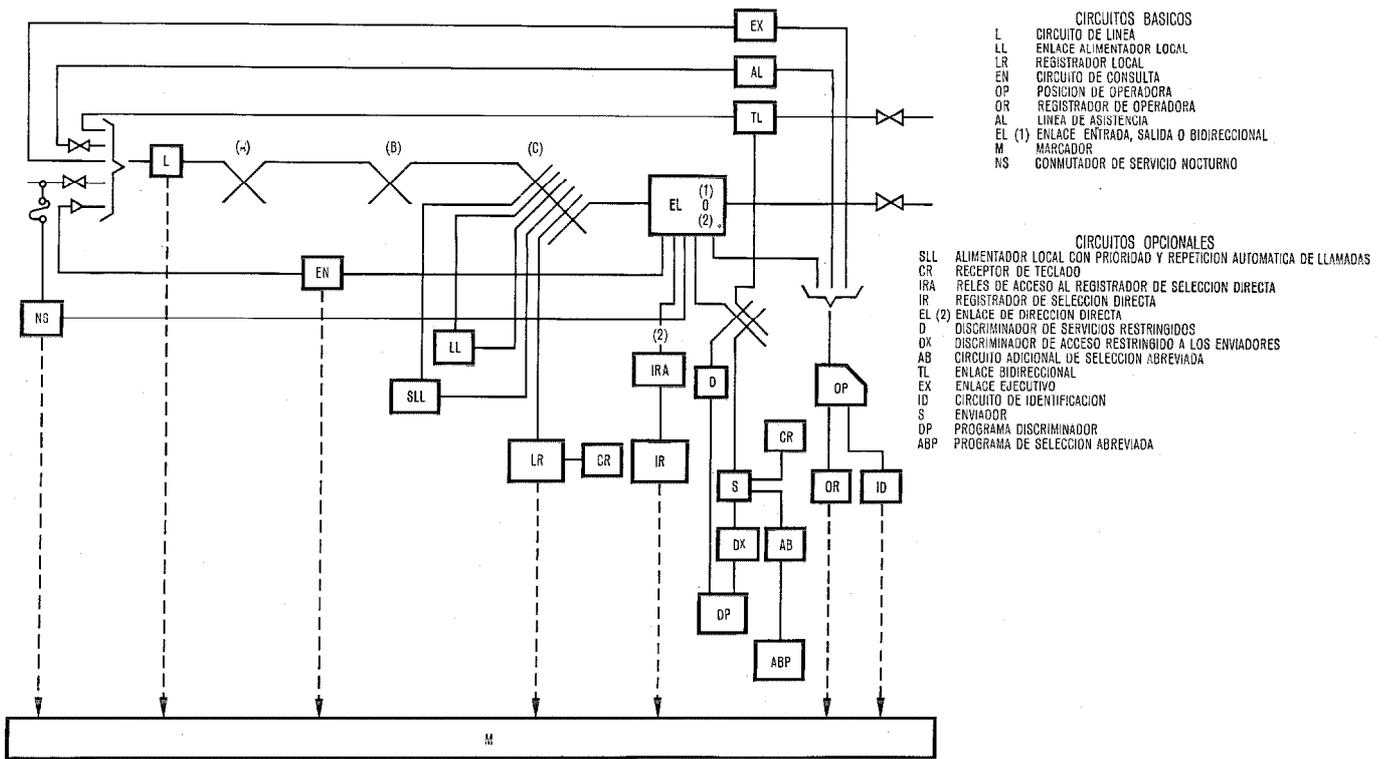


Fig. 1 Diagrama de principio.

De esta forma se soslayan los inconvenientes derivados de la existencia de circuitos en condiciones anómalas.

En el proceso de selección de un enlace de salida, se exploran todos los enlaces y solamente cuando no hay ninguno accesible desde la línea llamante se inicia la búsqueda de un enlace bidireccional o un enlace con tasación especial.

En el caso de llamadas locales, se exploran todos los alimentadores normales y sólo cuando no hay ninguno accesible desde la línea llamante se inicia la búsqueda de un circuito alimentador especial. Estos circuitos, por tanto, intervienen como última alternativa en las comunicaciones locales, además de serlo de primera en las llamadas especiales, tales como las de interrupción por prioridad, reserva automática y comunicaciones de datos.

El marcador funciona aplicando el principio de segundos intentos. Cuando por cualquier causa no llega a completarse una conexión que ya se había identificado como factible, el marcador libera todos los caminos seleccionados y los circuitos que hubiese tomado de haber llegado a hacerlo. Los circuitos de exploración se avanzan un paso, de manera que si existieran otros caminos posibles, el marcador los seleccionaría prioritariamente en el segundo intento antes que volver a tomar los que acaba de liberar.

En el proceso de establecimiento de una conexión al marcador hace una prueba de continuidad de los 4 hilos conmutados. La detección de un fallo inicia un segundo intento y provoca la impresión de un mensaje de falta.

Si la extensión que inicia una llamada saliente no

está autorizada por ser restringida, o bien se trata de un aparato de teclado, o utiliza código abreviado, se da acceso a un discriminador común o a un envidador de teclado, a través de una etapa de conmutación D. En estos casos el marcador hace una selección condicional, explorando únicamente los enlaces de salida libres con acceso a discriminadores o envidadores de teclado, según corresponda.

El sistema ofrece una característica llamada de líneas en aparcamiento. Así, cuando una extensión selecciona una línea ocupada, o bien encuentra congestión en alguno de sus intentos, o no consigue tomar un registrador y por tanto inicia una temporización, o es la última en liberarse en una llamada local, o no libera al recibir la tonalidad de nivel muerto, la extensión es puesta en un estado especial denominado de aparcamiento.

Cuando una extensión selecciona una extensión no utilizada o un código interno o externo no autorizado, recibe el tono de nivel muerto durante cinco segundos, al cabo de los cuales se libera el registrador o discriminador que lo envía, pasando la extensión a la posición de aparcamiento donde recibe tono de ocupación.

El acceso a los registradores de selección directa desde los enlaces de entrada especializados en esta función se efectúa a través de una matriz de relés, controlada directamente por el propio enlace e independiente del marcador del sistema. El acceso es, por lo tanto, muy rápido, evitándose el posible chasquido provocado por la recepción de la primera cifra.

El funcionamiento de los marcadores, en caso de estar duplicados, sigue el principio de reparto de carga

por intervalos de tiempo. El marcador activo conmuta el control sobre el otro al concluir el proceso de la primera llamada que tomó después de transcurrir un minuto de funcionamiento activo.

Las informaciones que suministra el marcador como resultado de la prueba de ocupación de una línea llamada son las siguientes:

- a) Libre
- b) En aparcamiento
- c) Ocupada con llamada en espera
- d) Ocupada sin llamada en espera
- e) Ocupada en una llamada externa
- f) Ocupada en una comunicación de datos.

Si la llamada dirigida a la extensión procede del exterior y se han encontrado las condiciones c) o f), no puede dejarse en espera. La oferta puede realizarse en todos los casos excepto en f).

Si la llamada dirigida a la extensión es de interrupción prioritaria, no se efectuará la interrupción si la línea se encuentra en uno de los estados c), e) o f).

Principio de diseño de los circuitos

La lógica del marcador está realizada con circuitos integrados en su mayor parte DTL y, en menor escala, MSI y TTL. En los circuitos de entrada y salida, de frontera con el nivel lógico de -50 V. de los circuitos periféricos, se emplean dos tipos de película gruesa ("thick film").

Los impulsos de reloj del sistema, así como las tonalidades y corriente de llamada, los impulsos que encienden periódicamente las lámparas de las posiciones de operadora y algunos de temporización larga de los circuitos periféricos, se obtienen por división a partir de un oscilador de cristal de 1 MHz.

Los impulsos de actuación del multiselector miniatura, de una intensidad de 1,5 y 3 amperios, son controlados por transistores de potencia. La selección y el envío hacia la bobina adecuada se efectúa a través de los contactos de un conjunto de relés miniatura, protegidos contra las corrientes de ruptura elevadas que se producen. El relé utilizado en esta aplicación, así como en todas las funciones lógicas del sistema, es el relé SEL 65.

Los circuitos de enlace están constituidos por una combinación de relés SEL 65 y componentes discretos, empleándose además transistores para realizar las funciones de temporización, detección de la corriente de llamada, observación del bucle de abonado, supervisión de la línea de enlace, interrupción de la corriente de llamada y otras funciones de detección de señales analógicas varias, e, incluso, aunque en menor grado, como parte integral de una función lógica. Los relés no intervienen más que como elementos soporte en la realización de las funciones lógicas, por lo que sus características de respuesta en el tiempo no son críticas.

Los impulsos de la señalización decimal externa se generan mediante relés tipo reed, protegidos contra sobrecorrientes por una inductancia de 10 mH en serie.

La supervisión del bucle de la línea de enlace se realiza con elementos de acoplo fotosensibles en serie. Con ello, cuando durante una conversación externa se establece una comunicación de información a través de una segunda línea, se evita la inserción de un segundo puente de alimentación, con la consiguiente atenuación.

Red de conexión (véase Fig. 2)

La red de conmutación cubre la gama de 128 a 1536 extensiones, con un tráfico de hasta 0,2 erlangs por extensión.

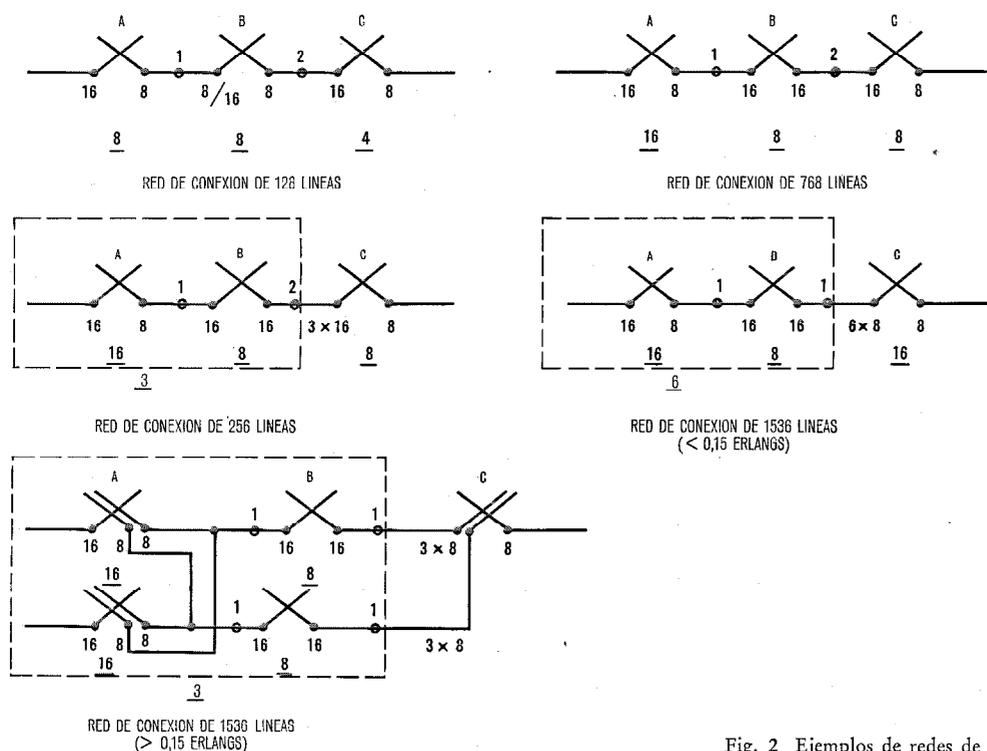


Fig. 2 Ejemplos de redes de conexión según el número de líneas.

La red consta de tres etapas de conmutación en toda la gama. Las comunicaciones se establecen a través de las 3 etapas, ya sean de entrada o salida a la red exterior, de extensión a extensión, conexión a un registrador, transferencia o cualquier otro tipo. La accesibilidad desde las extensiones a los circuitos de enlace o auxiliares es total en toda la gama.

La capacidad máxima puede llegar a 2000 extensiones e incluso más. Los factores limitativos son la ocupación del marcador y la distribución del equipo en planta, más que la estructura misma de la red. La ocupación del marcador depende a su vez de parámetros como la composición del tráfico, duración de las llamadas y relación entre el tráfico local y externo.

La red está constituida por multiselectores miniatura de 16 niveles de entrada y 8 de salida, con 4 contactos por punto de cruce.

La etapa A de la red (etapas de línea) sirve para la conexión de las líneas o extensiones locales. La etapa B constituye una etapa de mezcla. La etapa C da acceso a los terminales de salida donde se conectan los enlaces externos, los circuitos alimentadores locales, los registradores y los circuitos especiales.

La etapa A es de concentración; el tráfico total de 16 extensiones se concentra sobre 8 salidas. Cuando el número de extensiones es elevado, superior a 768, la concentración es de 32 extensiones sobre 16 salidas.

La función de la etapa B es facilitar el acceso desde cada una de las 8 salidas de cada selector a una entrada de cada selector de la etapa C, sin expansión ni concentración. La matriz de conmutación de la etapa B está formada por dos selectores que forman un elemento de 16 entradas por 16 salidas.

Las matrices de la etapa C están formadas por conjuntos de multiselectores. En el lado de entrada, los selectores se multiplican hasta que a cada elemento B de cada grupo de 256 líneas le corresponda una entrada. En el lado de salida se multiplican hasta llegar al número de terminales que corresponda a los circuitos de enlace, alimentadores locales, registradores y circuitos auxiliares necesarios.

Red de conexión de 256 extensiones

El módulo básico de la red de conmutación tiene una capacidad de 256 extensiones. En esta capacidad la matriz multiselectora es utilizada con una eficacia óptima.

La etapa A consta de 16 multiselectores a cada uno de los cuales se conectan 16 extensiones. Las salidas 1 a 8, de cada selector de la etapa A se distribuyen entre los ocho selectores de la etapa B, constituyendo una malla completa.

A su vez las 16 salidas de cada elemento de la etapa B se agrupan por parejas, que se distribuyen entre los ocho elementos de la etapa C.

Los elementos de la etapa C constan de un número variable, n , de multiselectores con las entradas multiplicadas. En un módulo de 256 extensiones el valor normal de n es 2, con lo que se dispone de un total de $8 \times 8 \times 2$ (128) terminales de salida.

Red de conexión de capacidad inferior a 256 extensiones

Cuando la capacidad es inferior a 128 extensiones se equipan únicamente 4 elementos en la etapa C. El mallado entre las etapas A y B es igual al caso anterior, sin embargo los elementos de la etapa B no constan más que de una matriz multiselectora. Las salidas se agrupan en cuatro parejas que se distribuyen entre los cuatro elementos de la etapa C.

Por encima de 128 extensiones la etapa C consta de 8 elementos. Si el tráfico por extensión supera los 0,15 erlangs, estos elementos B están formados por 2 multiselectores. Por el contrario, con tráficos inferiores, se limitan a un solo multiselector, incluso para capacidades mayores. Así, por ejemplo:

- con 0,12 erlangs, elementos de un multiselector permiten llegar hasta 180 extensiones aproximadamente;
- con 0,1 erlangs, el límite superior con un solo multiselector es de 240 extensiones.

Red de conexión entre 256 y 768 extensiones

La extensión del sistema se efectúa multiplicando módulos de 256 extensiones a la salida de la etapa C. El grado de servicio dentro de cada módulo es el mismo, independientemente del número de módulos equipados.

Por otra parte, el número n de multiselectores dentro de la etapa C de cada módulo, cuyas entradas deben multiplicarse para llegar al número de terminales de salida necesario por elemento, puede llegar a ser de cuatro. Los valores típicos de n son:

- 256 extensiones, $n = 2$
- 512 extensiones, $n = 3$
- 768 extensiones, $n = 4$.

En todos los casos se equipan 8 elementos en la etapa C, lo que da lugar a:

- 192 salidas, con 512 extensiones
- 256 salidas, con 768 extensiones.

Así pues, cada elemento de la etapa C constará normalmente de un número de matrices multiselectoras que será igual a n multiplicado por el número de módulos de 256 extensiones.

Es decir, en una red de 512 extensiones, un elemento constará de $3 \times 2 = 6$ multiselectores.

En una red de 768 líneas, se tendrían $4 \times 3 = 12$ multiselectores por elemento.

La estructura de la red es distinta para capacidades superiores a 768 extensiones, manteniéndose siempre 3 etapas, con objeto de que el crecimiento de la etapa C sea más regular y no siga la ley exponencial descrita.

Red de conexión a partir de 768 extensiones

El número de elementos de la etapa C pasa a ser de 16 en lugar de 8. En consecuencia, el número de mallas que conectan cada elemento de la etapa B con cada elemento de la etapa C pasa de 2 a 1.

Según los valores del tráfico se adoptan dos configuraciones distintas, a saber:

a) Tráfico reducido

Hasta un tráfico de 0,15 erlangs por extensión, la única modificación introducida consiste en el agrupamiento de los selectores de la etapa C para formar 16 elementos.

b) Tráfico elevado

Cuando el tráfico por extensión varía entre 0,15 erlangs y un máximo de 0,23 erlangs, es necesario introducir otra modificación para que la disminución de la pérdida entre las etapas A y B compense el aumento de pérdida entre las etapas B y C. Consiste en aumentar la eficacia de los terminales de salida de la etapa A duplicando los selectores de la misma. Las 8 salidas de un selector dado se multiplan con las del mismo nivel del selector correspondiente en el grupo de 256 extensiones siguiente. De hecho, los elementos de la etapa pasan a estar formados por 4 multiselectores, dando acceso desde 32 extensiones a 16 salidas hacia la etapa B. Los grupos de 256 extensiones pierden realmente su entidad, pasando a formarse grupos de 512 extensiones.

Utilización de los hilos de control en el establecimiento de las llamadas

La conmutación en la red se efectúa a 4 hilos; 2 hilos de conversación y 2 hilos de control. Al ser el mul-

tiselector miniatura un dispositivo con enclavamiento mecánico, no es preciso reservar ningún hilo para la retención de la conexión. En consecuencia, los 2 hilos de control se utilizan exclusivamente para el intercambio de información de control, característica que se explota en toda su amplitud. Las funciones en que intervienen estos 2 hilos, denominados *c* y *t*, son las siguientes: (ver Fig. 3)

Funciones del hilo *t*

- a) Cerrar el circuito para la retención del circuito de línea controlado desde el enlace.
- b) Indicar el estado de ocupación de la extensión, identificando de cual de las 6 clases de ocupación se trata.
- c) Indicar el estado de libertad u ocupación de las mallas de la red a efectos de selección de caminos.
- d) Indicar el punto de cruce de la etapa A que debe reponerse una vez concluída la comunicación en que intervino.
- e) Cerrar el circuito para la prueba de continuidad de la conexión establecida, prueba que incluye los puntos de cruce de la red y los contactos del relé del circuito de enlace. (El relé del enlace cierra los 4 hilos después de la actuación de los puntos de cruce).

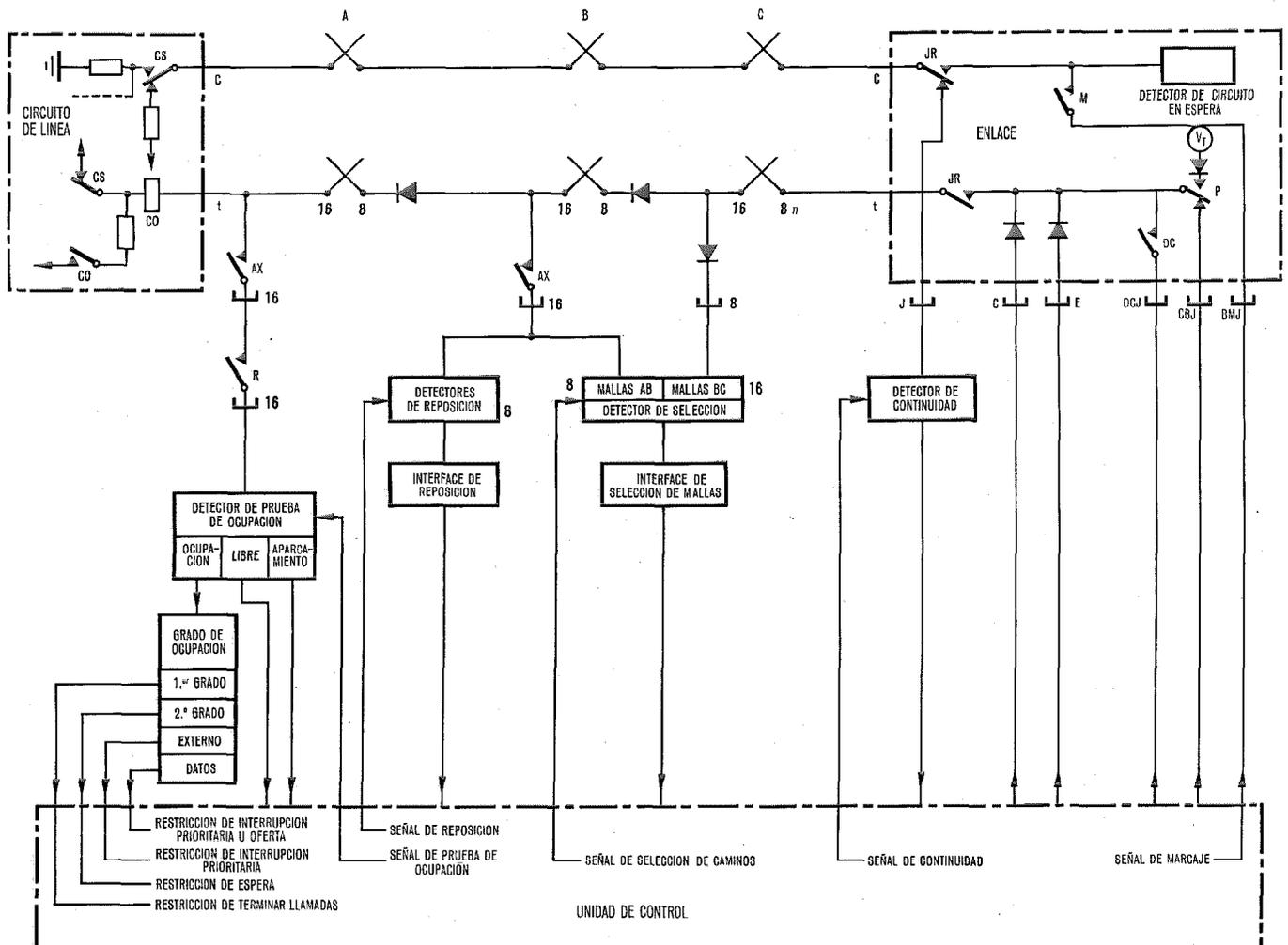


Fig. 3 Diagrama explicativo de las funciones de control efectuados mediante los hilos *c* y *t*.

Funciones del hilo *c*

- a) Cerrar el circuito, desde el enlace hasta la extensión correspondiente, para el envío de la señal de marcaje.
- b) Indicar a un enlace en estado de espera, que la extensión llamada ha pasado a estar libre.
- c) Cerrar el circuito para la prueba de continuidad de los puntos de cruce una vez conectados y antes de actuar el relé del enlace.
- d) Cerrar un circuito desde el enlace hasta el circuito de línea para el envío opcional de los impulsos de tasación.

Descripción de las funciones en que intervienen los hilos de control

Las principales funciones de la unidad de control con la conexión, a través de las tres etapas de la red, de una línea o dispositivo asociado a ella a uno de los varios tipos de circuito de enlace.

Cuando una línea o circuito de enlace solicita la intervención del marcador para proceder a efectuar una nueva conexión, los relés de identificación de la extensión, AX y R, se actúan. Estos relés identifican el multiselector, entre los 16 de la etapa A del grupo de 256, y el nivel dentro de los 16 del multiselector, que corresponde a la extensión involucrada. Los relés se determinan por traducción del código de dirección en el caso de una llamada de terminación, del código del circuito de línea cuyo bucle al ser explorado ha dado origen a una nueva llamada, o a partir de la señal de marcaje enviada hacia atrás desde el enlace en el caso de llamadas salientes, transferencia automática o conexión del terminal llamante a un enlace alimentador local.

Operación de marcar

La unidad de control aplica una señal de masa por el contacto M de un relé que se actúa únicamente en el circuito de enlace seleccionado. La masa se envía al hilo *c* a través de los contactos del relé JR, llegando hasta la línea correspondiente a través de los puntos de cruce actuados en las etapas A, B y C. En un instante dado solamente aparece la tensión de masa en el hilo *c* de un circuito de línea, actuándose entonces los relés AX y R a través de los contactos CS cerrados.

Prueba de ocupación

Los contactos en serie de los relés AX y R cierran un circuito entre el hilo *t* de la línea correspondiente y el detector de la condición de ocupación. Este circuito detecta cuatro condiciones distintas del hilo *t*, a saber:

- 50 V. negativos en el circuito de línea; corresponde a la condición de línea libre.
- Circuito abierto, es decir contactos CS actuados y CO en reposo; corresponde a línea en condición de aparcamiento.
- Potencial VT negativo de valor reducido, establecido a través de los contactos JR del enlace y las

tres etapas de la red; indica la condición definida como 1^{er} grado de ocupación.

- Potencial de masa; indica línea ocupada, con distintas interpretaciones según la clase de llamada. Durante la prueba de ocupación, la unidad de control aplica una masa por el terminal CBJ a los hilos *t* de todos los enlaces que se encuentran en situación de espera. Cuando la extensión correspondiente se conecta al enlace, el detector de ocupación detecta masa franca, interpretada como estado de ocupación de 2^o grado, indicándolo a la unidad de control para que tome la acción adecuada.

Si la llamada en proceso es de interrupción prioritaria, la unidad de control al detectar ocupación de 1^{er} grado aplica una masa al terminal E multiplicado a todos los enlaces de la central. Esta masa progresa por los hilo *t* de aquellos enlaces que se encuentran ocupados de manera que si la línea llamada está conectada a uno de ellos el detector de ocupación lo indica a la unidad de control que procede a inhibir la conexión.

Durante la fase de prueba de ocupación, la unidad de control aplica, durante un corto período de tiempo, una masa al terminal DCJ multiplicado a todos los enlaces susceptibles de cursar datos. Si alguno de ellos se encuentra cursándolos en ese momento, el relé DC estará actuado y la masa progresa hacia el hilo *t* a través de los contactos JR. En consecuencia, el detector indicará "ocupación de datos" a la unidad de control, que inhibirá las llamadas prioritarias y de oferta.

Reposición

Los ocho contactos del relé AX conectan los hilos *t* de las 8 salidas de los multiselectores de la etapa A a un conjunto de 8 detectores de reposición por grupo de 256 líneas.

El funcionamiento de los 8 detectores se prueba antes de la actuación del relé AX. La unidad de control los activa de nuevo durante un corto lapso de tiempo después de la actuación del relé. Los detectores responden a la aparición de un potencial resistivo negativo de 50 V. en el hilo *t* del circuito de línea, potencial que indica los puntos de cruce actuados en la etapa A pero, al mismo tiempo, sobre los que no hay ningún potencial inferior aplicado desde los contactos JR del enlace y a través de las etapas B y C. Esta información se memoriza, dando lugar más adelante a la reposición de los puntos de cruce de la etapa A antes de establecer una nueva conexión. Durante la fase de prueba del potencial de reposición, la unidad de control aplica una masa al terminal CBJ multiplicado a todos los enlaces y alimentadores locales susceptibles de cursar llamadas que esperen la liberación de una extensión ocupada. La masa progresa por todos los enlaces que se encuentran realmente en este estado, a través de los contactos P en reposo y los JR actuados, hasta el circuito de línea donde evita la actuación de los detectores correspondientes.

La reposición solamente se lleva a cabo en la etapa A, no por razones funcionales, sino para impedir la

permanencia de conexiones innecesarias, fuentes de diafonía.

Selección de caminos

La unidad de control inicia las operaciones de detección y selección de caminos una vez concluida la fase de reposición. Si la llamada es de punto a punto, la unidad de control aplica una masa al hilo *c* multiplicado a todos los enlaces del elemento de la etapa C correspondiente al enlace en causa. Si es de punto a ruta, la masa se aplica sucesivamente a los enlaces de los distintos elementos de la etapa C donde se espera encontrar un enlace libre accesible.

A continuación, se activan los 8 detectores de selección de las mallas AB y los 16 de las mallas BC del grupo de 256 extensiones en causa. Los detectores AB se conectan al hilo *t* a través de los 8 contactos de cada relé AX; los 16 detectores BC se conectan a través de 8 diodos cada uno a las entradas de los 8 elementos de la etapa C.

Los detectores AB indican malla ocupada cuando detectan la presencia de masa o del potencia V_T . Los detectores BC lo hacen únicamente cuando detectan la presencia de masa en la etapa C sometida a observación.

Durante esta operación, la unidad de control aplica el potencial V_T al terminal CBJ, que progresa por los contactos P y VR de los enlaces en situación de "espera" hacia el hilo *t*. Este potencial asegura, como se

vió antes, que las mallas AB retenidas por las llamadas en espera se prueben como ocupadas.

La información sobre el estado de libertad de las mallas AB y BC se memoriza, explorándose hasta que se encuentre una pareja que complete un camino en la red. La unidad de control actúa a partir de esa información, procediendo a actuar el selector.

Prueba de continuidad

Al terminar la operación de conexión de un camino en la red, la unidad de control activa unos detectores de continuidad asociados a los hilos *a*, *b* y *c*. Los asociados a los hilos *a* y *b* deben detectar, en condiciones correctas, bucle cerrado o tensión de batería dependiendo del tipo de llamada. El asociado al hilo *c*, por su parte, reconocerá batería o tierra a través de una resistencia. Estas condiciones se envían desde el circuito de línea por los puntos de cruce actuados. En el caso del hilo *c* llega al circuito detector por el contacto de apertura en reposo, JR. La unidad de control compara las condiciones detectadas en los 3 hilos con las correspondientes al tipo de llamada y si concuerdan dando constancia de la continuidad, permite la actuación del relé del enlace, prolongando hasta éste los 4 hilos de la red.

La verificación de la actuación del relé se efectúa sobre el hilo *t*, comprobando que una tierra o un potencial V_T , dependiendo del tipo de llamada, parte del enlace y a través de los puntos de cruce actuados y los contactos AX y R es detectado por el detector de ocupación.

Actuación del relé de corte

En el caso de llamadas de terminación, el relé de corte CO del circuito de línea es actuado y mantenido por un potencial V_T enviado desde el enlace y periódicamente anulado por una tierra cuando el marcador procesa otras llamadas.

En el caso de llamadas originadas, su actuación es provocada por una tierra enviada al hilo *t* del circuito de línea por la unidad de control, a través de los contactos AX y R asociados al detector de prueba de ocupación.

Llamada en espera sobre línea ocupada

Cuando un enlace está en condición de espera sobre línea ocupada, el relé JR está actuado y P en reposo. Al concluir la comunicación que mantiene ocupada la línea llamada, la vuelta al reposo del contacto CS envía una batería resistiva al hilo *c* del circuito de línea, siendo detectada en el enlace de "espera" por el detector de prueba de "ocupación de espera". En consecuencia, se actúa el relé P y vuelve a actuarse el relé de corte CO por la presencia del potencial V_T en el enlace. La corriente de llamada se envía entonces hacia la línea desde el enlace de espera.

Las operaciones descritas sirven para ilustrar cómo en un sistema semielectrónico, los detectores electrónicos de alta velocidad controlados secuencialmente por

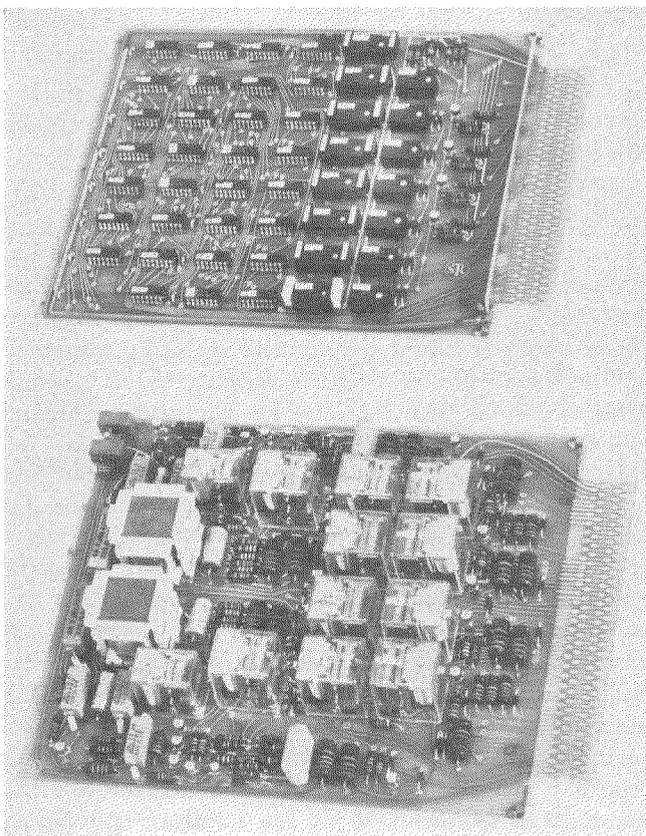


Fig. 4 Ejemplos típicos de módulos electrónicos Minimat+. En la parte superior, una tarjeta de circuitos lógicos del marcador. En la inferior, una tarjeta que contiene 2 circuitos de asistencia de operadora.

suales de ocupación, así como un panel de visualización de averías y un conjunto de terminales de acceso para efectuar medidas de tráfico.

El sistema básico y las opciones adicionales se compone de un cierto número de unidades funcionales típicas. El sistema básico, por ejemplo, se forma con 7 tipos de unidades, algunas de las cuales con variantes. Estos tipos son:

Unidad de línea, con dos variantes, 128 líneas de capacidad. La variante A, de 3 cuadros, acomoda las 128 primeras líneas de un grupo de 256. La variante B, de 2 cuadros, el segundo conjunto de 128 líneas del grupo.

Unidad de control común. Unidad de 2 cuadros que constituye el control del sistema. Se equipa una segunda unidad cuando se recurre a duplicación.

Unidad de operadora. Un cuadro por posición de operadora.

Unidad de tonos y corriente de llamada. La variante A, formada por un solo cuadro, equipa los circuitos que responden a las necesidades básicas. La variante B, un cuadro, amplía las posibilidades de la variante A para adaptarse a sistemas de mayor capacidad.

Traductor de líneas. La variante A, de 2 cuadros, está asociada a la primera unidad común de control y



Fig. 6 Conjunto de bastidores del sistema experimental Minimat+ 1500.

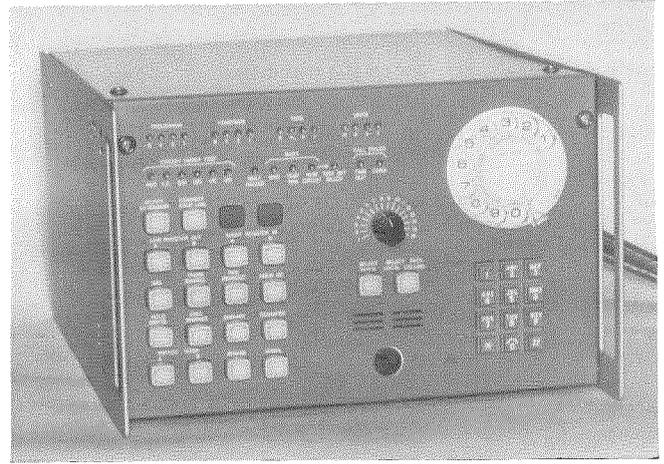


Fig. 7 Aparato de pruebas funcionales rutinarias del sistema electrónico Minimat+.

corresponde a 256 líneas. La variante B, de 4 cuadros, trabaja con la segunda unidad de control y tiene una capacidad de 1280 líneas.

Unidad de visualización de fallos. Un cuadro que facilita la presentación visual de los fallos y su impresión al exterior.

Unidad de enlaces. Existen 6 variantes distintas, constituidas por 4 ó 5 cuadros. Una unidad contiene circuitos de enlace, alimentadores locales, registradores locales y los miniselectores de la etapa C asociados. El número máximo de circuitos equipados en una unidad es el correspondiente a 32 terminales de la red, pudiendo combinarse alimentadores locales y enlaces en proporciones variables para atender a diferentes casos de aplicación. La gama ofrecida es la siguiente:

	Registra- dores	Alimen- tadores locales	Enlaces	Cuadros
1.	0	4	24	5
2.	4	4	20	5
3.	0	8	16	4
4.	4	8	12	4
5.	0	12	8	4
6.	4	12	4	4

La figura 5 muestra la distribución típico en planta de dos sistemas, de 768 líneas y 1536 líneas.

Los 5 tipos de bastidores contienen los elementos siguientes:

LAJ – una unidad de líneas A, una unidad de operadora o de selección directa y una unidad de enlaces.

LBJ – una unidad de líneas B, una unidad de operadora o de selección directa, una unidad de tonos y de corriente de llamada y una unidad de enlaces.

MJ – una unidad de control, un traductor y una unidad de enlaces.

MX – una unidad de control, un traductor y una unidad de visualización de fallos.

C – una etapa A adicional para los sistemas que sobrepasen las 768 líneas y el tráfico de 0,15 erlangs por línea.

La figura 6 representa una fila de bastidores del sistema experimental instalado en STC, Sidney.

Misceláneos

Los generadores de corriente de llamada y de las diversas tonalidades son de tipo electrónico, yendo montados en tarjetas de circuito impreso como el resto del equipo. Una tarjeta primaria genera los tonos y temporizaciones, mientras una secundaria contiene los amplificadores de potencia de corriente de llamada y de las señales que controlan las lámparas de las mesas de operadora. La tarjeta primaria se duplica en ocasiones por razones de fiabilidad, en tanto que el número de tarjetas secundarias es función del tráfico y de la capacidad del sistema. Un sistema de capacidad máxima requeriría 2 tarjetas primarias y 5 secundarias, de las cuales una de cada categoría se mantiene de reserva. En caso de fallo en alguna de las salidas, su observación permanente garantiza la puesta en servicio inmediata de la unidad de reserva.

La tensión de alimentación del sistema, 50 voltios, se toma de la distribución o de rectificadores con baterías. Las unidades básicas disponibles son de 35 y 50 amperios, que pueden montarse en serie o paralelo, según convenga. El consumo típico es de 8 a 10 amperios por grupo de 100 líneas, dependiendo de la capacidad total.

Las tensiones secundarias se derivan en cada bastidor mediante convertidores de C.C. a C.C. que suministran 5 voltios, y de un generador de 10 voltios equipado en la unidad de tonos y corriente de llamada y en la unidad de características opcionales. Esta tensión se regula individualmente en algunos casos, siempre fuera del marcador, a nivel de las tarjetas mediante una lógica de 5 voltios.

Seguridad del sistema

El efecto de los fallos de componentes y circuitos se ha reducido al mínimo por la adopción de una serie de precauciones en la fase de diseño. Así, los tonos y corrientes de llamada pueden duplicarse a cualquier capacidad. Durante la operación del marcador los elementos múltiples, tales como los detectores que prueban el estado de las mallas, se verifican, y si alguno de ellos acusa un fallo se ignora su respuesta y la operación prosigue haciéndose uso de los elementos en buen estado. Los circuitos periféricos y enlaces están divididos en dos grupos en los sistemas de capacidad inferior a 762 líneas, y en 4 grupos cuando la capacidad excede esta cifra. Los hilos que cursan las señales más críticas del marcador dentro de cada grupo están permanentemente supervisadas, de manera que cuando se detecta un fallo que provoque un funcionamiento in-

correcto de consecuencias importantes, el grupo es puesto automáticamente fuera de servicio y no se le ofrece más tráfico hasta tanto la avería no haya sido reparada.

Mantenimiento

La filosofía de mantenimiento apunta a la detección de los fallos a nivel de las tarjetas de circuito impreso y a su sustitución posterior, para lo cual el sistema dispone de una unidad de pruebas funcionales y de un panel de visualización de fallos. La unidad de prueba es portátil, conectándose al panel de alarmas del sistema; además, los circuitos que cursan tráfico tienen un conector de prueba de 11 terminales donde puede conectarse la unidad de pruebas.

Un conjunto de conmutadores de control de la unidad de prueba permite dirigir las llamadas hacia el circuito en prueba y preseleccionar opcionalmente los puntos de cruce que deben utilizar. Los circuitos de enlace pueden someterse a pruebas funcionales y de transmisión en condiciones límites. Un conjunto de señales visuales presenta las informaciones correspondientes a los contenidos de los registros de dirección. Esta información puede almacenarse en un registro de prueba, dando lugar a la repetición de llamadas por esa dirección mediante la simple actuación de un pulsador de la unidad. Este procedimiento facilita el seguimiento y localización de fallos poco frecuentes en los enlaces.

El indicador visual de fallos presenta las informaciones más significativas de la fase de establecimiento de una llamada, borrando las de la anterior al inscribir las de una nueva, a menos que se seleccione una condición específica que al presentarse bloquea el indicador. puede seleccionarse una extensión determinada, un tipo de llamada, un registrador particular, un tipo de fallo, o, incluso, una combinación o la totalidad de las condiciones anteriores.

La información que se presenta al exterior indica la extensión involucrada, el circuito de enlace, el tipo de

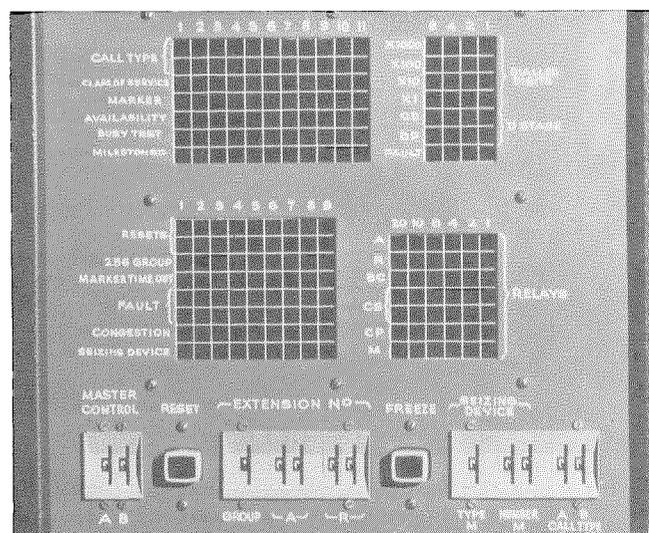


Fig. 8 Panel del indicador visual de averías del sistema experimental Minimat⁺ 1500.

llamada y los puntos de cruce que utiliza, el resultado de la llamada, información de direcciones, clase de la extensión, resultado de la prueba de ocupación, las etapas intermedias cumplidas por el marcador y el resultado de ciertas pruebas que realiza. Estas informaciones pueden opcionalmente escribirse en una impresora, bien en lugar del indicador visual o en paralelo con él, respondiendo a sus mismas condiciones de funcionamiento.

Las alarmas del sistema se clasifican en urgentes, no urgentes y de supervisión. Su origen aparece representado en el panel de alarmas del sistema o en los paneles individuales de bastidor. Estos últimos identifican el cuadro en el que ha saltado un fusible o se ha retirado una tarjeta. La alarma de supervisión indica las extensiones en estado de aparcamiento, las líneas de enlace con la central con circuito abierto o con la alimentación exterior invertida.

Un conjunto de contadores totaliza el número de llamadas cursadas por el sistema y el número de llamadas perdidas en el mismo y en cada una de las rutas principales.

Cuando el número de llamadas no completadas excede de un porcentaje predeterminado se produce una alarma de servicio. Este porcentaje puede variarse entre el 0,2 % y el 20 %.

Los circuitos que intervienen activamente para cursar tráfico van equipados con un jack de ocupación, un jack de supervisión, un terminal de indicación de ocupación y un terminal para la observación de tráfico. Las líneas de enlace con la central disponen asimismo de un jack de aislamiento.

Cuando se retira uno de estos circuitos o un multi-selector, los intentos de toma pasan sobre él desviándose automáticamente hacia el siguiente órgano disponible. Una de las líneas de enlace está equipada con las facilidades necesarias para efectuar la prueba remota de las extensiones desde la central distante.

Las figuras 7 y 8 muestran la unidad de pruebas portátil y el panel del indicador visual de faltas equipado en el sistema experimental.

Conclusión

El sistema electrónico Minimat⁺ 1500 se probó con éxito en 1973, funcionando a lo largo de 6 meses bajo condiciones de tráfico real en la nueva fábrica de conmutación electrónica de STC, Sidney.

El sistema ofrece una relación servicio-coste optimizada, presentando ventajas sustanciales sobre los sistemas de barras cruzadas convencionales en lo que se refiere a espacio y fiabilidad, aun teniendo en cuenta que responde a unas especificaciones más rigurosas y ofrece una gama de facilidades y servicios más amplia.

El desarrollo del sistema Minimat⁺ 1500 se ha acompañado en paralelo con el de otros miembros de la familia que encuentran aplicación en los extremos de su gama de capacidades. En 1973 se probaron prototipos de 26, 90 y 190 líneas, lanzándose su producción con antelación a la homologación del "Australia Post Office". Una central experimental del sistema Minimat⁺ 90 está en servicio desde mayo de 1972; esta central cursa un tráfico muy elevado con plena satisfacción, corriendo su conservación a cargo de la Administración australiana a partir de finales de 1972.

Agradecimiento

El autor expresa su reconocimiento a todas las personas y entidades que ha participado en el proyecto. En particular al Departamento Técnico de ITT, al Sr. R. Y. Sims, y a los ingenieros de CGCT, STC Londres, SEL e ITT Austria, que contribuyeron al desarrollo del sistema, así como a los ingenieros de STC, Sidney, por su dedicación particular.

James W. Gallagher nació en Sidney en 1935. Estudió en la Universidad de Sidney, graduándose en Ciencias en 1956 y en Ingeniería Eléctrica en 1958.

Se incorporó a la División Telefónica de STC, Sidney, en 1958, participando desde 1959 en la introducción del sistema Pentaconta⁺ en Australia. A partir de 1961 contribuyó al desarrollo de la familia de centralitas automáticas privadas de tipo Pentaconta⁺ para Australia, hasta 1965 en que fue nombrado responsable del desarrollo de la nueva generación de centrales automáticas privadas.

En ese puesto se dedica desde 1969 al desarrollo de la serie electrónica Minimat⁺.

Método aproximado para la determinación de la capacidad de sobrecarga en sistemas telefónicos locales

Se desarrolla un método matemático aproximado que permite la evaluación de las características de los sistemas locales de conmutación en las diferentes condiciones de sobrecarga teniendo en cuenta todos los elementos principales del sistema, comportamiento del abonado, tipo de sobrecarga y diseño del sistema.

E. SZYBICKI

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

Introducción

En varias ocasiones se ha observado la posibilidad de efectos indeseables de la sobrecarga sobre la capacidad de tráfico en sistemas telefónicos.

Medidas en tráfico real han demostrado que en casos extremos la sobrecarga influyó en el comportamiento del sistema de tal manera que su tráfico efectivo disminuyó.

Este efecto puede ocasionar pérdidas de ingresos a las administraciones telefónicas y causar inconvenientes a los abonados.

Sin embargo se ha encontrado también que no todos los sistemas se comportan de esta forma. Esto lleva a la conclusión de que la reacción del sistema a la sobrecarga depende del diseño del mismo y del dimensionado de sus diferentes partes.

Aunque se conozca el funcionamiento del sistema bajo las condiciones de sobrecarga, no es siempre posible una clara explicación de su comportamiento. Se presenta en este artículo un modelo matemático que permite el estudio del comportamiento de sistemas telefónicos cuando aumente el tráfico. El modelo proporciona también información de la eficacia de acciones preventivas para minimizar los efectos indeseables de la sobrecarga.

General

Los sistemas telefónicos se dimensionan de acuerdo con el concepto de hora cargada, esto es, un sistema se supone que debe satisfacer un grado de servicio determinado para un valor de tráfico constante dado.

Los sistemas dimensionados de esta forma dan servicios satisfactorios para casi todas las situaciones de tráfico que ocurran en el sistema. Sin embargo habrá ocasiones en que el porcentaje de llamadas rechazadas en el sistema sea mayor que la estipulada.

Esta situación puede ocurrir cuando:

- El tráfico real en la hora cargada es mayor que el utilizado para el dimensionado, debido a:
 - a) Mala predicción del tráfico.
 - b) Variaciones normales de tráfico.
 - c) Aumento temporal o permanente de las actividades de los abonados, que dé lugar a una mayor demanda del servicio telefónico.
- Déficit de equipo de conmutación, debido a:
 - a) Mal dimensionado del sistema.
 - b) Fallos.

En todos los casos se puede considerar que el sistema trabaja en condiciones de sobrecarga y consecuentemente no puede dar el grado exigido de servicio.

Para un estudio eficaz de la capacidad de cursar tráfico por el sistema en condiciones de sobrecarga, es necesario definir el proceso del sistema real lo más exactamente posible, y considerar la central entera. Los parámetros que se consideran aquí son:

- Comportamiento del abonado:
 - a) Intentos de llamada repetida.
 - b) Abonado llamado ocupado.
 - c) Ausencia del abonado llamado (o que no contesta).
 - d) Número equivocado.
- Diferentes características de sobrecarga:
 - a) Sobrecarga causada por el incremento de la intensidad de las llamadas nuevas (primer intento de llamada).
 - b) Sobrecarga causada por el incremento del tiempo medio de ocupación del camino de conversación.
- Diseño del sistema:
 - a) Configuración de la red.
 - b) Principio de encaminamiento del tráfico.
 - c) Interdependencia entre los elementos principales del sistema, esto es:
 - red de conexión,
 - registradores,
 - sistemas de control.
 - d) "Time outs".

Descripción del funcionamiento del sistema considerado

Comportamiento de los abonados

El comportamiento del sistema depende en gran parte de los abonados y sus reacciones cuando no reciben un servicio satisfactorio.

Un abonado que llama puede no comunicar con el servicio deseado debido a:

- Error en el número marcado.
- El abonado llamado está ocupado.
- El abonado llamado está libre, pero ausente (no contesta).
- No hay camino libre en la red de conexión por congestión interna.
- Rechazo de la llamada por "time outs".

Método aproximado

En todos los casos los abonados, cuando hay rechazo, pueden reaccionar repitiendo la llamada. Esto da lugar a una mayor intensidad de llamadas que no ocurriría si se le diese un servicio satisfactorio al primer intento. Las llamadas rechazadas producen de esta forma una carga de tráfico ineficaz en las diferentes partes del sistema telefónico.

Cuando aumenta la carga de tráfico en el sistema, el número de llamadas repetidas también aumenta. Muy a menudo pueden ocurrir situaciones extremas, cuando la sobrecarga que producen las llamadas repetidas aumenta por repetición de llamadas.

Suponiendo que la probabilidad de rechazo E sea la misma en todos los intentos y que sea la probabilidad de hacer un nuevo intento, cuando ha fallado el primero, ambas supuestas constantes, obtenemos:

Número medio de intentos por cada primer intento de llamada

$$\frac{1}{1-HE} \quad (1)$$

Porcentaje de llamadas completadas

$$\frac{1-E}{1-HE} \quad (2)$$

Porcentaje de llamadas abandonadas.

$$\frac{E(1-H)}{1-HE} \quad (3)$$

Número medio de repeticiones por cada primer intento de llamada

$$\frac{HE}{1-HE} \quad (4)$$

y el número medio de intentos por llamada cursada

$$\frac{1}{1-E} \quad (5)$$

Diseño del sistema

Los sistemas telefónicos modernos de tipo local constan principalmente de tres partes:

- Red de conexión.
- Registradores.
- Sistema de control.

En un sistema local ocurren las siguientes conexiones:

- a) Conexión del abonado al registrador.
- b) Conexión de conversación local.
- c) Conexión de conversación entrante.
- d) Conexión de conversación saliente.

Normalmente los diferentes tipos de conexión utilizan diferente número de etapas.

Un sistema telefónico puede diseñarse de muy diferentes formas. En este artículo la configuración general del sistema considerado se indica en la figura 1. Esto no significa ninguna limitación para el método que se describe, sino que puede fácilmente ajustarse a otro tipo de configuraciones.

Cuando se estudia la reacción del sistema a la sobrecarga debe recordarse lo siguiente:

- Cada llamada tiene que conectarse a un registrador antes que el camino de conversación se establezca.

- Diferentes partes del sistema pueden estar sobrecargadas en distintos grados. Por ejemplo, la sobrecarga en las distintas rutas de salida no se producirán necesariamente al mismo tiempo.
- La relación entre las llamadas cursadas de los diferentes tipos, variarán con el aumento de tráfico. Cuando el porcentaje de las llamadas rechazadas aumenta, el número de llamadas repetidas aumenta, así como las llamadas al registrador.
- El comportamiento del sistema durante la sobrecarga depende del dimensionado del sistema por las condiciones normales esto es, sobre qué parte del sistema constituye el cuello de botella.

Diferentes características de sobrecarga

La sobrecarga puede ser debida a un cambio en el comportamiento de los abonados. Por ejemplo:

- a) Los abonados aumentan el tiempo medio de conversación, mientras que la intensidad de primeros intentos de llamadas permanece sin cambio.
- b) Los abonados aumentan la cantidad de primeros intentos de llamadas, mientras que el tiempo medio de conversación permanece sin cambio.

Además de las dos situaciones extremas, pueden haber casos intermedios. Los diferentes tipos de sobrecarga tendrán influencias distintas sobre las diversas partes del sistema y ocasionarán grados diferentes de inconveniencia.

En el caso b) el sistema tendrá que hacer más conexiones a los registradores que en el a).

Cuando el número de llamadas rechazadas aumenta, la proporción de tráfico ineficaz será consecuentemente mayor en el caso b) que en el a).

También puede verse que un sistema de control tiene mezclas diferentes de llamadas a cursar en los casos a) y b).

Método analítico

Hipótesis

El método analítico se desarrolla bajo los siguientes supuestos:

- a) El tráfico se distribuye por igual a todos los abonados.
- b) Las conexiones de conversación se establecen en la hipótesis de sistema con pérdida de llamadas.

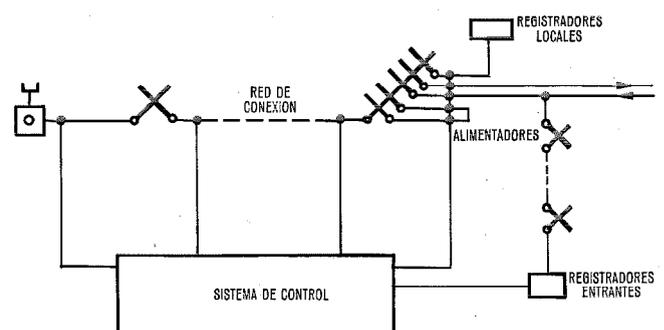


Fig. 1 Configuración del sistema considerado.

- c) El control común del sistema funciona en condiciones de espera.
- d) Los registradores pueden operar en las dos formas, pérdida o demora.

Definiciones

Las tablas 1 y 2 dan los porcentajes de llamadas perdidos y los tiempos medios de espera o retención.

Tabla 1 - Porcentajes de llamadas perdidas.

Definición	Cone- xiones locales	Cone- xiones salientes a ruta ν	Cone- xiones entrantes
Porcentaje de llamadas ofrecidas al sistema de control pero rechazadas por "time out"	P_1	$Q_{1\nu}$	R_1
Porcentaje de llamadas ofrecidas a registradores pero rechazadas por "time out"	P_2	$Q_{2\nu}$	R_2
Probabilidad de abonado ocupado	P_3	$Q_{3\nu}$	R_3
Porcentaje de llamadas rechazadas debido a congestión en la red de conexión	P_4	$Q_{4\nu}$	R_4
Porcentaje en tiempo de abonados libres que no contestan	P_5	$Q_{5\nu}$	R_5
Porcentaje de llamadas que salen del sistema debido a error de número marcado	P_6	$Q_{6\nu}$	R_6

Tabla 2 - Tiempos medios de espera o retención.

Definición	Cone- xiones locales	Cone- xiones salientes a ruta ν	Cone- xiones entrantes
Espera media para llamadas cursadas por el sistema de control	d_1	$s_{1\nu}$	z_1
Espera media para llamadas cursadas por registradores	d_2	$s_{2\nu}$	z_2
Tiempo medio de ocupación de los registradores	d_3	$s_{3\nu}$	z_3
Tiempo medio de retención de la vía de conversación en el caso de que el abonado llamado no conteste	d_4	$s_{4\nu}$	z_4
Tiempo medio de conversación en caso de error en el número marcado	d_5	$s_{5\nu}$	z_5
Tiempo medio de ocupación del camino de conversación para llamadas efectuadas	d_6	$s_{6\nu}$	z_6

Ademas:

N = Número total de abonados en la central.

k = Número total de rutas salientes en la central.

y_1 = Intensidad* total de primeros intentos de llamada en la central.

$y_{2\nu}$ = Intensidad de primeros intentos de llamadas salientes en la ruta ν .

y_3 = Intensidad total de primeros intentos de llamada entrantes en la central.

d_0 = Tiempo medio de marcar el número en conexiones locales.

$s_{0\nu}$ = Tiempo medio de marcar el número para conexiones salientes en la ruta ν .

z_0 = Tiempo medio de marcar el número para conexiones entrantes.

t_1 = Time out de espera al sistema común de control.

t_2 = Time out de espera a los registradores locales.

t_3 = Time out de espera a los registradores entrantes.

E_1 = Porcentaje de llamadas locales rechazadas debido a cualquier causa.

$E_{2\nu}$ = Porcentaje de llamadas salientes rechazadas en la ruta ν , debidas a cualquier causa.

E_3 = Porcentaje de llamadas entrantes rechazadas por cualquier causa.

Se supone que las posibilidades $P_1 \dots P_6, Q_{1\nu} \dots Q_{6\nu}$ y $R_1 \dots R_6$ son independientes entre sí.

Entonces se obtiene:

$$E_1 = 1 - (1 - P_1) \prod_{\mu=1}^6 (1 - P_{\mu}) \tag{6}$$

$$E_{2\nu} = 1 - (1 - Q_{1\nu}) \prod_{\mu=1}^6 (1 - Q_{\mu\nu}) \tag{7}$$

$$E_3 = 1 - (1 - R_1) \prod_{\mu=1}^6 (1 - R_{\mu}). \tag{8}$$

La intensidad total de llamadas en la central para conexiones locales:

$$x_1 = \frac{1}{1 - HE_1} y_1. \tag{9}$$

Para conexiones salientes a la ruta ν :

$$x_{2\nu} = \frac{1}{1 - HE_{2\nu}} y_{2\nu}. \tag{10}$$

Para conexiones entrantes:

$$x_3 = \frac{1}{1 - HE_3} y_3. \tag{11}$$

Fórmulas para la determinación de la capacidad del sistema durante la sobrecarga

Tráfico local en los alimentadores:

$$A_L = x_1(1 - P_1) \left[d_4 P_5 \prod_{\mu=1}^4 (1 - P_{\mu}) + d_5 P_6 \prod_{\mu=1}^5 (1 - P_{\mu}) + d_6 \prod_{\mu=1}^6 (1 - P_{\mu}) \right]. \tag{12}$$

* Intensidad de llamadas es el número de llamadas por unidad de tiempo. N , del E .

Método aproximado

Tráfico en la ruta saliente:

$$A_{0v} = x_{2v} (1 - Q_{1v}) \left[s_{4v} Q_{5v} \prod_{\mu=1}^4 (1 - Q_{\mu v}) + s_{5v} Q_{6v} \prod_{\mu=1}^5 (1 - Q_{\mu v}) + s_{6v} \prod_{\mu=1}^6 (1 - Q_{\mu v}) \right] \quad (13)$$

Tráfico total saliente:

$$A_0 = \sum_{v=1}^k A_{0v} \quad (14)$$

Tráfico entrante:

$$A_I = x_3 (1 - R_1) \left[z_4 R_5 \prod_{\mu=1}^4 (1 - R_{\mu}) + z_5 R_6 \prod_{\mu=1}^5 (1 - R_{\mu}) + z_6 \prod_{\mu=1}^6 (1 - R_{\mu}) \right] \quad (15)$$

Tráfico en los registradores locales:

$$A_{RL} = x_1 d_3 \prod_{\mu=1}^2 (1 - P_{\mu}) + \sum_{v=1}^k x_{2v} s_{3v} \prod_{\mu=1}^2 (1 - Q_{\mu v}) \quad (16)$$

Tráfico en los registradores entrantes:

$$A_{RI} = x_3 z_3 \prod_{\mu=1}^2 (1 - R_{\mu}) \quad (17)$$

Carga de tráfico por abonado α :

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_h + \alpha_0 \\ \alpha_h &= \frac{1}{N} (A_{RL} + A_I + A_0 + 2 A_L) \\ \alpha_0 &= x_1 \frac{1}{N} \{ P_1 t_1 + (1 - P_1) [d_1 + P_2 t_2 + (1 - P_2) d_2] \} + \frac{1}{N} \sum_{v=1}^k x_{2v} \{ Q_{1v} t_1 + (1 - Q_{1v}) [s_{1v} + Q_{2v} t_2 + (1 - Q_{2v}) s_{2v}] \} \end{aligned} \quad (18)$$

Para conexiones locales y entrantes se tiene:

$$P_3 = R_3 \approx \alpha \quad (19)$$

La probabilidad Q_{3v} de abonado ocupado para conexiones salientes depende del tráfico por abonado en las centrales distantes.

Las funciones $P_1, P_2, P_4, Q_{1v}, Q_{2v}, Q_{4v}$ y R_1, R_2, R_4 caracterizan la red de conmutación y dependen de la carga de tráfico en ella. Se supone que estas funciones se conocen también para alta congestión en la red.

Las funciones P_3, Q_{3v} y R_3 dependen de la carga de tráfico por abonado, mientras que $P_5, P_6, Q_{5v}, Q_{6v}, R_5$ y R_6 caracterizan el comportamiento de los abonados.

Para diferentes cargas de tráfico en la central, el sistema común de control recibe diferentes mezclas de llamadas a cursar (ver tabla 3).

Las fórmulas especificadas se usan para estudiar la capacidad del sistema para cursar tráfico en condiciones de sobrecarga, cuando:

- La sobrecarga es causada por un incremento de la intensidad de primeros intentos de llamada, mientras que el tiempo medio de ocupación del camino de conversación permanece sin cambio.
- La sobrecarga es causada por un aumento del tiempo medio de ocupación de conversación, mientras que la intensidad de primeros intentos de llamada no varía.

Estudios efectuados

Por ahora no existe método de cálculo fiable por grupos de aparatos conectados a un sistema de mallas y funcionando en condiciones de espera.

Por ello, el método matemático por el análisis de la sobrecarga descrito en el capítulo anterior se usará para estudiar un sistema telefónico sencillo en donde los registradores se supondrá que trabajan en condiciones de pérdidas. Este estudio se comprobará por medio de simulaciones en tiempo real.

Descripción del sistema estudiado

El diagrama de conexión de este sistema se indica en la figura 2 y el de caminos en figura 3.

Además el sistema tiene las siguientes características:

- Por razones de sencillez se supone que el sistema cursa sólo llamadas a los registradores y llamadas locales.

Tabla 3 - Llamadas ofrecidas al sistema común de control

Tipo de llamada	Conexiones locales	Conexiones salientes	Conexiones entrantes
Búsqueda de camino para llamadas a los registradores	ϱ_1	$\sum_{v=1}^k \omega_{1v}$	γ_1
Conexión de las llamadas a los registradores	$\varrho_1 (1 - P_2)$	$\sum_{v=1}^k \omega_{1v} (1 - Q_{2v})$	$\gamma_1 (1 - R_2)$
Identificación del destino de la llamada	$\varrho_1 \prod_{\mu=1}^2 (1 - P_{\mu})$	$\sum_{v=1}^k \omega_{1v} \prod_{\mu=1}^2 (1 - Q_{\mu v})$	$\gamma_1 \prod_{\mu=1}^2 (1 - R_{\mu})$
Búsqueda del camino a los abonados libres o a las rutas salientes	$\varrho_1 \prod_{\mu=1}^3 (1 - P_{\mu})$	$\sum_{v=1}^k \omega_{1v} \prod_{\mu=1}^2 (1 - Q_{\mu v})$	$\gamma_1 \prod_{\mu=1}^3 (1 - R_{\mu})$
Conexión de las llamadas que encuentran camino libre	$\varrho_1 \prod_{\mu=1}^4 (1 - P_{\mu})$	$\sum_{v=1}^k \omega_{1v} (1 - Q_{4v}) \prod_{\mu=1}^2 (1 - Q_{\mu v})$	$\gamma_1 \prod_{\mu=1}^4 (1 - R_{\mu})$

donde $\varrho_1 = x_1 (1 - P_1)$ $\omega_{1v} = x_{2v} (1 - Q_{1v})$ $\gamma_1 = x_3 (1 - R_1)$

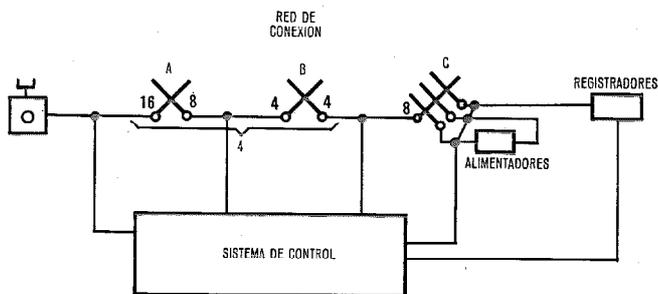


Fig. 2 Diagrama de conexión del sistema estudiado.

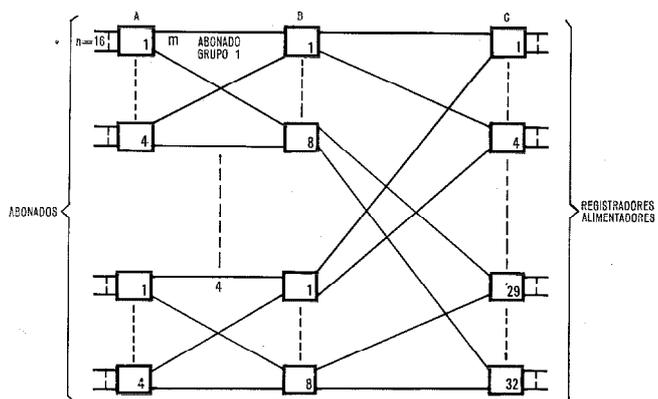


Fig. 3 Diagrama de mallas del sistema estudiado.

- Las llamadas locales y a los registradores funcionan bajo la condición de pérdidas por medio de la selección condicionada; en el último caso, a un grupo de registradores.
- El sistema común de control se compone de un solo dispositivo capaz de servir a todos los tipos de llamada que se originen en el sistema. Trabaja bajo la condición de espera.

Cálculo de la espera para el sistema de control central

Cuando se calcula la espera media para las llamadas cursadas en el sistema de control, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Las llamadas rechazadas a causa del "time out" no cargan al sistema.
- La demora para las llamadas que esperan no exceden al margen de tiempo t_1 de "time out".

Los diferentes tipos de llamadas cursadas por el sistema de control y sus correspondientes tiempos de ocupación se indican en la tabla 4.

Pongamos

$$\lambda = \sum_{v=1}^5 Q_v \quad (20)$$

El tiempo medio de ocupación \bar{h} será:

$$\bar{h} = \frac{1}{\lambda} \sum_{v=1}^5 Q_v h_v \quad (21)$$

y la carga media de tráfico κ :

$$\kappa = \sum_{v=1}^5 Q_v h_v \quad (22)$$

Tabla 4 - Tipos de llamadas procesadas y sus tiempos de ocupación por el sistema común de control.

Tipo de llamada	Intensidad de las llamadas	Tiempos de ocupación h_v
Búsqueda del camino para llamadas a registradores	$Q_1 = x_1 (1 - P_1)$	b
Conexión de las llamadas a los registradores	$Q_2 = Q_1 (1 - P_2)$	$\frac{1}{2} \cdot b$
Identificación del destino	$Q_3 = Q_1 \prod_{\mu=1}^2 (1 - P_\mu)$	$\frac{1}{4} \cdot b$
Búsqueda del camino para llamadas a los abonados libres	$Q_4 = Q_1 \prod_{\mu=1}^3 (1 - P_\mu)$	$2 \cdot b$
Conexión de las llamadas que encuentran camino libre	$Q_5 = Q_1 \prod_{\mu=1}^4 (1 - P_\mu)$	b

El valor medio de la espera para llamadas que esperan está de acuerdo con la fórmula de Pollaczek-Khintchine:

$$d_{10} = \frac{\bar{h}}{2} \frac{1}{1 - \kappa} \left[1 + \frac{\delta^2}{\bar{h}^2} \right] \quad (23)$$

en donde δ^2 es la varianza del tiempo medio de ocupación. Una distribución aproximada de la espera se deduce suponiendo una distribución exponencial negativa para las esperas con valor medio igual a d_{10} .

De esta manera obtenemos la probabilidad de que la demora exceda al tiempo t_1 :

$$P_1 = \kappa e^{-\frac{1}{d_{10}} t_1} \quad (24)$$

y el valor medio de la espera para llamadas cursadas

$$d_1 = \frac{\kappa}{1 - P_1} \left[d_{10} - d_{10} \frac{P_1}{\kappa} - t_1 \frac{P_1}{\kappa} \right] \quad (25)$$

Cálculo de la congestión para llamadas a los registradores

La probabilidad de congestión se calcula con la siguiente fórmula aproximada:

$$P_2 = \sum_{p=0}^m G(p) [b + (1 - b) c_2^{q_2}]^{f_2(m-p)} \quad (26)$$

$$G(p) = \frac{\binom{n-1}{p} \left(\frac{\alpha_h}{1-\alpha} \right)^p}{\sum_{s=0}^m \binom{n-1}{s} \left(\frac{\alpha_h}{1-\alpha} \right)^s} \quad (27)$$

donde

q_2 = número de columnas de registradores.

N_2 = número de registradores.

α_h = tráfico de registradores y de conversación cursado por abonado.

b = tráfico cursado por la malla B.

α = probabilidad de abonado ocupado.

Las variables n y m se definen en la figura 3.

Método aproximado

$$A_{RL} = x_1 [(1 - P_1)(d_0 + d_1) + P_1(d_0 + t_1)] \prod_{\mu=1}^2 (1 - P_{\mu}) \quad (28)$$

$$c_2 = \frac{A_{RL}}{N_2} \quad (29)$$

$$N_2 = m f_2 q_2 \quad (30)$$

$$\alpha = \alpha_0 + \alpha_h \quad (31)$$

$$\alpha_0 = x_1 \frac{1}{N} [P_1 t_1 + (1 - P_1) d_1] \quad (32)$$

$$N \alpha_h = A_{RL} + 2 A_L \quad (33)$$

Cálculo de la congestión para conexiones locales

Para la deducción de la fórmula de congestión para las conexiones locales se supone que los dos abonados están localizados en diferente grupo de abonados. Se utilizan las siguientes fórmulas aproximadas:

$$P_4 = \sum_{p=0}^m G(p) \sum_{v=0}^{m-p} G_1(v) [e_1 + (1 - e_1) c_1^{q_1}]^{f_1(m-p-v)} \quad (34)$$

$$N_1 = m f_1 q_1 \quad (35)$$

$$e_1 = b + (1 - b)b \quad (36)$$

$$G_1(v) = \binom{m-p}{v} \sum_{i=v}^{v+p} G(i) \frac{\binom{p}{i-v}}{\binom{m}{i}} \quad (37)$$

$$A_L = x_1 (1 - P_1) \prod_{\mu=1}^4 (1 - P_{\mu}) [d_4 P_5 + d_5 P_6 (1 - P_5) + d_6 (1 - P_5) (1 - P_6)] \quad (38)$$

$$c_1 = \frac{A_L}{N_1} \quad (39)$$

en donde

N_1 = número de alimentadores.

q_1 = número de columnas ocupadas por los alimentadores.

Resultados

Los resultados del estudio se indican en los diagramas 1 a 5.

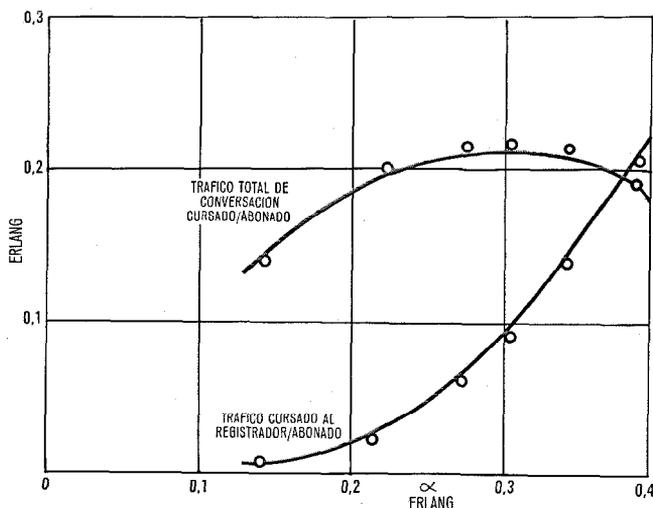


Diagrama 1

$$\begin{aligned} N &= 256 & H &= 0,8 & d_0 &= 10 \text{ seg.} \\ N_1 &= 32 & b &= 0 & d_6 &= 100 \text{ seg.} \\ N_2 &= 128 & t_1 &= 5 \text{ seg.} \end{aligned}$$

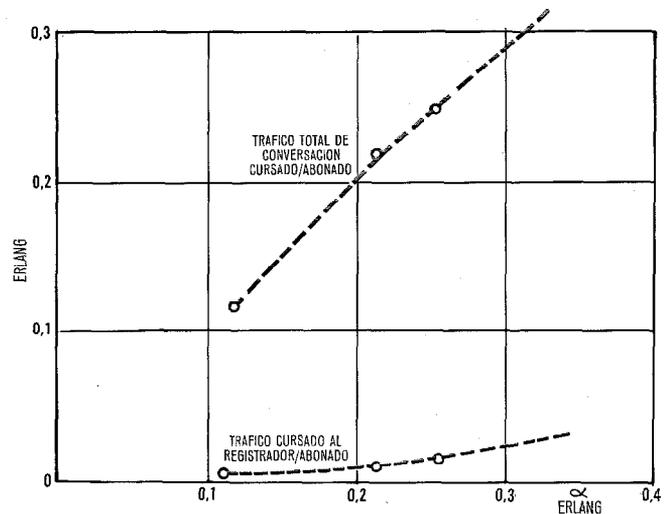


Diagrama 2

$$\begin{aligned} N &= 256 & H &= 0,8 & d_0 &= 10 \text{ seg.} \\ N_1 &= 32 & b &= 0 & y_1 &= 0,2397 \text{ llamadas/seg.} \\ N_2 &= 128 & t_1 &= 5 \text{ seg.} \end{aligned}$$

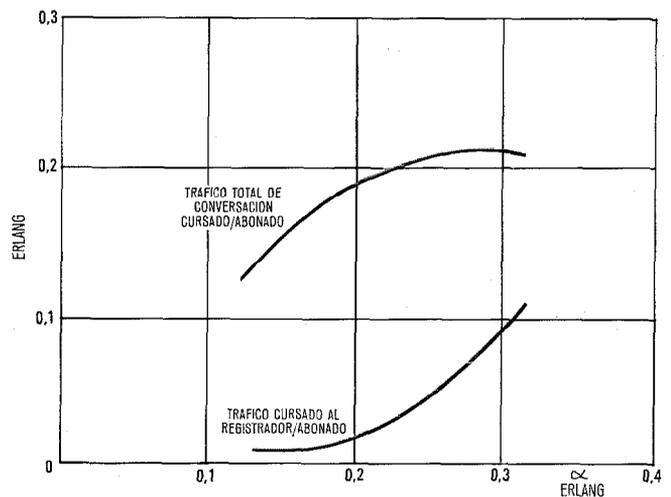


Diagrama 3

$$\begin{aligned} N &= 256 & H &= 0,8 & d_0 &= 10 \text{ seg.} \\ N_1 &= 32 & b &= 0 & d_6 &= 100 \text{ seg.} \\ N_2 &= 32 & t_1 &= 5 \text{ seg.} \end{aligned}$$

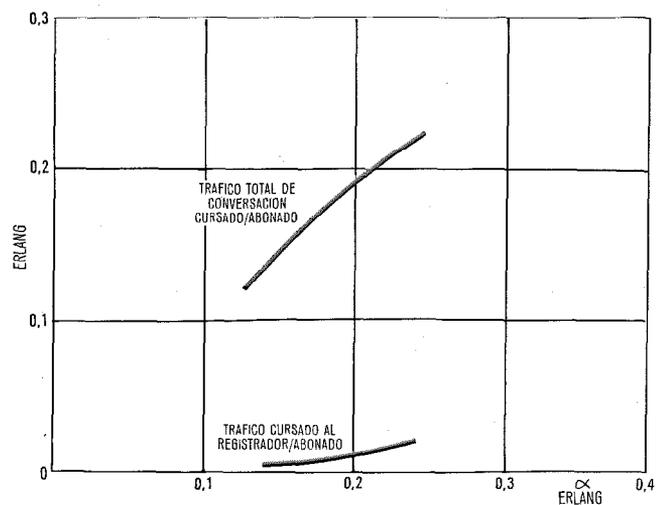


Diagrama 4

$$\begin{aligned} N &= 256 & H &= 0,8 & d_0 &= 10 \text{ seg.} \\ N_1 &= 32 & b &= 0 & d_6 &= 100 \text{ seg.} \\ N_2 &= 8 & t_1 &= 5 \text{ seg.} \end{aligned}$$

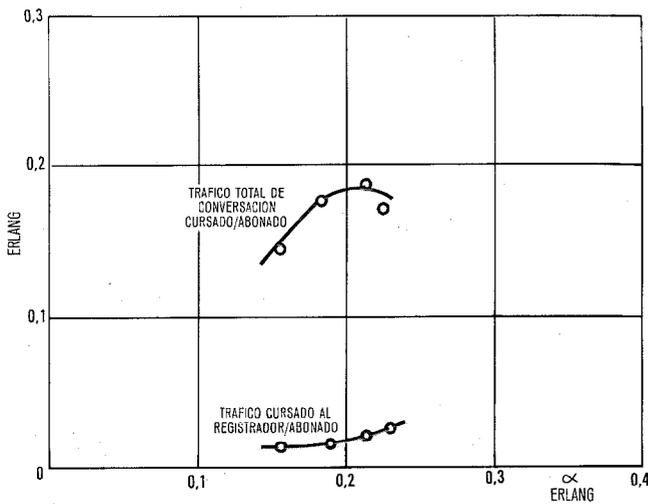


Diagrama 5

$N = 256$ $H = 0,8$ $d_0 = 10$ seg.
 $N_1 = 32$ $b = 0,4$ seg. $d_6 = 100$ seg.
 $N_2 = 8$ $t_1 = 5$ seg.

Diagramas

- o Puntos simulados
- Puntos calculados cuando la sobrecarga es causada por un aumento de la intensidad de llamadas nuevas
- - - - Puntos calculados cuando la sobrecarga es causada por un aumento del tiempo medio de ocupación del camino de conversación.

El eje x representa el porcentaje de tiempo durante el cual el abonado está ocupado. Las curvas dan el tráfico cursado de los registradores y el total de conversación por abonado respectivamente y que se puede leer en el eje y .

Las simulaciones se han hecho utilizando el lenguaje de programación SIMULA.

Conclusiones

De los resultados numéricos presentados en los diagramas 1 a 5 se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- La sobrecarga puede dar lugar a una disminución indeseable de la capacidad de tráfico en el sistema, que puede resultar en menor ingreso para la administración de teléfonos.
- Las diferentes características de sobrecarga pueden afectar al comportamiento del sistema en varias formas. Los resultados indican que un aumento del tráfico causado solamente por un aumento en la intensidad de llamadas tendrá diferente influencia sobre el sistema que en el caso en que el aumento del tráfico sea debido solamente a un aumento del tipo medio de conversación.

Para una eficiente administración de tráfico será importante tener control simultáneo sobre la intensidad de llamadas y el tiempo medio de las conversaciones efectuadas.

- Por el momento, las partes diferentes de un sistema telefónico tales como

receptores, registradores
red de conversación
sistema de control

se dimensionan normalmente independientemente unas de otras. El ejemplo sencillo estudiado indica que para la óptima gestión de tráfico durante los períodos de sobrecarga existe una cierta relación entre la cantidad de equipo en las diversas partes del sistema. Cuando se dimensionen los sistemas, esta relación debe encontrarse teniendo en cuenta la interdependencia entre las diversas partes del sistema tanto para condiciones normales como en sobrecarga.

Las principales características del método descrito en este artículo son las siguientes:

- Da la posibilidad de tratar la central completa incluyendo la interdependencia entre los principales elementos del sistema.
- Tiene en cuenta el comportamiento del abonado, incluyendo intentos de llamadas repetidas, la intensidad de las cuales varía con la carga del sistema.
- Tiene en cuenta las diferentes características de sobrecarga y su influencia en el sistema.

El método, aunque aproximado, proporciona ayuda matemática para estudiar el comportamiento de los sistemas en condiciones de sobrecarga y consecuentemente nos permite obtener información de:

- a) Qué tipo de control para la sobrecarga debe proveerse al sistema.
- b) Qué tipo de acciones deben ser tomadas para proteger al sistema del "colapso" durante el período de sobrecarga.
- c) Cuando deben ser activadas las diferentes acciones, y
- d) durante cuanto tiempo.

Además el método también puede utilizarse para el dimensionado del sistema bajo condiciones normales de tráfico.

Agradecimiento

Deseo expresar mi agradecimiento al Sr. E. H. Berntsen, Director de la Telephone Division y al Sr. I. Mo, Ingeniero Jefe, ambos de STK, Oslo, por su amable contribución en forma de recursos que aportaron al estudio de simulación presentadas aquí. Deseo también expresar mi agradecimiento al Sr. Osterud, de la Universidad de Oslo, quien escribió los programas de simulación y al Sr. J. Canales del Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S.A., Madrid, quien escribió los programas de computador para los cálculos numéricos.

Referencias

- [1] M. Bjorklund y A. Elldin: A practical method of calculation for certain types of complex common control system; Ericsson Technics, No 1, 1964.
- [2] J. W. Cohen: Basic problems of telephone traffic theory and the influences of repeated call attempts Philips; Telecommunications Review, Vol. 18, No 2, 1957.

- [3] J. W. Cohen: Certain delay problems for a full availability trunk group loaded by two traffic sources; *Communication News*, Vol. XVI, N° 3, abril.
- [4] L. A. Gimpelson: Gestión de redes. Diseño y control de redes de comunicación; *Comunicaciones Eléctricas*, Vol. 49 (1974), N° 1, págs. 29—50.
- [5] P. Le Gall: Sur l'influence de repetitions d'appels dans l'écoulement du trafic téléphonique; *Proceedings of the VI ITC*, Munich 1970.
- [6] C. Jacobaeus: A study of congestion in link system; *Ericsson Technics* 1950, 48.
- [7] J. A. Joys: Comments on the Engset and Erlang formulas for telephone traffic losses; *The Norwegian Telecommunications Administration*, junio 1971.
- [8] R. R. Mina: The theory and reality of telephone traffic engineering; *Telephony*, abril 1971.
- [9] T. L. Saaty: *Elements of queueing theory*; Nueva York, Toronto y Londres 1961.
- [10] R. Syski: *Introduction to congestion theory in telephone system*; Edimburgo y Londres 1960.
- [11] E. Szybicki: On overload in switching systems; Trabajo presentado en el curso sobre tráfico de las telecomunicaciones en la Universidad Técnica de Trondheim, Enero, 1972.
- [12] E. Szybicki y H. Oesterud: Simulation model for traffic overload analysis in telephone systems; ITT internal report, Junio 1972.
- [13] E. Szybicki: Numerical methods in the use of computers for telephone traffic applications; *Proceedings of V ITC*, Nueva York, 1967.
- [14] B. Wallstrom: Congestion studies in telephone systems with overflow facilities; *Ericsson Technics*, N° 3, 1966.
- [15] R. I. Wilkinson y R. C. Radnik: The character and effect of customer re-trials in intertoll circuit operation; *Proceedings of V ITC*, Nueva York 1967.

Edmund Szybicki, nació en Polonia en 1937, marchó a Suecia en 1945 donde recibió su educación.

Recibió el diploma del Instituto Técnico de Estocolmo y estudió matemáticas en la Universidad de Estocolmo por la que alcanzó el grado B en los exámenes de "Fil. Kand."

Desde 1957 a 1970 estuvo empleado en la L. M. Ericsson Telephone Company en donde fue incluido en la investigación de tráfico telefónico y dirigió un grupo sobre estudios de tráfico de diferentes sistemas telefónicos.

En 1970 vino a ITT en donde se responsabilizó en estudios de tráfico y dimensionado de las redes de conmutación Metaconta⁺ hasta abril de 1974. Desde esta fecha ha sido responsabilizado de la coordinación de las actividades de tráfico en ITT en el campo de los sistemas telefónicos de la familia Metaconta⁺.

Posee varias patentes y ha publicado varios artículos en el campo de teoría del tráfico telefónico y ha intervenido en congresos y seminarios.

Sustitución de registradores por ordenadores en sistemas rotatorios

Mediante dos procesadores se realizan todas las funciones de almacenamiento, traducción y control y, asociados a registradores simplificados, se puede extender las centrales Rotary 7A en los edificios existentes. El artículo describe la organización del sistema y la estructura general del programa.

R. WIDMER

Standard Telephone and Radio AG, Zurich, Suiza

Introducción

El rápido incremento del número de líneas de abonado en la red urbana de Zurich y las exigencias que plantea la utilización de rutas alternativas, suponen que los registradores locales de las centrales 7A de esta red deben incorporar ciertas características complejas.

Las más importantes son:

- Tratamiento de números de abonado de 7 cifras.
- Tratamiento de informaciones de selección por teclado.
- Empleo de señalización multifrecuencia en las conexiones con centrales rurales principales, así como en el tráfico directo con centrales rurales.
- Posibilidad de establecer conexiones en tránsito a través de centrales Pentaconta*.

Sin embargo, el espacio disponible en los registradores existentes no permite adaptarlos a necesidades futuras mediante su ampliación; ha habido que recurrir a un nuevo desarrollo, para el que se preveían, en principio, dos soluciones posibles:

a) Nuevo desarrollo de diseño convencional empleando componentes y tecnología del sistema Pentaconta*.

b) Concentración de todas las funciones de almacenamiento, traducción y control en un elemento, el ordenador, y desarrollo de una unidad de interconexión para adaptar los diferentes niveles de tensión y velocidades de conmutación.

La decisión a favor de una u otra solución ha venido determinada básicamente por dos factores:

- Debido a la escasez de espacio en las salas de equipo de la mayor parte de las centrales 7A de las redes urbanas afectadas, el diseño del nuevo registrador debe permitir ahorrar espacio.
- A fin de garantizar el mantenimiento del servicio de la central durante el período de adaptación, debe ser posible efectuar la sustitución de los registradores por etapas.

STR, de acuerdo con la Administración suiza, ha tomado la decisión de adoptar la solución del ordenador, teniendo en cuenta los problemas de espacio y con el propósito de disponer de la mayor flexibilidad posible con vistas a futuras necesidades. En este artículo se describe la idea básica y el diseño de los registradores 7A controlados por ordenador, que deben reemplazar a los registradores locales existentes en una central 7A de 10.000 líneas. En principio, el nuevo registrador puede emplearse en todas las centrales 7A. Las

adaptaciones necesarias, debidas a las diferentes fases de ampliación de cada central y también a las diversas características de las redes, se conseguirán con una ampliación correspondiente y con la modificación de pondeos y programas.

Características del sistema

El funcionamiento del nuevo registrador se caracteriza por la concentración de todas las funciones de almacenamiento, traducción y control en un único órgano: el ordenador. Este tiene, además, la misión de efectuar las pruebas rutinarias de los registradores periféricos y realiza todas las funciones del registrador local y auxiliar para comunicaciones automáticas internacionales y de los circuitos de pruebas rutinarias de registradores de diseño convencional.

Un solo ordenador puede cursar todo el tráfico de registradores de una central de 10.000 líneas, pero por razones de seguridad se equipan dos.

Ambos ordenadores están dispuestos para funcionamiento asíncrono y son totalmente independientes entre sí, de acuerdo con el principio de reparto de carga. Si se produce el fallo de un ordenador, las llamadas que cursa se liberan y pierden, pero el otro ordenador garantiza y controla la reposición de las conexiones correspondientes. El empleo de ordenadores con programa almacenado en memoria significa una gran flexibilidad, ya que pueden modificarse sin ninguna dificultad las tablas residuales de las memorias de ferritas cuando varían los encaminamientos. Las tarjetas impresas enchufables y la característica de detectar tarjetas defectuosas con ayuda del ordenador contribuyen considerablemente a la reducción de los gastos de explotación y mantenimiento.

La capacidad de los ordenadores utilizados permite la conexión de un máximo de 105 registradores por cada 10.000 líneas y cubre con mucho las necesidades de todas las centrales en que es preciso cambiar los registradores, incluyendo también posibles ampliaciones. Su configuración, el principio de transferencia de información y la organización de la programación permiten una adaptación sencilla de los registradores a las exigencias del tráfico de las líneas de abonados.

A fin de permitir la introducción de la señalización multifrecuencia en las centrales 7A, cada registrador cuenta con unidades independientes de señalización MF. Receptores de teclado, conectados directamente a los registradores o mediante circuitos de conexión, aseguran para el futuro un empleo más importante de aparatos de teclado.

* Marca registrada del sistema ITT.

Substitución de registradores por ordenadores

Un equipo automático de pruebas integrado en el sistema permite efectuar pruebas rutinarias o específicas en los registradores. El número de programas de prueba depende, por una parte, de las necesidades operacionales y, por otra parte, de la capacidad disponible en las memorias de ferritas para fines de pruebas. Los programas de prueba no utilizados con frecuencia pueden leerse mediante un enlace de datos exterior. Cada ordenador tiene asignado un teleimpresor de 8 canales para intercambio de informaciones hombre-máquina, por ejemplo para efectuar modificaciones sencillas de las tablas, o también para registro de defectos.

El canal exterior de datos, es decir el equipo de cinta cassette, volverá a leer en la memoria de ferritas una copia del programa operacional en caso de fallo.

Todos los circuitos son enchufables, con excepción del circuito de conexión de los receptores de teclado, usándose como tal el circuito de conexión existente de los registradores auxiliares. Como componentes se utilizan relés PZ, relés de contactos sellados para aplicaciones especiales y componentes a base de semiconductores tanto discretos como en circuito integrado. Todas las tarjetas enchufables se equipan en cuadros del tipo Pentaconta⁺.

La alimentación se toma del suministro de -48 V. de la central y para los circuitos electrónicos un convertidor cc/cc proporciona -48 V. ± 5 V. Un convertidor cc/ca proporciona los 220 V. independientes de la red necesarios para el ordenador y su equipo periférico.

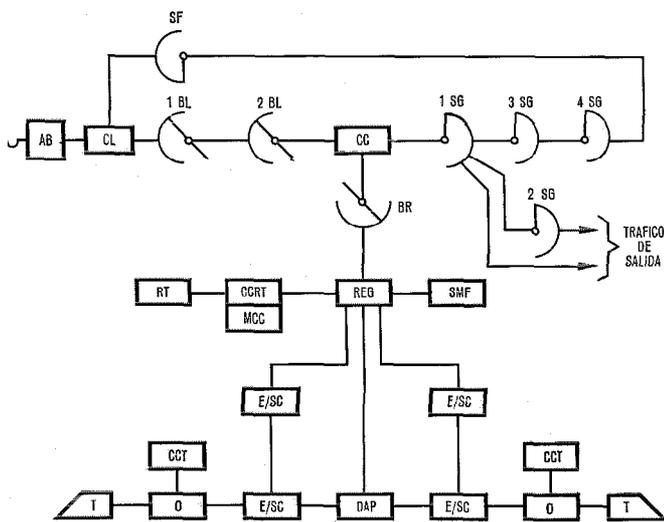


Fig. 1 Diagrama de enlaces

Ab	- Abonado
BL	- Borrador de línea
BR	- Buscador de registrador
CC	- Circuito de cordón
CCRT	- Circuito de conexión al receptor de teclado
CCT	- Cinta de cassette
CL	- Circuito de línea
DAP	- Dispositivo automático de pruebas
E/SC	- Entrada/salida centralizada
MCC	- Marcador del circuito de conexión al receptor de teclado
O	- Ordenador
REG	- Registrador
RT	- Receptor de teclado
SF	- Selector final
SG	- Selector de grupo
SMF	- Señalizador multifrecuencia
T	- Teleimpresor

Estructura del sistema

El diagrama de enlaces simplificado de la figura 1 muestra la estructura de una central 7A con control por ordenador. Los terminales de los buscadores de registradores son los puntos de contacto entre el equipo rotatorio 7A y los registradores controlados por ordenador. La red de conexión no cambia, salvo en los enlaces de salida en que se introduce la señalización MF.

Los buscadores de registradores dan acceso al mismo número de registradores que en el caso de los registradores 7A actuales. Los nuevos, sin embargo, tienen una inteligencia limitada en comparación con los antiguos.

Asociado a los registradores hay un número análogo de unidades de señalización MF. Mediante una etapa única de conexión tienen acceso a 16 receptores de teclado.

Cada ordenador atiende a los registradores a través de circuitos intermedios compuestos de E/SCZ* y E/SC**. Los ordenadores funcionan independientemente entre sí y se conectan sólo a través de los registradores, teniendo acceso al equipo automático común de pruebas.

El registrador

El registrador consta de 4 tarjetas impresas: la tarjeta 7A, la convertora, la de entrada y la de salida (Fig. 2). La tarjeta 7A lleva los elementos de conmutación necesarios para la conexión con la parte 7A, como:

- Control del bucle de abonado
- Envío de los tonos de marcar y de ocupado
- Control y supervisión del circuito de cordón
- Circuitos emisores para la señalización 7A hacia atrás y para la señalización multifrecuencia
- Circuito de conexión para el receptor de teclado
- Circuito de conexión para el dispositivo de pruebas automáticas.

* E/SCZ = Entrada/salida centralizada.
** E/SC = Entrada/salida de cuadro.

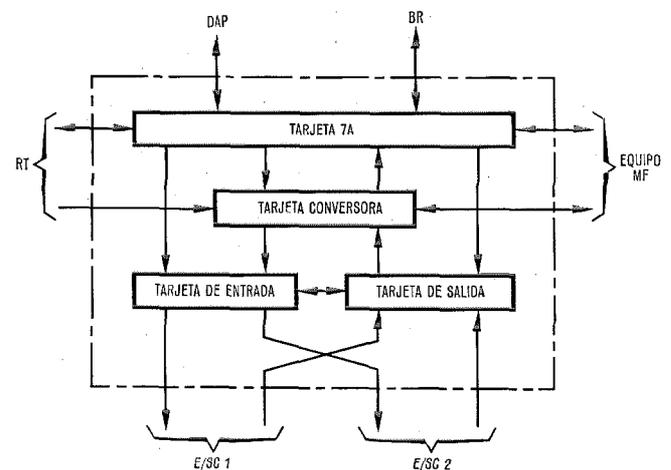


Fig. 2 Registrador

BR	- Buscador de registrador
DAP	- Dispositivo automático de pruebas
E/SC	- Entrada/salida centralizada
RT	- Receptor de teclado

La tarjeta conversora se ocupa de la conversión de las señales de - 48 V. a + 5 V.

En la tarjeta de entrada las informaciones que se pasan al ordenador se almacenan en parte en una memoria intermedia y se codifican para darles una forma adecuada. Las informaciones se reciben codificadas en la tarjeta de salida y se decodifican allí para su posterior utilización. Contiene también el circuito de exclusión, que garantiza la conexión del registrador a un solo ordenador. Una unidad totalmente equipada y cableada está formada por 5 registradores con las dos unidades de entrada/salida de cuadro, una para cada ordenador.

Principio de entrada y salida de datos

Según la altura de las salas del equipo se montan 7 ó 6 cuadros de registradores en un bastidor, que constituye una unidad desde el punto de vista de transmisión de datos. Un ordenador puede atender eficazmente a un máximo de 3 bastidores, o sea 105 (ó 90) registradores.

Cada ordenador dispone de 8 canales de datos de entrada y 8 de salida, así como 16 canales de control. En la unidad central de entrada y salida se distribuyen estos canales de datos de cada ordenador sobre los tres bastidores de registradores. Se multiplan sobre todos los cuadros de cada bastidor y sobre los 5 registradores de cada cuadro.

Salida de datos

Para enviar la información destinada a un registrador, el ordenador proporciona la identificación del registrador a la unidad central de entrada/salida en forma codificada por sus canales de control. Esta unidad determina en consecuencia el bastidor a controlar y realiza la marcación del cuadro y del registrador correspondiente, al múltiple de control de ese bastidor.

La unidad de entrada/salida del cuadro marcado pasa su identificación al registrador designado para que éste pueda recibir la información.

Entrada de datos

Un registrador, cuya tarjeta de entrada disponga de la información que debe pasarse al ordenador, se identifica de la forma descrita. Luego se envía la información a éste para el múltiple de datos.

El ordenador

Las funciones de almacenaje, traducción y control están centralizadas en un ordenador PDP 11/35, que se eligió a petición de la administración suiza de PTT. El PDP 11/35 es un ordenador lógico de aplicación universal, que emplea aritmética dual complementaria. La memoria de núcleos tiene una capacidad de 32.768 palabras de 16 bits ó 65.536 octetos. El intercambio de datos entre la unidad calculadora central, la memoria de núcleos y el equipo periférico tiene lugar por una vía de conexión de alta velocidad denominada UNIBUS. El ordenador trabaja en modo asíncrono. Para el control de una central de 10.000 líneas se equipan dos ordenadores con una memoria de núcleos de 16.000 palabras.

Estructura del programa

La figura 3 muestra la estructura del sistema de programas 7A:

URLAD: El cargador Ur está programado en una memoria fija* (ROM). Una alarma temporizada del ordenador o la actuación de la tecla de carga da lugar a un arranque en frío: el URLAD lee el ABSLAD en la cassette de programas y lo arranca.

* De lectura únicamente.

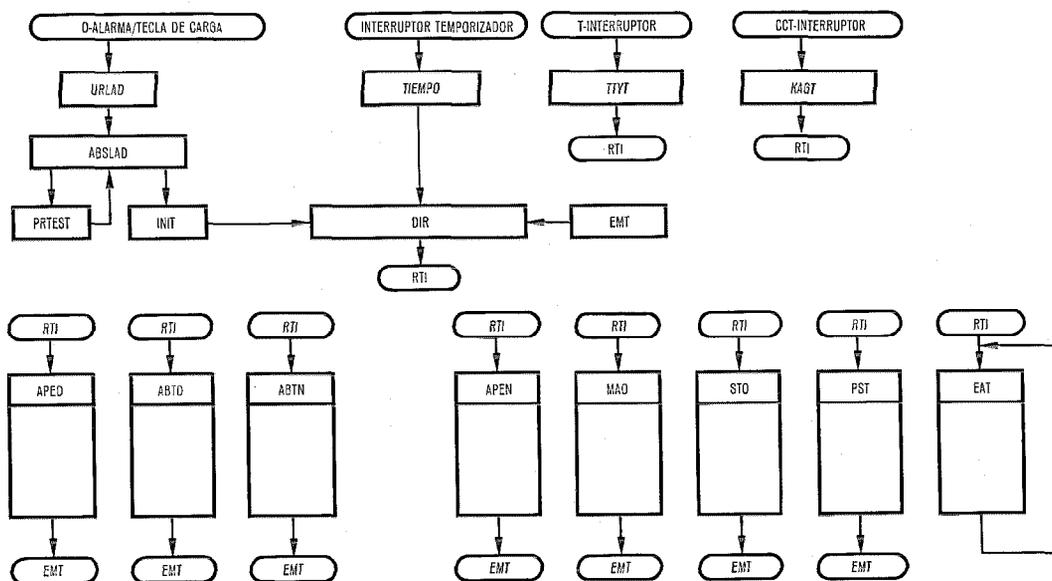


Fig. 3 Estructura de los programas de trabajo.

Substitución de registradores por ordenadores

- ABSLAD:** El cargador absoluto carga primero el PRTEST y, después de una pasada correcta (el ordenador está bien), las partes residuales del programa. Arranca el INIT y puede eliminarse después.
- PRTEST:** El comprobador del ordenador verifica el correcto funcionamiento de éste. Si aparece un defecto se da una alarma urgente y se detiene el ordenador. Cuando éste funciona debidamente se arranca otra vez el ABSLAD.
- INIT:** El iniciador transfiere los datos y tablas variables de la memoria que trabaja a la posición normal, arranca el interruptor de impulsos de tiempo y la alarma temporizada del ordenador, y deja el control al DIR. El INIT se elimina por la carga de una parte del programa residual de cassette (por ejemplo, programas APE).
- DIR:** El monitor controla los tiempos en el programa de tiempo real. A cada impulso de tiempo recibe el control de ZEIT.
- ZEIT:** La base de tiempo cuenta los impulsos de tiempo y calcula continuamente la hora y la fecha. Deja el control siempre al DIR.
- TTYT:** El distribuidor del teleimpresor controla las operaciones de entrada y salida del teleimpresor.
- KAGT:** El circuito de control de la unidad de cassette controla las funciones de entrada y salida de ésta.

Submonitores

- APED: equipo automático de pruebas urgentes.
- ABTD: explorador de conexión de registrador, tareas urgentes.
- ABTN: explorador de conexión de registrador, tareas no urgentes.
- APEN: equipo automático de pruebas no urgentes.
- MAO: submonitor del reprocesador de información.
- STO: submonitor de datos estadísticos.
- PST: explorador de series de programas.
- EAT: explorador de unidades de entrada/salida.

Estos 8 submonitores determinan la tarea ordenada en tiempo real para lo cual dispone cada uno de un conjunto de procedimientos y subrutinas.

Modo de operación del sistema de programas

La fase de carga incluye la secuencia de operaciones siguientes:

- Asegurar que el ordenador funciona sin fallos.
- Cargar el programa operacional (partes residuales de la memoria).

Secuencia de programas

- URLAD
- ABSLAD
- PRTEST
- ABSLAD
- INIT.

En la fase de funcionamiento todas las partes del programa trabajan en un ciclo de 20 ms, que es el ciclo de exploración.

Al comenzar un ciclo de exploración el submonitor APED recibe siempre el control del DIR. El APED establece las operaciones urgentes para el DAP, y las operaciones no urgentes, que también son en general más numerosas, se anotan simplemente. Devuelve entonces el control al DIR dando una instrucción de simulación de fallo programado EMT (interrupción generada por programa).

Dispone para ello de 1 ms. Si se precisa más tiempo, se interrumpe con los impulsos de tiempo. Después del ZEIT, el DIR toma el control y suspende forzosa-mente la acción del submonitor APED hasta el próximo ciclo de exploración.

Tras la suspensión voluntaria o forzada del APED, el DIR da el control al submonitor ABTD. Para ello se emplea el complemento de la instrucción EMT: la orden de retorno RTI (retorno de la interrupción).

El ABTD explora todos los registradores, realiza inmediatamente operaciones urgentes y toma nota de las tareas no urgentes. Puede utilizar todo el tiempo disponible y puede pedir incluso una prolongación del ciclo de exploración en caso de emergencia. Normalmente, sin embargo, vuelve después de unos milisegundos mediante la EMT al DIR.

Siguen después todos los demás submonitores, de ABTN a EAT, siempre que la duración del ciclo de exploración sea suficiente. Cada uno de estos submonitores se interrumpe cada milisegundo con los impulsos de tiempo y recupera el control sólo en caso de no haberse consumido el ciclo de exploración. Puede, por tanto, interrumpirse forzosa-mente cualquiera de ellos en cualquier momento. Además, todos, salvo el EAT, pueden suspenderse voluntariamente cuando terminen sus operaciones momentáneas o si hay que esperar por algún motivo.

El submonitor EAT no puede ejecutar instrucciones EMT sino que tiene que esperar en bucle después de hacer su trabajo hasta que se complete el ciclo. De esta forma, todos los ciclos de exploración tienen la misma duración y pueden emplearse, por tanto, como base de tiempo.

Rudolf Widmer nació en Zurich, Suiza, en 1942. Estudió ingeniería eléctrica en el Instituto Superior de Tecnología de Winterthour, donde se graduó en 1966.

El mismo año ingresó en Standard Telephone and Radio AG en Zurich y trabajó inicialmente como ingeniero de desarrollo de centrales locales y de servicios especiales. Desde 1970 es jefe de un equipo de ingenieros de desarrollo y responsable de la introducción de ordenadores para sustituir a los registradores convencionales en centrales Rotary 7 A.

Cable de elevada relación resistencia/peso para grandes profundidades

Con la utilización de nuevos materiales tanto en lo referente a dieléctricos como a elementos de resistencia mecánica, se ha podido fabricar un cable electromecánico que cumple perfectamente los requisitos impuestos por la Marina para su utilización en profundidades oceánicas de hasta 6.500 metros.

W. E. BOWERS

ITT Cable-Hydrospace Division, National City, California

Introducción

Como complemento del programa de la marina norteamericana de tecnología de grandes profundidades, se está desarrollando un sistema de vehículos sin tripulación para trabajar a grandes profundidades. En la figura 1 puede verse en forma simplificada un sistema montado y listo para trabajar. El conjunto está diseñado para su transporte aéreo y rápida instalación en barcos escogidos. Uno de los puntos principales del desarrollo del sistema ha sido el cable primario que enlaza el barco con el vehículo no tripulado. Este cable primario reúne los requisitos mecánicos de los cables metálicos de carga y los eléctricos de los cables de energía y comunicación. Las condiciones que debe cumplir este cable electromecánico son esenciales para el funcionamiento general del sistema.

La necesidad de emplear un cable grueso para conseguir la resistencia precisa, una gran potencia y una banda ancha de comunicación está contrarrestada por la necesidad de emplear un cable ligero de pequeño diámetro. El tamaño y el peso del cable son factores clave en sus características de manipulación y en la posibilidad de transporte rápido por avión a nuevos emplazamientos. La forma de solucionar estos requisitos conflictivos ha sido estudiada a fondo por Felix Tan y Cheng Lis, con los resultados publicados en el artículo técnico "Electromechanical Cables for Deep Ocean Operations" [3]. Estos resultados y los estudios

subsiguientes del Centro Naval Submarino de Hawaii, bajo la dirección de D. Hightower, son los puntos de arranque de trabajo que se describe en el presente artículo. Una vez establecidos los parámetros y condiciones básicos del cable óptimo, se emprendió la tarea de diseñar un cable que cumpliera o superara todos los objetivos. Para alcanzar los objetivos del diseño hubo que emplear nuevos materiales sólo recientemente disponibles para la industria de los cables. La utilización de nuevos materiales proporcionó numerosas ventajas e introdujo también nuevas variables en el diseño y la fabricación de cables electromecánicos. Hubo que dar una solución a estas nuevas variables para conseguir las características finales de funcionamiento. Este artículo describe la elección de materiales en el diseño y la prueba del primer cable prototipo.

Características de funcionamiento

La Marina estableció las siguientes características de funcionamiento del cable electromecánico.

Características mecánicas

- A. Longitud — Se fijó en 6100 metros la profundidad de funcionamiento del cable, lo que supone una longitud del mismo de 7000 metros.
- B. Resistencia a la rotura de tracción — Debe ser como mínimo de 310.000 N. El cable será capaz de soportar cargas dinámicas de pico repetidas de 132.000 N.
- C. Diámetro — El diámetro exterior del cable no excederá de 3 cm.
- D. Peso — El peso del cable no pasará de 1180 N por cada 100 metros fuera del agua, y de 510 N por cada 100 metros dentro de agua de mar con densidad relativa de 1,04.
- E. Comportamiento sometido a flexión — El cable será capaz de soportar 10.000 ciclos completos de flexión con una carga de 44.500 N; sin que disminuya la resistencia a la rotura por tracción por debajo de 296.000 N y sin que se deterioren sustancialmente sus características eléctricas.
- F. Par torsor — El par torsor del cable será tal que, con un extremo del mismo libre para girar, el par resultante será inferior a $5,9 \text{ N} \times \text{m}$, con una carga estática de 44.500 N.
- G. Temperatura de trabajo — El cable conservará todas sus características funcionales hasta una temperatura de 60°C .

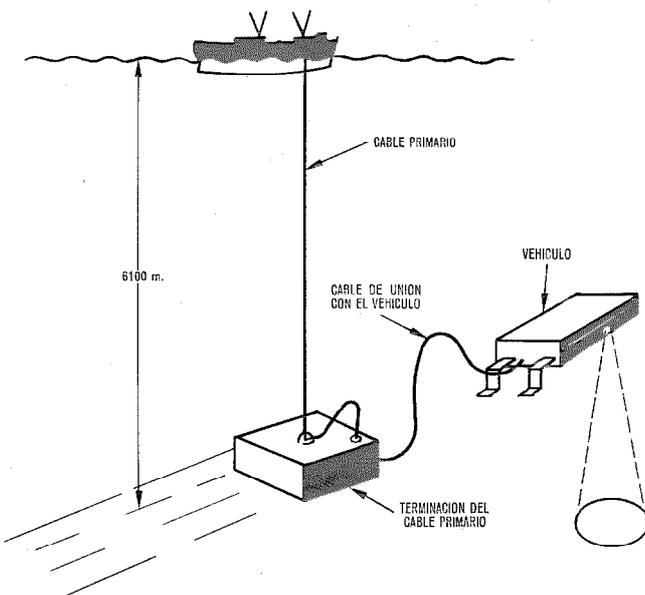


Fig. 1 Diagrama simplificado de un sistema montado y listo para funcionar.

Cable de elevada relación resistencia/peso

Características eléctricas

- A. Capacidad de potencia — El cable podrá transmitir una potencia de 40 kW a 60 Hz en forma continua.
- B. Tensión — La tensión eficaz de entrada del cable será 3000 voltios a 60 Hz.
- C. Regulación de potencia — Será como mínimo un 10 % en toda la longitud de 7000 metros del cable para una potencia de 40 kW proporcionada por un generador de 3000 voltios de tensión eficaz a una intensidad de 13,33 amperios.
- D. Tensión máxima de prueba — El dieléctrico situado entre ambos conductores soportará una tensión eficaz máxima de 10.000 voltios a 60 Hz sin evidencia de perforación o descarga disruptiva. El valor correspondiente a la cubierta será 5000 voltios eficaces a 60 Hz haciendo la prueba entre el conductor exterior y agua salada.
- E. Efecto corona — El nivel de iniciación del efecto corona será como mínimo 7000 voltios eficaces a 60 Hz y el de extinción del mismo será al menos 6000 voltios eficaces a 60 Hz.
- F. Atenuación para RF — La atenuación para RF del cable de 7000 metros será menor que 60 dB a 12 MHz, menos de 80 dB a 20 MHz y de menos de 100 dB a 30 MHz.
- G. Impedancia característica — La impedancia característica nominal de RF será 45 ± 2 ohmios.

Diseño eléctrico

En un intento de conseguir las características eléctricas necesarias con el mínimo diámetro, se escogió [4] el tipo de cable coaxial para proporcionar al vehículo submarino energía y circuitos de comunicación. A fin de obtener la atenuación, impedancia característica y potencia deseadas compatibles con las necesidades dimensionales, fue preciso dar solución simultáneamente a los parámetros de los conductores y del dieléctrico.

Dieléctrico

Se hizo una prospección de los diversos materiales dieléctricos disponibles con objeto de escoger aquél que tuviera las mejores características en todas las condiciones de funcionamiento. En la tabla siguiente se comparan las principales características:

Material	ϵ	Rig. diel. V/mm	tg δ	Dens.	Reblandecimiento °C
PE	2,28	20 000	0,0002	0,92	102
PA	2,24	20 000	0,0004	0,90	140
TPX	2,12	28 000	0,0003	0,83	180

El polietileno (PE) ofrecía la mayor ventaja en cuanto a reducción de atenuación debido a su bajo factor de dispersión a altas frecuencias. Sin embargo, su constante dieléctrica es más elevada que la de los otros materiales y, por tanto, haría falta un mayor diámetro para obtener la misma impedancia característica. Además, tiene la temperatura de reblandecimiento más ba-

ja, lo que hay que tener en cuenta debido a la elevada potencia para la que debe estar diseñado el cable.

Cuando está totalmente desenrollado hay sólo pequeñas elevaciones de temperatura en el cable por la rápida disipación de calor en el agua. Sin embargo, si está desenrollado sólo en parte, hay problemas de disipación en la parte del cable enrollada a bordo. Para una pérdida del 10 % de los 40 kW proporcionados a la carga, habría el equivalente a 4 kW de calor disipado dentro del cable. Como no se ha determinado plenamente el sistema de almacenamiento enrollado del cable, no es posible en este momento predecir exactamente mediante el cálculo los flujos térmicos; pero la experiencia demuestra que, a menos que se tomen precauciones especiales, las temperaturas dentro de cables enrollados muy apretadamente que disipan estos valores de energía pueden sobrepasar los 94 °C. Temperaturas de este orden de magnitud provocarían la deformación de casi todos los dieléctricos termoplásticos con el consiguiente deterioro o pérdida total de las características de transmisión.

Después de analizar las propiedades de estos materiales se eligió el metilpenteno TPX como dieléctrico. Este material ofrecía el mayor margen de seguridad con respecto al problema de disipación de calor y tenía la más baja constante dieléctrica, lo que significaba el menor diámetro total del cable. Otra ventaja del TPX era su baja densidad específica, lo que reduce el peso del cable. El factor de dispersión del TPX era menor que el del polialómero PA [5] y sólo algo mayor que el del polietileno a las frecuencias de trabajo. Esto carecía de importancia frente a sus demás ventajas.

Una vez escogido el dieléctrico, se calculó el cociente D/d para la impedancia característica nominal de 45 ohmios mediante la siguiente fórmula:

$$Z_0 = \frac{138}{\sqrt{\epsilon}} \log_{10} \frac{D}{d}$$

Determinada la relación D/d para la impedancia deseada, se recurrió a un programa de ordenador para hacer variar el diámetro del dieléctrico hasta obtener el valor especificado de la atenuación. La fórmula de cálculo de ésta es en parte teórica y en parte empírica y está basada en las ecuaciones de L. R. Spicer [6].

$$\alpha = \frac{2,382 \sqrt{\epsilon} \rho f Ks}{\log \frac{D}{d}} + \frac{Kb}{D} + 2,78 \sqrt{\epsilon} \text{tg } \delta f$$

Esta fórmula ha resultado ser exacta para la determinación de la atenuación en cables coaxiales flexibles. La salida del ordenador dio un diámetro de 16,764 mm para el dieléctrico y 5,715 mm para el conductor como valores satisfactorios para obtener la impedancia y la atenuación requeridas. Aunque estos dos parámetros eran los más importantes, también hubo que considerar una solución simultánea para la iniciación del efecto corona y para la potencia de trabajo.

Conductor central

El conductor central se diseñó de forma que se obtuvieran los parámetros eléctricos y mecánicos deseados. Es del tipo de torones concéntricos y está consti-

tuido por 36 hilos de cobre plateado de 20 AWG enrollados helicoidalmente alrededor de un núcleo termoplástico en tres capas consecutivas (6 - 12 - 18). El trenzado y el plateado de los hilos mejoró la penetración superficial y la conductividad a las frecuencias de trabajo y, en consecuencia, redujo la atenuación del cable. Durante la fabricación del conductor se rellenó cada capa de hilos con un lubricante de polietileno antiendurecedor que tiene una constante dieléctrica de 2,23. Este relleno es un compuesto anticorrosivo e impermeable que impide la difusión del agua y la humedad a través de los torones. Por otra parte, al quedar todos los huecos dentro de los torones rellenos del lubricante polietilénico, se consigue una mejora en la iniciación del efecto corona. Podría haberse conseguido una elevación más efectiva del nivel de iniciación del efecto corona utilizando rellenos conductores, pero estos compuestos tienden a impurificar el dieléctrico principal, por lo que afectan desfavorablemente las características de transmisión a frecuencias más altas.

Conductor exterior

El conductor exterior tiene un diseño semejante al de los cables coaxiales convencionales de conductor trenzado. Este está constituido por 288 hilos de cobre plateado de 30 AWG trenzados sobre el dieléctrico con un 97% de recubrimiento y un ángulo de paso de 30,5 grados. Este ángulo supone la mejor solución de compromiso entre las condiciones de atenuación y el alargamiento del conductor debido al esfuerzo que soporta el cable con las máximas cargas de trabajo. Se utilizó el hilo de cobre plateado por las mismas razones que en el conductor central. Igualmente, se empleó lubricante polietilénico como relleno de los huecos del conductor exterior por razones similares a las del conductor central, con una particularidad más: la adición de relleno en el conductor exterior reduce la deformación del dieléctrico cuando el cable está sometido a cargas y presiones hidrostáticas. Al aumentar la presión sobre el núcleo del cable, el dieléctrico tiende a difundirse en frío rellenando los huecos entre los hilos del conductor exterior. Esta deformación del dieléctrico origina mayores reflexiones eléctricas dentro del circuito coaxial.

La resistencia total de bucle en c.c. del circuito conductor es de 16,5 ohmios para los 7000 metros del cable. Esta resistencia da una caída de 220 voltios con la carga especificada de 13,33 amperios, que queda por debajo de la máxima tolerancia especificada del 10 %, es decir una caída de 300 voltios.

Diseño mecánico

Elementos de resistencia mecánica

El principal problema del diseño mecánico fue la elección del material a emplear para dar resistencia al cable. Normalmente se emplea hilo de acero galvanizado en los cables electromecánicos; sin embargo, en este caso, la relación resistencia/peso necesaria indujo a pensar que habría que utilizar otro material dife-

rente. Se define la relación resistencia/peso como el cociente entre la resistencia a la tracción (S) y la densidad (D). Expresando aquélla en decanewtons por milímetro cuadrado por metro, esta relación resulta expresada en metros (L). La interpretación física de esta relación corresponde a un elemento de material de sección transversal uniforme suspendido verticalmente y cuya longitud es la que permite su suspensión antes de que se rompa por su propio peso. Cuando se suspende el elemento en el agua el empuje de ésta reduce la densidad efectiva del material y la longitud a la cual se rompería por su propio peso es ahora L' . Pueden calcularse las fórmulas siguientes para calcular L y L' :

$$L = \frac{S}{D}$$

$$L' = \frac{\rho}{\rho - 1,04} \frac{S}{D}$$

donde

D es la densidad del material en daN/mm² m

ρ es el peso específico del agua o el medio ambiente en daN/m³

S es la resistencia a la tracción del material en daN/mm²

Utilizando estas fórmulas y las dimensiones de la especificación se calculó la relación resistencia/peso del cable, que resultó ser 23.774 metros en el aire y 54.864 metros en el agua de mar. Los valores correspondientes para el acero galvanizado es 22.250 metros en el aire y 25.603 metros en el agua de mar. Comparando estos valores se vio que no podía utilizarse el acero para soportar la carga del cable.

Hasta hace muy poco, el único material con una relación resistencia/peso alta y adecuada para su empleo en cables electromecánicos eran las fibras de vidrio. Se han utilizado con éxito en muchos cables de este tipo, pero han dado problemas de fatiga al esfuerzo y han sufrido serios deterioros por autoabrasión, lo que demostró al necesidad de encontrar un material mejor.

Después de pasar revista a todos los posibles materiales de elevada relación resistencia/peso, se decidió emplear una nueva fibra denominada PRD-49, que tiene una resistencia a la tracción de 275,79 daN/mm², un coeficiente de elasticidad de $1,3 \cdot 10^4$ daN/mm², y un peso específico de 1,40. Las fibras de PRD-49 tienen una relación resistencia/peso de 200.863 metros en el aire y 762.000 metros en el agua de mar, que es más de treinta veces mayor que la del acero galvanizado.

A fin de disminuir la autoabrasión y obtener la fibra de una forma más utilizable se desarrolló un proceso de impregnación en dos fases [7]. Se secan luego las fibras eliminando la presencia de todos los disolventes empleados en la resina básica. El paso siguiente consiste en combinar muchos hilos en una fileta que los entrelaza a medida que pasan por un calentador y una hilera acabadora. Este proceso deja sobre cada filamento del hilado una delgada capa de resina lubricante. El diámetro de cada elemento acabado está controlado por el número de filamentos que se combinan y la hilera acabadora que forma con los filamentos una sección transversal circular del tamaño deseado. El proceso de calentamiento y entrelazado reduce el con-

Cable de elevada relación resistencia/peso

tenido de huecos a menos del 1 %, lo que es importante con objeto de obtener un coeficiente uniforme para los elementos terminados. De esta manera los elementos resistentes de PRD-49 tienen una resistencia a la tracción efectiva entre 162 y 216 daN/mm² y un coeficiente de elasticidad entre 0,758 · 10⁴ y 0,955 daN/mm²; el peso específico del material resultante es de 1,35, aproximadamente.

Para evaluar el comportamiento de las fibras en el agua de mar, la Marina realizó una serie de pruebas consistentes en ciclos repetidos de presión hidrostática de 700 daN/cm², flexión de los elementos 100.000 ciclos en una polea de 38:1 con cargas de hasta el 50 % de la resistencia a las roturas y una larga exposición a radiaciones ultravioletas. Los resultados de estas pruebas demostraron que las fibras no sufrían deterioro o daño significativo.

Una vez aceptada la fibra PRD-49 como material adecuado para los elementos que soportan la carga en los cables electromecánicos, se hizo un diseño consistente en dos capas de elementos de fibras. Los parámetros de diseño de estas dos capas pasaron a ser el siguiente problema importante. Hubo que determinar el número y tamaño de los elementos de cada capa junto con los ángulos de paso y porcentajes de recubrimiento.

Los parámetros de diseño de las dos capas de elementos establecen los requisitos mecánicos más importantes. Los principales puntos a considerar fueron la deformación del cable con la carga de rotura. La distribución de esfuerzos entre las capas, la flexibilidad, la deformación de los elementos bajo carga, el par torsor del cable y su retación.

No pueden detallarse en este artículo las ecuaciones matemáticas [8] y las operaciones necesarias para llegar a un diseño que satisface los requisitos mecánicos debido a la extensión del análisis. Tras muchos meses de investigación del Dr. Nowak, se consiguió una recopilación completa de las representaciones matemáticas exactas de los parámetros de resistencia de carga del cable.

Basándose en los cálculos se preparó un programa numérico de ordenador que permitiese obtener los parámetros de diseño necesarios para conseguir los requisitos mecánicos. En las figuras 2, 3 y 4 se muestran salidas del ordenador según este programa de diseño. El diseño final consta de 28 elementos con un diámetro de 2,46 mm en la primera capa y de 44 elementos con un diámetro de 1,85 mm en la segunda. En las salidas del ordenador de las figuras antes indicadas se dan la resistencia a la rotura y otros parámetros.

Pruebas

Cuando se terminó el diseño la Marina fabricó un cable prototipo de 305 metros. La Marina estableció un contrato con el Laboratorio Columbus de Battelle en Long Beach, California, para la realización de todas las pruebas del cable prototipo. Estas se orientaron en el sentido de verificar el diseño e investigar posibles mejoras, en lugar de hacer pruebas corrientes del tipo "cumple/no cumple".

El cable prototipo se comportó muy bien, aunque algunos aspectos necesitaban mejorarse. A continuación se reproducen los resultados de las principales pruebas de Battelle.

ITT-CHD COMPUTER PROGRAM OF CABLE ARMOR WITH 2 LAYERS	
CABLE DIAMETER	1.191 INCHES
CORE DIAMETER	0.851 INCHES
TOTAL LOAD	40000. LBS
CABLE STRAIN	0.013542
EXTERNAL BALANCING TORQUE	378.0155 INCH-LBS
CORE PRESSURE	3108.8 LBS/SQ. INCH
LAYER NUMBER 1	
NUMBER OF WIRES	28
WIRE DIAMETER	0.097000 INCHES
LAY ANGLE WITHOUT LOAD	17.84700 DEGREES
LAY ANGLE WITH LOAD	17.12125 DEGREES
LAY LENGTH	9.25 INCHES
WIRE COVERAGE	0.95943
YOUNGS MODULUS	11500000. LBS/SQ. INCH
MAXIMUM FIBER STRESS	109319. LBS/SQ. INCH
MAXIMUM SHEAR STRESS	0. LBS/SQ. INCH
WIRE CENTER LINE STRESS	109319. LBS/SQ. INCH
MAXIMUM STRESS INVARIANT	109319. LBS/SQ. INCH
TENSILE STRESS	220000. LBS/SQ. INCH
YIELD MARGIN	0.352
WEIGHT OF WIRE	127.22 LBS/KFT CABLE
THICKNESS OF LAYER SEPARATOR	0.0000 INCHES
LAYER NUMBER 2	
NUMBER OF WIRES	44
WIRE DIAMETER	0.073000 INCHES
LAY ANGLE WITHOUT LOAD	-19.66200 DEGREES
LAY ANGLE WITH LOAD	-18.95634 DEGREES
LAY LENGTH	9.83 INCHES
WIRE COVERAGE	0.97167
YOUNGS MODULUS	11500000. LBS/SQ. INCH
MAXIMUM FIBER STRESS	105544. LBS/SQ. INCH
MAXIMUM SHEAR STRESS	0. LBS/SQ. INCH
WIRE CENTER LINE STRESS	105544. LBS/SQ. INCH
MAXIMUM STRESS INVARIANT	105544. LBS/SQ. INCH
TENSILE STRESS	220000. LBS/SQ. INCH
YIELD MARGIN	0.533
WEIGHT OF WIRE	114.45 LBS/KFT CABLE
THICKNESS OF LAYER SEPARATOR	0.0000 INCHES
TOTAL CABLE ARMOR WEIGHT	241.67 LBS/KFT CABLE
BREAKING STRENGTH	80787. LBS
YIELDING LOAD	72708. LBS
YIELD OCCURS IN LAYER NUMBER	1

Fig. 2 Fotografía de la salida del programa de ordenador ITT-CHD aplicado al cable ARMOR con dos capas.

TABLE OF TORQUE, CABLE STRAIN AND CABLE STRESS COEFFICIENT VS. TOTAL CABLE LOAD FOR THE FOLLOWING CABLE ARMOR CONFIGURATION			
CORE DIAMETER 0.851 INCHES			
LAYER NUMBER 1			
NUMBER OF WIRES 28			
WIRE DIAMETER 0.097000 INCHES			
LAY ANGLE WITHOUT LOAD 17.84700 DEGREES			
YOUNGS MODULUS 11500000. LBS/SQ. INCH			
LAYER NUMBER 2			
NUMBER OF WIRES 44			
WIRE DIAMETER 0.073000 INCHES			
LAY ANGLE WITHOUT LOAD -19.66200 DEGREES			
YOUNGS MODULUS 11500000. LBS/SQ. INCH			
CABLE LOAD IN LBS	TORQUE INCH-LBS	CABLE STRAIN FT/FT	CABLE STRESS COEFFICIENT IN 10 ⁹ FT/FT/LBS
1000.	4.01242	0.000709	7.093559
2000.	9.14372	0.001343	6.716355
3000.	15.20116	0.001916	6.385123
4000.	22.03271	0.002436	6.090618
5000.	29.49117	0.002915	5.829056
6000.	37.46608	0.003358	5.594343
7000.	45.86527	0.003772	5.388818
8000.	54.61298	0.004163	5.203323
9000.	63.64695	0.004533	5.037127
10000.	72.91999	0.004888	4.887864
11000.	82.37805	0.005229	4.753468
12000.	91.99855	0.005559	4.632221
13000.	101.74908	0.005879	4.522521
14000.	111.60626	0.006192	4.423045
15000.	121.55081	0.006499	4.333605
16000.	131.56711	0.006800	4.253029
17000.	141.64197	0.007097	4.179998
18000.	151.76476	0.007391	4.113612
19000.	161.92667	0.007682	4.052927
20000.	172.12045	0.007970	3.998416
21000.	182.34014	0.008256	3.949259

Fig. 3 Fotografía de la tabla de varias características del cable en función de la carga total del cable tal como la presenta el ordenador.

CABLE LOAD IN LBS	TORQUE INCH-LBS	CABLE STRAIN FT/FT	CABLE STRESS COEFFICIENT IN 10 ⁶ FT - FT/FT/LBS
22000	191,58081	0,008540	3,881794
23000	202,63842	0,008823	3,826011
24000	213,10969	0,009105	3,793349
25000	223,39175	0,009385	3,754084
26000	233,68240	0,009665	3,717239
27000	243,97277	0,009944	3,683056
28000	254,28232	0,010223	3,651012
29000	264,58878	0,010501	3,621006
30000	274,89810	0,010779	3,592864
31000	285,20992	0,011056	3,566422
32000	295,52201	0,011333	3,541537
33000	305,83529	0,011610	3,518082
34000	316,14876	0,011886	3,495941
35000	326,46204	0,012163	3,475009
36000	336,77478	0,012439	3,455193
37000	347,08671	0,012715	3,436408
38000	357,39759	0,012991	3,418576
39000	367,70784	0,013266	3,401629
40000	378,01550	0,013542	3,385502
41000	388,32224	0,013818	3,370139
42000	398,62733	0,014093	3,355486
43000	408,93024	0,014368	3,341495
44000	419,23233	0,014644	3,328123
45000	429,53207	0,014919	3,315329
46000	439,82989	0,015194	3,303077
47000	450,12576	0,015469	3,291332
48000	460,41963	0,015744	3,280064
49000	470,71148	0,016019	3,269243
50000	481,00128	0,016294	3,258844
51000	491,28899	0,016569	3,248841
52000	501,57462	0,016844	3,239213
53000	511,85813	0,017119	3,229937
54000	522,13952	0,017393	3,220996
55000	532,41876	0,017668	3,212370
56000	542,69586	0,017943	3,204043
57000	552,97080	0,018217	3,195999
58000	563,24366	0,018492	3,188224
59000	573,51443	0,018766	3,180704
60000	583,78255	0,019041	3,173427
61000	594,04876	0,019315	3,166380
62000	604,31277	0,019589	3,159552
63000	614,57458	0,019863	3,152934
64000	624,83418	0,020138	3,146515
65000	635,09136	0,020412	3,140286
66000	645,34672	0,020686	3,134238
67000	655,59966	0,020960	3,128364
68000	665,85037	0,021234	3,122655
69000	676,09885	0,021508	3,117105
70000	686,34509	0,021782	3,111707
71000	696,58904	0,022056	3,106454
72000	706,83085	0,022330	3,101341
73000	717,07079	0,022524	3,097800

Fig. 4 Fotografía de la tabulación dada por el ordenador de algunas características del cable en función de la carga.

Parámetros eléctricos	Prototipo ITT
Impedancia (ohmios)	44,9
Resistencia de los conductores	
Conductor central (ohmios/km)	0,965
Conductor pantalla (ohmios/km)	1,361
Bucle (ohmios/km)	2,323
Capacidad (picofaradios/metro)	109,6
Nivel de efecto corona	
Iniciación (voltios eficaces)	6200
Extinción (voltios eficaces)	5800
Retorno de eco (vientres o nodos con reflectividad 0,01 para la longitud de cable indicada)	4/47 m
Atenuación de RF (dB/km)	
a 12 MHz	9,91
a 25 MHz	15,42
a 30 MHz	17,16
Resistencia del dieléctrico (megohmios a 1000 V. de c.c. para la longitud de cable indicada)	30.000/47 m
Resistencia de la cubierta (megohmios a 1000 V. de c.c. para la longitud de cable indicada)	10.000/47 m
Parámetros mecánicos	
Resistencia a la flexión bajo carga (nº de ciclos con carga de 9080 kp)	
cable con cubierta	24.780
cable sin cubierta	19.670

Carga de rotura (daN) —
 Par torsor del cable (kilogrametros con carga de 4540 kgs) 1,05 Nxm
 Deformación del cable (porcentaje con carga de 4540 kgs) 0,48
 Diámetro (después de la deformación debida a los ciclos de aplicación de carga) en cm 2,908

Conclusion

Las pruebas del cable prototipo demostraron que el diseño era bueno, aunque aún era deseable hacer algunas mejoras. Los aspectos que requerían mejoras eran los siguientes:

- a) Distribución del esfuerzo entre las capas de fibras.
- b) Ciclos de flexión bajo carga.
- c) Par torsor del cable.
- d) Iniciación y extinción del efecto corona.
- e) Atenuación.
- f) Defectos del trenzado en la prueba de flexión.

Con los resultados mencionados de las pruebas se preparó un nuevo diseño del cable para poder lograr todos los parámetros deseados.

Había que aumentar el número de ciclos de flexión bajo carga por encima de los 100.000 para los prototipos siguientes, añadiendo una cinta de poliéster entre las capas de elementos de resistencia a fin de reducir el deterioro de las fibras por fricción. Se aumentaron además ligeramente los ángulos de paso de las dos capas para incrementar la flexibilidad del cable.

Los bajos niveles de iniciación y extinción del efecto corona se debieron a un relleno inadecuado de los huecos de los conductores exterior y central.

El nivel de atenuación era el mismo calculado en el diseño. Aunque se está intentando rebajar este valor, no deben afectarse los parámetros mecánicos y dimensionales.

La distribución de esfuerzos y el problema del par torsor se corrigieron pronto con una mejor información de entrada del ordenador. La información de salida de las figuras 2, 3 y 4 es el resultado de dicha mejora de la entrada y se corresponde exactamente con los valores empíricos resultantes de las pruebas.

Los defectos del trenzado en la prueba de flexión se corrigieron diseñando un nuevo conductor exterior consistente en una sola capa helicoidal.

En las figuras 5 y 6 se muestran las secciones transversales del cable prototipo y del cable mejorado, respectivamente.

Con la experiencia obtenida y las técnicas desarrolladas en la fabricación de este prototipo pueden diseñarse ahora cables con relación resistencia/peso muchas veces mayor que la que permitían los cables normales armados de acero. Esto supone un avance importante en las aplicaciones de los cables para grandes profundidades, cuyo peso constituye por sí solo la mayor parte de la carga que soportan. Si se disminuye el peso del cable, pueden conseguirse reducciones notables en el tamaño de la boya, la maquinaria manipuladora y el equipo asociado. Estos ahorros en el coste del equipo

Cable de elevada relación resistencia/peso

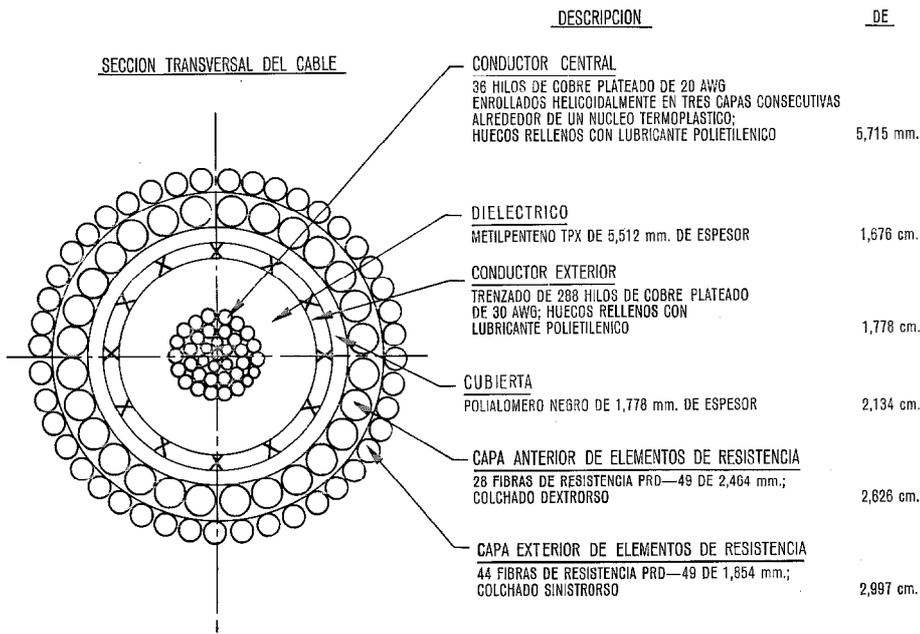


Fig. 5 Sección transversal del cable prototipo.

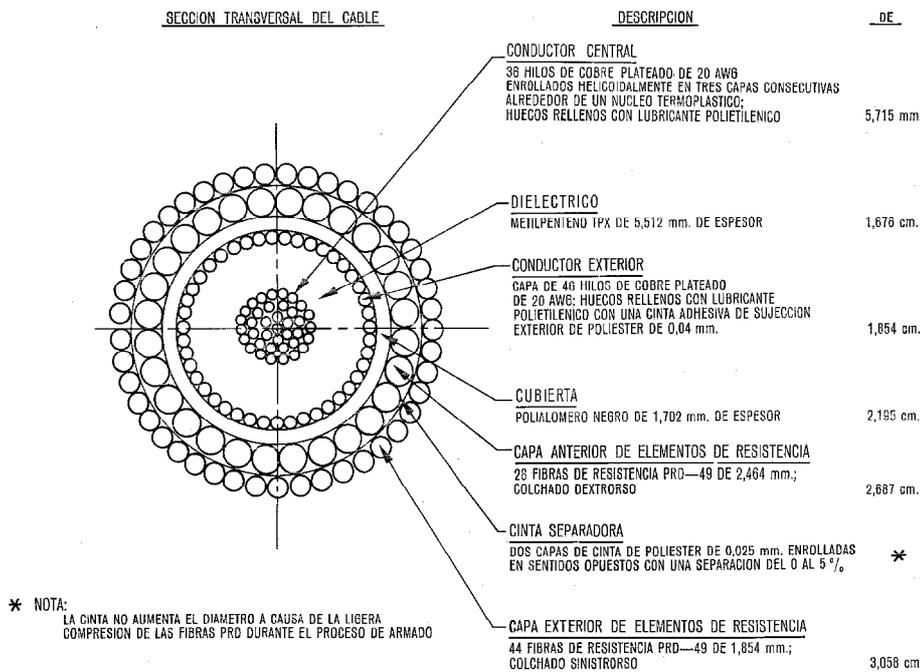


Fig. 6 Sección transversal del cable mejorado, después de las correcciones sugeridas por las pruebas con el prototipo.

* NOTA:
LA CINTA NO AUMENTA EL DIAMETRO A CAUSA DE LA LIBERA COMPRESION DE LAS FIBRAS PRD DURANTE EL PROCESO DE ARMADO

del cable compensarán con creces en la mayor parte de los casos el mayor coste del cable de elevada relación resistencia/peso, con la consiguiente disminución del coste total del sistema.

Referencias

- [1] Imperial Chemical Industries Limited; División de Plásticos, Welwyn Garden City, Herts, Inglaterra.
- [2] E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc.; Departamento de Fibras Textiles, Wilmington, Delaware.
- [3] F. C. Tan, C. L. Liu: "Electromechanical Cables for Deep Ocean Operations"; Conferencia sobre Tecnología de Alta Mar, Comunicación n° OTC 1636.
- [4] "Archiv fur Elektrotechnik", v. 30, n° 11, 1936, págs. 691—712.
- [5] Eastman Chemical Product, Inc.; Kingsport, Tennessee, Estados Unidos, Extremo Oriente y Australasia.
- [6] L. R. Spicer: "Relations Between Attenuation and Wire Braid Design for Flexible Radio Frequency Cables", Electrical Communication, Vol. 40, n° 4, 1965.
- [7] U.S. Polymeric; Santa Ana, California, Development of PRD-49-III load-bearing members.

[8] Dr. G. Nowak: "Theory of Load-Bearing Cable Design", Division Hidro-especial y de cables de ITT, San diego, California.

Bill Bowers nació en Florida, en 1926, y obtuvo el BSEE (Bachelor of Sciences in Electronic Engineering) y el MS (Master of Sciences) en Físicas en la Universidad de Arkansas, en 1948.

Su experiencia profesional abarca la enseñanza de Física en la Universidad de Trinity y la ingeniería de proyectos en el Centro de Cálculo de la Armada. En la actualidad tiene más de veinte años de experiencia en el campo de los cables electromecánicos. En dicha experiencia destacan los hechos de haber sido Jefe del Departamento de Ingeniería de Cables de Schlumberger y Vicepresidente de Ingeniería en Vector Cable. También ha sido consultor de asuntos industriales en los Estados Unidos, Gran Bretaña, Canadá y México. Desde 1971 es Director de la Planta de Cable Especial perteneciente a la División de Cables Subacuáticos de ITT (ITT Cable-Hydro-space Division), en San Diego.

Los teléfonos en el mundo al 1 de Enero 1973*

Nos complace publicar un nuevo número de los teléfonos en el mundo. El rápido crecimiento experimentado durante 1972 se caracteriza por la adición de 21,6 millones de teléfonos al sistema mundial. Esto representa un crecimiento del 7,4 %. Como indicador de este crecimiento puede utilizarse un aumento durante los últimos 10 años del 94,2 % en el total de los teléfonos instalados en el mundo.

La República Popular China aparece por primera vez en la lista de países con más de medio millón de teléfonos, con lo que el número de aquéllos asciende ya a 39.

Hay 21 ciudades en el mundo con más de 1 millón

* Según "The World Telephones as of January 1, 1973", publicado por el servicio de estadísticas de American Telephone and Telegraph Company, Nueva York.

de teléfonos, 8 de los cuales están situadas en los Estados Unidos.

Ha habido que suprimir el gráfico donde se representaba el número medio de conversaciones por persona, dado que las estadísticas disponibles no son representativas del número actual de conferencias telefónicas. Sin embargo, se ha ampliado la tabla de conversaciones telefónicas para incluir información que refleje de una manera más fiel los cambios debidos a la automatización.

Se ha tardado un año en coleccionar todos los datos que figuran en "Los teléfonos en el mundo" y todas las cifras reflejan la situación al 1 de enero de 1973.

Esta publicación no habría sido posible sin la cooperación de muchas administraciones telefónicas y compañías distribuidas por todo el mundo. Agradecemos vivamente la colaboración de todas ellas.

Continente	Número de teléfonos en servicio				Explotados por Compañías privadas		Automáticos	
	1972	1973			Cantidad en 1973	% del total	Cantidad en 1973	% del total
		Cantidad	% del total mundial	Por 100 hab.				
América del Norte	134.961.000	142.102.000	45,4	61,3	140.115.000	98,6	141.969.000	99,9
América Central	3.077.000	3.418.000	1,1	3,4	2.746.000	80,3	3.201.000	93,7
América del Sur	6.419.000	6.776.000	2,2	3,3	1.111.000	16,4	6.386.000	94,2
Europa	97.986.000	106.166.000	33,9	16,0	19.732.000	18,6	101.470.000	95,6
Africa	3.531.000	3.733.000	1,2	1,0	8.000	0,2	3.115.000	83,4
Asia	39.216.000	44.244.000	14,1	2,0	33.484.000	75,8	40.768.000	92,1
Oceanía	6.139.000	6.463.000	2,1	29,4	503.000	7,8	6.048.000	93,6
Total	291.329.000	312.902.000	100,0	8,2	197.699.000	63,2	302.957.000	96,8

Area	Local		Interurbano		Internacional
	Manual ¹⁵	Nº de impulsos	Manual ¹⁵	Nº de impulsos	Saliente
Afganistán ¹	22.573	—	748	—	33
Africa del Sudoeste	70.047	4.724	3.524	—	7
Africa del Sur, Rep. de ¹	194.587	3.067.102	101.891	—	1.182
Alemania, Rep. Democ.	—	984.607	52.011	376.715	4.777
Alemania, Rep. Federal	—	9.178.812	—	3.869.415	83.930
Argelia, Rep. Dem. & Pop.	168.951	—	127.504	—	73.645
Alto Volta	—	2.499	—	152	14
Andorra	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	575
Angola	36.847	—	3.331	—	83
Antigua	3.930	—	—	—	73
Antillas holandesas	46	65.385	80	—	133
Argentina	4.180.672	—	81.124	—	1.264
Australia ²	—	2.996.000	106.834	141.834	1.072
Austria	n. d.	n. d.	1	331.969	20.719
Bahrain, Estado de ³	—	15.945	—	—	141
Barbados ³	140.000	—	—	—	166
Bélgica	—	1.002.564	—	279.953	53.489
Belice	2.259	—	52	—	12
Bermudas	25.190	—	—	—	342
Botsuana, Rep. de	20	—	—	457	18
Brasil	n. d.	n. d.	18.550	35.050	543
Borneo	n. d.	—	n. d.	—	14
Bulgaria	n. d.	—	50.670	—	260

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1972					
Area	Local		Interurbano		Internacional
	Manual ¹⁵	Nº de impulsos	Manual ¹⁵	Nº de impulsos	Saliente
Burundi, Rep. de	—	5.717	—	721	55
Bután, Reino de	1.313	—	255	—	1
Camerún, Rep. Unida de	63	612.600	126	—	64
Canadá	17.776.963	—	571.944	—	35.667
Chad, Rep. de	4.753	—	42	—	19
Checoslovaquia	1.493.519	—	175.402	—	974
Chile	107.922	1.087.321	38.051	1.484	525
China, Rep. de	2.094.778	—	35.679	—	1.266
Chipre, Rep. de ⁴	135.369	—	957	—	227
Colombia	n. d.	—	40.931	—	343
Costa Rica	—	54.995	875	16.126	290
Dinamarca ⁵	—	1.472.253	605.403	—	9.588
Dominica ³	—	2.600	—	—	24
Dominicana, República	n. d.	—	1.296	—	287
Dubai, Ajman, Umm Al Quwain, Emiratos de	—	—	—	—	138
Ecuador	n. d.	—	n. d.	—	118
El Salvador ⁶	1.832	148.939	—	—	218
España (incl. N. de Africa español)	—	—	226.865	404.308	5.309
Estados Unidos ⁷	172.840.000	—	9.177.000	—	—
Etiopia	8.580	70.016	3.488	—	40
Fiji	—	60.486	877	—	62
Filipinas, Rep. de	3.808.230	—	3.054	—	364
Finlandia	n. d.	2.469.708	166.835	3.771.959	2.164
Francia ⁸	—	19.772.900	—	—	—
Fujairah, Emirato de	—	n. d.	—	n. d.	1
Gambia	5	1.509	39	—	9
Gibraltar	8.400	—	0	—	67
Grecia	—	2.034.195	37.318	136.411	3.879
Grenada	n. d.	—	n. d.	—	52
Groenlandia	—	13.457	49	—	—
Guadalupe	—	28.163	—	—	—
Guayana	—	15.329	651	—	56
Guayana francesa ⁸	—	7.087	—	—	—
Guinea portuguesa	2.272	—	87	—	21
Guinea, Rep. de	314	6.681	643	—	5
Hawai	934.421	—	6.192	—	215
Holanda	—	1.704.475	100	1.255.514	33.604
Hong-Kong	n. d.	—	—	—	1.159
Hungría	723.091	—	35.089	—	494
India ⁵	—	2.911.553	133.374	61.307	299
Indonesia	n. d.	240.239	8.656	3.217	208
Irán ³	15.750	909.120	—	—	102
Irlanda ⁷	345.373	—	52.835	—	—
Islas Ascensión	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	6
Islas Bahamas	1.016	—	152	—	345
Islas Británicas Salomón	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	2
Islas Cabo Verde	2.728	—	26	—	5
Islas Caimán ³	—	3.897	—	—	35
Islas Chanel	4.061	34.731	305	1.146	2.591
Islas Christmas	n. d.	—	n. d.	—	1
Islas Comoro	—	695	71	—	3
Islas Gilbert & Ellice ²	43	—	203	—	0,3
Islas Midway	—	104	—	n. d.	10
Islas Oceánicas	300	—	50	—	—
Islas Turks y Caicos	n. d.	—	—	408	14
Islas Vírgenes Británicas ³	—	1.574	—	—	70
Islas Vírgenes, EE.UU. ³	102.846	—	—	—	828
Islandia	126.661	—	11.026	—	64
Israel	—	1.610.309	—	49	611
Italia	9.471.617	—	1.836.485	—	18.417
Jamaica	n. d.	—	n. d.	—	1.264
Japón	34.311.716	—	10.928.604	—	2.120
Jordán, Hashemite, Reino de	44.320	—	913	—	203

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1972					
Area	Local		Interurbano		Internacional
	Manual ¹⁵	Nº de impulsos	Manual ¹⁵	Nº de impulsos	Saliente
Khmer, República	8.456	—	130	—	12
Kuwait, Estado de ³	208.000	—	—	—	224
Laos, Reino de	—	3.557	1	—	25
Lesotho, Reino de	92	4.698	71	398	938
Líbano ³	—	700.000	—	—	710
Liberia, Rep. de	—	n. d.	—	n. d.	13.039
Liechtenstein ⁹	3.599	—	2.071	—	398
Luxemburgo ³	—	75.002	—	—	5.106
Macao	52.023	—	—	—	306
Madagascar	27.705	—	692	—	38
Malasia del Oeste ¹⁰	—	294.766	20.647	—	92
Malawi, Rep. de	n. d.	—	—	—	79
Maldivas, Rep. de	463	—	n. d.	—	n. d.
Malta ^{1 3}	21.075	—	—	—	102
Martinica ⁸	—	29.240	—	—	—
Marruecos	n. d.	—	10.042	—	625
Mauricio & Deps. ³	24.636	—	—	—	9
México	4.664.109	—	101.563	—	6.518
Mónaco ¹¹	5.453	—	27	33.428	51
Montserrat ³	—	1.228	—	—	17
Mozambique ¹²	53.600	—	3.745	—	625
Nauru, Rep. de	n. d.	—	—	—	1
Nepal	12.000	—	24	—	27
Nigeria	148.953	—	2.867	—	65
Noruega	—	826.000	52.098	76.000	5.075
Nueva Caledonia	—	5.574	333	—	17
Nuevas Hébridas	—	900	—	n. d.	n. d.
Nueva Zelanda ¹	n. d.	n. d.	66.644	—	428
Oman (Muscat-Muttrah) ³	—	2.671	—	—	37
Pakistán	n. d.	n. d.	11.754	28.121	127
Paraguay	204	—	991	—	65
Perú	169.353	761.532	11.318	—	396
Polonia	n. d.	n. d.	169.503	317.758	1.275
Polinesia francesa	6.060	—	75	—	10
Portugal	22.166	957.197	41.385	948.290	911
Puerto Rico	524.446	—	10.919	—	2.496
Qatar ³	—	18.726	—	—	87
Ras-Al Khaimah, Emirato de	—	n. d.	—	n. d.	52
Reino Unido ^{1 5}	—	11.670.479	312.000	1.632.000	25.132
Reunión ⁸	—	25.653	—	—	—
Ruanda, Rep. de	—	2.418	22	—	22
Sabah ³	n. d.	68.584	n. d.	—	76
San Marino ⁷	1.915	—	483	—	n. d.
San Pedro y Miguelón	960	—	—	—	16
San Vicente ³	—	3.572	—	—	46
Santa Lucía ³	—	4.272	—	—	60
Sao Tome & Principe	489	—	59	—	1
Sahara Español	n. d.	—	28	—	0,03
Sarawak	40.752	—	1.014	7.202	58
Senegal, Rep. de	212	26.985	1.292	—	67
Seychelles ³	—	1.994	—	—	3
Sharjah, Emirato de ³	—	3.170	—	—	21
Singapur ¹³	—	875.000	—	4.900	431
Siria, Rep. árabe de	143.695	—	40.098	5.049	927
Sri Lanka, Rep. de ³	6.101	96.044	—	—	53
Sudán, Rep. Democ. de	72.523	—	3.741	—	89
Suecia ^{10 14}	—	—	3.337	15.466.500	16.203
Suiza ⁹	1.084.925	—	682.128	—	40.589
Surinam ³	—	43.500	—	—	n. d.
Swazilandia, Reino de	5.503	—	1.126	—	229
Tailandia	304.146	—	4.882	—	254
Territorio francés de Afars et Issas	1.716	—	2	—	37
Timor portugués	285	—	61	—	—
Tonga, Reino de	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	2

Los teléfonos en el mundo

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1972					
Area	Local		Interurbano		Internacional
	Manual ¹⁵	Nº de impulsos	Manual ¹⁵	Nº de impulsos	Saliente
Trinidad y Tobago	172.853	—	464	35.999	238
Turquia	—	562.047	38.050	—	333
U.R.S.S.	n. d.	—	534.924	—	1.155
Uruguay	52.019	501.027	10.224	989	798
Venezuela	n. d.	—	6.450	—	805
Vietnam, Rep. de	123.880	—	1.194	—	48
Yemen, Peo. Rep. de	9.850	—	n. d.	—	9
Yugoslavia ³	—	4.205.112	—	—	1.472
Zaire, Rep. de	—	170.570	522	—	122
Zambia, Rep. de ³	11.887	—	—	—	575

¹ Datos en 31 marzo del año que se indica.

² Datos en 30 junio del año anterior al indicado.

³ Local e interurbano combinados.

⁴ Llamadas locales incluídas STD.

⁵ Local manual y nº de impulsos locales combinados.

⁶ Local manual y nº de impulsos locales combinados, y también interurbano manual y nº de impulsos.

⁷ Interurbano e internacional combinados.

⁸ Local, interurbano e internacional combinados.

⁹ Manual y nº de impulsos combinados.

¹⁰ Nº de impulsos combinados local e interurbano.

¹¹ Interurbano incluye 8.962 impulsos internacionales.

¹² Local manual incluye nº de impulsos interurbanos entre Lourenço Marques y Beira.

¹³ Nº de impulsos interurbanos a Malasia Occidental únicamente.

¹⁴ Datos en 30 junio 1973.

¹⁵ Sobre la base de tasación como en conmutación manual.

Países con más de 500.000 teléfonos en 1 Enero 1973								
País	Teléfonos en servicio						Automático	
	Cantidad			% de aumento		Por 100 hab.	Cantidad en 1973	% del total
	1973	1972	1963	1972	1963			
Alemania, Rep. Democrát.	2.232.069	2.165.035	1.435.753	3,1	55,5	13,10	2.232.069	100,0
Alemania, Rep. Federal	16.521.149	15.245.686	7.047.031	8,4	134,4	26,79	16.521.149	100,0
Argentina	1.952.109	1.825.532	1.399.565	6,9	39,5	8,10	1.875.763	96,1
Australia ¹	4.399.782	4.151.622	2.522.522	6,0	74,4	33,95	4.127.088	93,8
Austria	1.694.194	1.546.719	804.900	9,5	110,5	22,72	1.694.194	100,0
Bélgica	2.305.218	2.161.744	1.285.357	6,6	79,3	23,75	2.305.218	100,0
Brasil	2.190.000	2.064.950	1.161.057	6,1	88,6	2,17	2.028.000	92,6
Bulgaria	581.657	534.257	206.120	8,9	182,2	6,77	519.776	89,4
Canadá	10.987.141	10.268.781	6.329.000	7,0	73,6	49,98	10.920.206	99,4
Colombia, Rep. de	1.009.791	1.005.771	359.255	0,4	181,1	4,49	983.504	97,4
Corea, Rep. de	n. d.	748.474	139.327	—	—	—	n. d.	—
Checoslovaquia	2.232.481	2.111.996	1.206.711	5,7	85,0	15,37	2.138.676	95,8
China, Rep. de	596.663	492.307	120.306	21,2	396,0	3,90	535.419	89,7
Dinamarca (Incl. Islas Feroe)	1.912.449	1.793.926	1.193.555	6,6	60,2	37,93	1.899.485	99,3
España (Incl. N. Africa español)	5.712.549	5.129.501	2.096.100	11,4	172,5	16,45	4.862.215	85,1
Estados Unidos	131.606.000	125.142.000	80.969.000	5,2	62,5	62,75	131.542.000	99,9
Finlandia	1.412.067	1.289.592	682.074	9,5	107,0	30,47	1.299.789	92,0
Francia	10.338.000	9.546.173	4.977.797	8,3	107,7	19,91	9.118.000	88,2
Grecia	1.437.578	1.229.630	302.843	16,9	374,7	16,32	1.417.578	98,6
Holanda	4.003.455	3.720.817	1.888.228	7,6	112,0	29,91	4.003.455	100,0
Hong-Kong	795.167	691.616	145.719	15,0	445,7	19,38	795.167	100,0
Hungría	923.966	873.194	479.445	5,8	92,7	8,87	742.225	80,3
India	1.479.475	1.351.200	602.630	9,5	145,5	0,27	1.201.325	81,2
Israel	619.709	563.569	153.984	10,0	302,5	19,37	619.709	100,0
Italia	11.345.497	10.321.581	4.654.744	9,9	143,7	20,76	11.345.497	100,0
Japón (Incl. Islas Ryukyu) ²	34.021.155	29.827.936	9.336.212	14,1	264,4	31,50	31.861.454	93,7
México	1.957.972	1.714.960	613.909	14,2	218,9	3,79	1.829.810	93,5
Nueva Zelanda ²	1.327.134	1.281.105	850.572	3,6	56,0	44,61	1.209.558	91,1
Noruega	1.262.254	1.204.153	808.028	4,8	56,2	32,00	1.090.900	86,4
Polonia	2.087.032	1.970.856	1.030.680	5,9	102,5	6,29	1.782.699	85,4
Portugal	873.339	809.380	455.063	7,9	91,9	9,89	786.243	90,0
Reino Unido ²	17.570.904	16.143.102	8.911.000	8,8	97,2	31,39	17.427.178	99,2
Rumania	n. d.	726.554	347.475	—	—	—	n. d.	—
Sudáfrica, Rep. de ²	1.706.794	1.623.805	1.017.518	5,1	67,7	7,30	1.378.481	80,8
Suecia	4.829.047	4.679.691	3.053.752	3,2	58,1	59,29	4.829.047	100,0
Suiza	3.404.427	3.213.065	1.875.225	6,0	81,5	53,95	3.404.427	100,0
Turquía	728.358	654.452	263.802	11,3	176,1	1,94	572.686	78,6
U.R.S.S.	13.198.700	11.980.000	5.800.000	10,2	127,6	5,31	11.821.400	89,6
Yugoslavia	910.695	820.860	303.372	10,9	200,2	4,38	884.469	91,1

¹ Datos en 30 junio 1972

² Datos en 31 marzo 1972

Nuevas realizaciones

La mayor central automática privada HERKOMAT III jamás construida por SEL.

Esta central se ha puesto en funcionamiento en el Instituto de Seguridad Social (BfA) de Berlín. Con sus 11 millones de cuentas de asegurados y sus 12.000 empleados, este Instituto es el mayor de los aseguradores de vejez e incapacidad de cuantos trabajan en Europa.

El creciente número de demandas y un tráfico cada vez mayor fueron las razones decisivas que impulsaron a la instalación de un moderno sistema de conmutación telefónica que proporcionase una gran flexibilidad en cuanto a su ampliación, gracias a su diseño modular, y que pudiera satisfacer en el futuro nuevas necesidades.

SEL recibió el encargo de suministrar una central automática privada electrónica del tipo HERKOMAT III con una capacidad de 180 líneas interiores y 4.000 extensiones (de ellas 1.400 equipadas para selección por teclado).

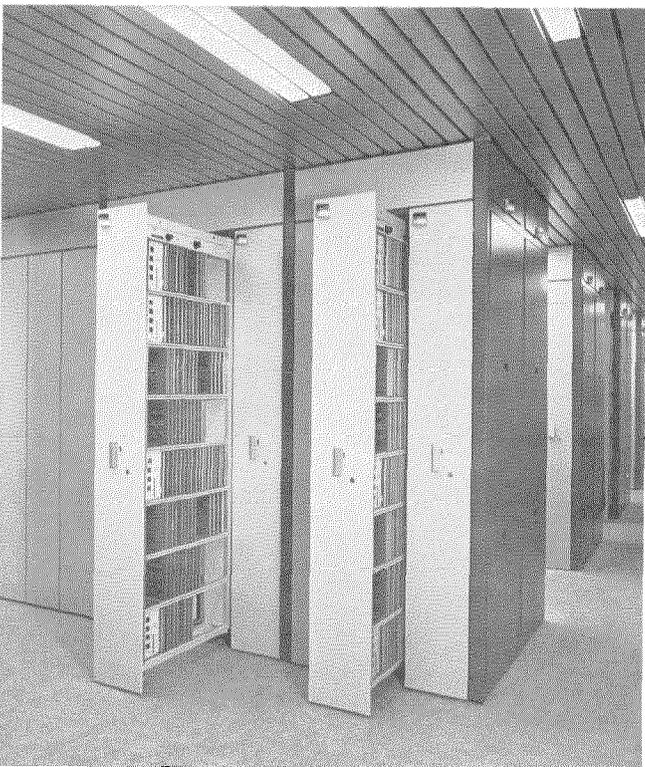
La versatilidad de las características del sistema HERKOMAT III se explotó al máximo.

La posibilidad "in-dialing" (discado interior) facilita la llamada directa a las extensiones, sin intervención de operadora.

La posibilidad "concentrated answering" (concentración de respuestas) facilita esencialmente la operación de las 9 posiciones de operadora. Hay que tener en cuenta, que cada pupitre de operadora está equipado solamente con dos botones para respuesta de llamadas procedentes del exterior (independientemente del tamaño del sistema de conmutación y del número de líneas conectadas a la central).

La posibilidad "call distribution" (distribución de llamadas) iguala las cargas de trabajo de los puestos individuales y en consecuencia, las que recibe cada operadora. Si no hay ninguna línea de operadora libre, las llamadas que entran en la central quedan en situación de espera, siendo distribuidas más tarde hacia una posición libre.

La posibilidad "automatic charge recording" (registro automático de cargo) se utiliza para recopilar los cargos que se producen como consecuencia del tráfico de larga distancia. Esta unidad graba en cinta perforada todos los datos de las llamadas, tales como el número de la extensión, el número del abonado de la red pública al que se llama, la fecha, la hora y las cuotas.



Un aspecto de la mayor central automática privada HERKOMAT III construida por SEL.

Una impresora prepara el recibo, en caso de llamadas privadas.

Además, SEL ha recibido el encargo de ampliar el sistema hasta 350 líneas internas y 7.000 extensiones, para la primavera de 1975. Durante el año pasado se instalaron 1.000 extensiones de tal forma que a finales de 1973, la capacidad total del sistema era de unas 5.000 extensiones.

Además del sistema de conmutación telefónica, SEL instaló el siguiente equipo adicional de telecomunicación:

- un sistema de alocución pública, incluyendo unos 1.000 altavoces para oficinas de área abierta;
- un sistema combinado para alarma en caso de incendio y para avisos por parte de los vigilantes, en conexión con un sistema de detección de humos por ionización, con aproximadamente unos 700 detectores de humo, todo ello destinado a la protección del edificio;
- equipo para aparcamiento de llamadas y control del tráfico.

Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal Alemana

Un centro de conmutación tándem sirve de enlace entre centrales de la Policía.

En Marzo de 1974, se completó la fusión de las redes telefónicas de la Policía de Manchester y Salford. La División de Comunicaciones Privadas de STC ha suministrado e instalado nuevas centrales principales con destino a Salford y Ashton — under — Lyme y ha ampliado las centrales existentes en Oldham y Southmill Street (Manchester). Además, un centro intermedio de conmutación situado en Salford, enlazará todo el sistema de once centrales principales y 38 secundarias.

Las llamadas entre centrales principales se realizan marcando un número de acceso que conecta al aparato que llama con el centro intermedio de conmutación. Marcando un nuevo código, se produce la conmutación automática de la llamada hacia la otra central principal, y finalmente se completa la comunicación marcando el número de la extensión requerida. Esto contribuye a acelerar la comunicación, proporcionando un sistema telefónico seguro.

Las dependencias secundarias de la Policía que ya tienen acceso a su correspondiente central pueden utilizar el centro de conmutación tándem para establecer contacto con otras centrales, principales o secundarias, seleccionando su respectiva central principal y posteriormente marcando el número de dicho centro intermedio.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Nuevo sistema coaxial de 12 MHz TO-3 E en España.

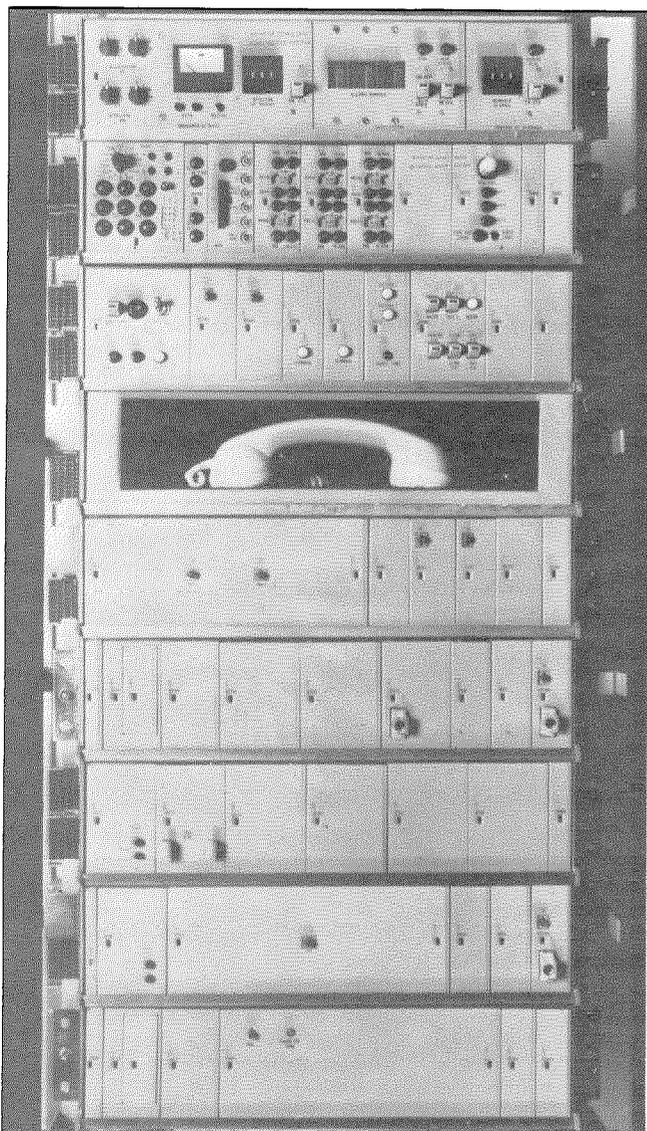
Standard Eléctrica, S.A., (Madrid) dió por finalizado recientemente el desarrollo de un nuevo sistema de portadoras de 12 MHz que permite ampliar la capacidad de tráfico de los cables coaxiales hasta 2.700 canales telefónicos, tanto en lo que se refiere al tipo de 4,4 mm. (pequeño diámetro) como al 9,5 mm. (gran diámetro) ambos definidos por el CCITT.

Todo este equipo se ha construido con Práctica de Equipos ISEP-IM⁺ de pequeño tamaño, y consta de terminales de líneas, repetidores intermedios principales y secundarios, incluyendo los equipos necesarios para acceso de supergrupo en los repetidores principales, circuito de servicio y circuitos de supervisión de extremo a extremo.

Cada estación se supervisa automáticamente desde el terminal receptor mediante una secuencia de impulsos de 13,5 MHz, separados en el tiempo para la identificación de los repetidores. Las operaciones de mantenimiento se simplifican enormemente utilizando los equipos de medida del sistema de supervisión y evitando el descubrimiento de los repetidores enterrados para realizar las medidas.

Durante el último cuatrimestre de 1973, el cliente ha realizado pruebas de homologación de este sistema, tanto de laboratorio como de campo.

⁺ Marca registrada del sistema ITT



Vista frontal del terminal de repetidor del sistema 12 MHz TO-3 E. Los 4 niveles superiores corresponden a los equipos de comprobación de bastidor y alarmas que tienen capacidad para tres sistemas, así como 2 circuitos de servicio para 2 rutas.

El ruido medido en una ruta con 30 repetidores secundarios no fué más que de 0,7 pWOp/km para cables coaxiales de 9,5 mm. (menos de 1,6 pWOp/km en cables de 4,4 mm.). Esta y otras medidas (diafonía, sobrecarga, pérdidas de retorno, etc.), han confirmado que los rendimientos obtenidos están en consonancia con los objetivos del diseño y que las recomendaciones del CCITT se cumplen con unos márgenes de trabajo suficientemente grandes.

Merece la pena destacar la versatilidad de las rutas que van a ser equipadas con este nuevo sistema, pues abarcan desde pequeñas distancias, en que actuará como acceso a radioenlaces, hasta rutas de largo alcance de 500 km en el caso de enlaces principales de la red telefónica.

Standard Eléctrica, S.A., España

Equipo clasificador automático de cartas para Trento (Italia).

Recientemente se ha entregado a una compañía italiana asociada a ITT FACE-STANDARD el equipo clasificador automático de cartas de Trento, parte de cuyo material ha sido suministrado por Bell.

Este equipo es el primero de un programa completo que, en un futuro próximo, será realizado por FACE, dentro del plan general de mecanización de la oficina de Correos italiana.

A continuación se ofrece una breve descripción de las principales funciones del sistema.

Después de haber sido separadas del resto de los envíos postales procedentes de los buzones, las cartas se dirigen hacia la máquina encaradora, donde se las coloca frontalmente, se matan los sellos y se las prepara para un posterior tratamiento en la línea de tratamiento de correspondencia (pupitres de colocación de índices, canales de preclasificación, unidades preclasificadoras con cargadores separados, máquinas clasificadoras empaquetadoras y etiquetadoras).

En los pupitres de colocación de índices se imprime en los sobres un código especial de barras fluorescentes, que más tarde será decodificado por las preclasificadoras. En el sistema postal italiano las barras del código corresponden a la dirección y al número de la zona donde ésta se encuentra. La operadora, a la vista de la dirección, introduce el código adecuado y pulsa los correspondientes botones numéricos o alfabéticos en un teclado. En Trento, viene dado por medio de una regla alfabética (Trento = TRTO).

Cada pupitre de colocación de índices está atendido por una operadora. Todos los pupitres están unidos entre sí. Desde las salidas, las cartas, provistas de sus correspondientes índices, son transportadas hasta dos máquinas preclasificadoras, cada una de las cuales dispone de 18 sistemas de almacenamiento de salida.

Las máquinas preclasificadoras decodifican los índices. Entonces, dependiendo de su destino, las cartas se apilan automáticamente en 2×18 receptáculos, cada uno de los cuales representan un destino principal. Posteriormente, se vuelven a subdividir los contenidos de cada receptáculo, de acuerdo con sus destinos finales. Esta operación se realiza en una tercera máquina clasificadora que tiene 10 cargadores de salida. De esta forma se dispone de $3 \times 18 \times 10 = 540$ destinos finales. Este sistema de clasificación proporciona pilas de carta, a cada una de las cuales es necesario colocar una etiqueta de destino. Los correspondientes etiquetado y empaquetado de las pilas se llevan a cabo de una forma completamente automática. Estos paquetes de cartas se colocan directamente dentro de las sacas de correspondencia gracias a un dispositivo de salida provisto de bandejas. Este mismo dispositivo se utiliza también para colocar los paquetes pequeños y los sobres grandes dentro de las mismas sacas.

Todas las operaciones están controladas por un ordenador ITT 1600. La participación de Bell en el sistema de clasificación de cartas de Trento cubre el estudio y diseño de la unidad de control automática por ordenador, así como el suministro e instalación del pupitre de grabación de índices y del propio ordenador.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

Central Telefónica para hospitales londinenses.

Un grupo de tres hospitales de Londres ha encargado una central automática privada y dos centrales auxiliares.

La instalación quedó completada a finales de 1973 y entrará totalmente en funcionamiento cuando se inaugure la nueva torre del Guys Hospital. La central automática privada tendrá 1500 extensiones, 115 líneas de entrada conectadas a la red pública y 93 de salida; estará situada en el Guys Hospital. Los hospitales St Olaves y New Cross compartirán 760 extensiones y 62 líneas directas de la central situada en el Guys.

Una característica importante de este sistema la constituirá el servicio de abonado ausente, del que se beneficiarán 100 de los empleados clave del hospital. Cuando éstos se vean obligados a abandonar sus despachos o estén utilizando su teléfono, el servicio desviarán las llamadas entrantes hacia una extensión pre-determinada.

El esquema de numeración común empleado en el sistema a base de 4 dígitos, evita la necesidad de marcar un código de acceso para ponerse en contacto con otras localidades.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Introducción en Alemania de los sistemas de conmutación de mensajes ADX.

1973 fue el año de la irrupción de los sistemas de conmutación telegráfica controlados por ordenador en la República Federal Alemana. Estos sistemas funcionan en parte como centrales privadas automáticas conectadas a la red internacional de télex, y en parte como sistemas de conmutación de mensajes y datos entre redes privadas. El estudio de mercado, que es el soporte del sistema, así como el mantenimiento de los sistemas ADX (Automatic Data Exchange), se llevaron a cabo en Alemania desde mediados de 1972, en la División de Productos y Sistemas de Datos de SEL.

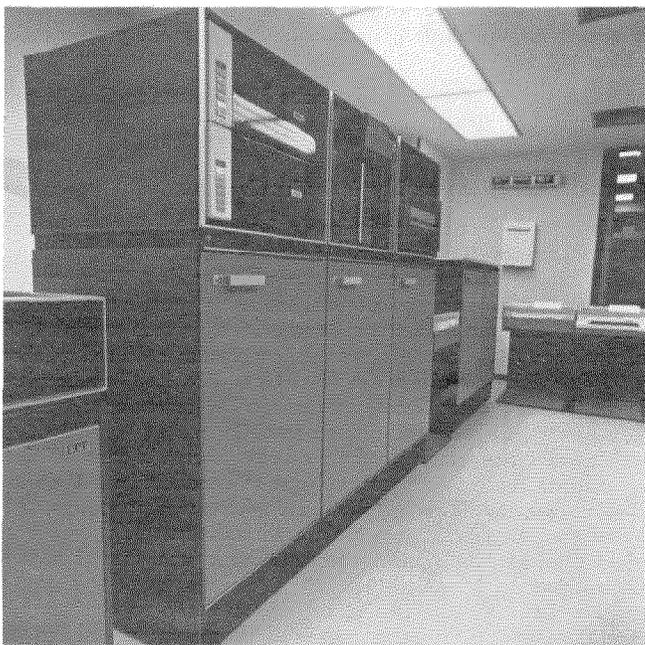
En 1973, se pusieron en funcionamiento tres sistemas:

a) El sistema dual ADX 6400, en la Agencia de Prensa Alemana (Deutsche Presse-Agentur) (dpa), en sus oficinas centrales de Hamburgo: Se trata de un sistema para concentración, distribución, almacenaje y recuperación de noticias. En su primera fase maneja 2.500 mensajes entrantes y 10.000 salientes (cerca de 25 líneas o 1.000 caracteres cada uno). No solamente sirve para encaminar esta gran cantidad de mensajes, sino que también facilita al editor la recuperación de mensajes pertenecientes a una determinada fecha, así como la edición de los mismos (es decir, reducir o concentrar el texto, cambiar el orden de las frases, y añadir u omitir palabras o frases enteras). Además realiza algunas funciones típicas de proceso de datos; por ejemplo calcula 12 diferentes tablas deportivas de fútbol y otros deportes, partiendo de los últimos resultados y de los precedentes.

b) El sistema simple ADX 650 en la Agencia de Prensa Alemana más pequeña "Deutscher Depeschen-Dienst" (ddp), situada en Bonn: Este sistema recibe mensajes entrantes que proceden, no sólo de los corresponsales o agencias, sino también de los servicios internacionales que cooperan. Dos impresoras de datos ITT 3320 que funcionan a 44 caracteres por segundo imprimen todos estos mensajes entrantes. Una vez que han sido tratados por los editores entran de nuevo en el sistema mediante cintas perforadas que automáticamente van a receptores simples o a grupos de receptores, tan pronto como las líneas respectivas están abiertas.

c) Un conmutador de caracteres DS 4-16, en el Cuartel General de la Policía de Trier: Tiene 32 líneas conectadas, así como las líneas posteriormente instaladas en centrales TWV 02 con relés, en Mainz y Koblenz.

Los tres sistemas están funcionando en las instalaciones de sus usuarios y contribuyen a acelerar y mejorar sus servicios, al mismo tiempo que a reducir sus costes.



Parte del sistema ADX 6400, instalado en la Agencia "Deutsche Presse-Agentur".

En 1973, el PTT Alemán definió las condiciones para la aceptación de centrales automáticas privadas. En un grupo de trabajo que unía al PTT y a los suministradores alemanes de este tipo de centrales, se definieron las condiciones de tal forma que fuesen satisfechas por los sistemas ADX adaptados a las condiciones de las líneas alemanas.

Un equipo de ingeniería SEL, ubicado en Pforzheim, diseñó y construyó los convertidores de línea destinados a los sistemas ADX. Hubo que modificar los sistemas ADX, debido a las diferentes condiciones de línea y a las necesidades adicionales de las centrales automáticas privadas, conectadas a la red pública de telex de Alemania. Se ha definido un sistema tipo alemán, con unas pocas opciones normalizadas, de tal forma que la configuración del sistema se puede adaptar a los requisitos específicos del usuario. Sobre esta base, durante los últimos 12 meses se han recibido los siguientes encargos:

- Un sistema dual ADX 6400 para el Cuartel General de la Policía en Dortmund,
- Un ADX 600 para Intelnet, que será instalado en SEL (Stuttgart),
- Un ADX 600 para Volkswagenwerk, en Wolfsburg,
- Un ADX 600 para Edeka, una casa de Hamburgo que comercializa productos alimenticios en gran escala,
- Un ADX 600 para Chemische Werke, en Hüls, que es una gran planta química próxima a Essen.

Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal Alemana

Sistema PCM 32 TS en España.

Standard Eléctrica ha desarrollado un sistema multicanal de modulación por impulsos codificados (MIC). A mediados de 1973 se produjeron y probaron los primeros prototipos, tras lo cual se les envió a realizar las pruebas de campo. La Compañía Telefónica Nacional de España finalizó las pruebas de aceptación a finales de dicho año.

El equipo se ha construido siguiendo la Práctica de Equipos ISEP⁺. Es bastidor normalizado CCITT puede alojar hasta 6 sistemas, comprendiendo multiplex, señalización con dos vías E y M, terminal de línea, armazones de supervisión y de órdenes, y alimentación duplicada. En el diseño de este sistema se ha incorporado la más moderna tecnología, con lógica TTL, encapsulado cerámico, circuitos de película, placas de circuito impreso de doble cara y componentes con margen de temperatura propio de aplicaciones militares en el equipo de línea.

El comportamiento eléctrico del equipo multiplex cumple todos los requisitos CEPT-CCITT y las unidades de señalización proporcionan la posibilidad de bloqueo para dejar libres los enlaces de la central en caso de alarma. El sistema puede transmitir tanto señales de línea AMI como HDB 3 y se le puede supervisar por medio del equipo de prueba disponible.

El equipo terminal de línea puede alimentar hasta 18 regeneradores dependientes de él; esto significa que se puede alcanzar un tramo de línea máximo de 54 km en un cable 19 AWG. A fin de facilitar la instalación y el mantenimiento, se suministran también equipos asociados para supervisión y circuitos de servicio.

Para facilitar los mantenimientos preventivo y correctivo se hace una completa distinción entre el equipo de línea y el terminal, de tal forma que se les supervisa y repara independientemente uno de otro. Además existe un suficiente número de alarmas y de puntos de prueba que permite la localización de fallos en el equipo terminal. El terminal de línea también tiene dispositivos de alarma, así como aparatos para la localización de fallos en el equipo de línea dependiente de él.

Los primeros sistemas instalados han demostrado que no es necesaria la presencia de personas especialmente entrenadas para realizar el mantenimiento preventivo y la reparación. Parece aconsejable el establecimiento de un centro de reparación en cada área de la red MIC.

Standard Eléctrica, S.A., España

⁺ Marca registrada del sistema ITT

Nuevo encargo de dos centrales de barras cruzadas Pentomat⁺ 1000 CT.

La empresa de Ingenieros Consultores Ove Arup & Partners ha elegido una central Pentomat⁺ 1000 CT para sus oficinas situadas en el extremo occidental de Londres. La División de Comunicaciones Privadas de STC suministró e instaló el sistema.

El moderno estilo de los puestos de operadora de la central Pentomat⁺, que ofrecen como principal característica el funcionamiento mediante pulsadores, encaja perfectamente con los ambientes modernos de Ove Arup. Lámparas de colores que sustituyen a los zócalos de las clavijas para conexión de cordones lucen de una forma continuada o parpadean según la urgencia de la llamada.

El sistema ha resuelto un problema particular que se le presentaba a Ove Arup. Los empleados están situados en seis edificios diferentes dentro de un circuito de 600 metros de radio, en torno a las oficinas de Fitzroy Street. Todos estos edificios están ahora conectados por la nueva central, de tal forma que, a efectos de comunicaciones telefónicas se les puede considerar como un solo edificio. Otros dos edificios, cada uno de los cuales tiene su propia central, pueden interconectarse igualmente con la central Pentomat⁺ principal mediante líneas privadas.

El sistema telefónico de barras cruzadas Pentomat⁺, no solamente proporciona un amplio margen de servicios convencionales, sino que tiene una gran flexibilidad de aplicación, requiere un mínimo espacio y es de fácil acceso para las ampliaciones o el mantenimiento rutinario. También tiene la ventaja de que se le puede utilizar como medio de interconexión con el sistema ITT 710⁺ para proporcionar, sobre la misma red, comunicaciones de voz y datos.

Scottish Gas ha encargado también una central Pentomat⁺ 1000 CT, así como un sistema separado para dirigir las consultas sobre ventas y servicios hasta su personal especializado. Ambos sistemas, que deberán estar en funcionamiento a finales de 1974, se instalarán en sus oficinas de Glasgow.

Utilizando la técnica de las barras cruzadas, las llamadas internas originadas en cualquiera de las 400 estaciones conectadas a la central Pentomat⁺, se conmutan rápidamente.

Los establecimientos de Edimburgo y Dalmarnock están conectados mediante líneas punto a punto con la oficina de Glasgow, disponiendo así de una rápida comunicación bidireccional sin necesidad de utilizar la red pública. Otras líneas privadas conectan la central con un sistema de distribución automático de llamadas. Este sistema tiene un número diferente, mediante el cual enlaza la sección de información de servicio con la persona que realiza la consulta. Cada llamada explora los puestos de información hasta que encuentra uno desocupado: entonces la llamada se introduce en ese aparato, asegurándose de esta forma una estricta rotación en la recepción de las llamadas y una respuesta con el mínimo retraso posible.

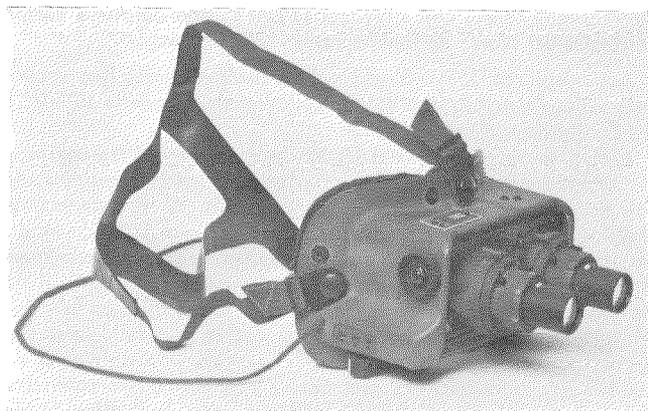
Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Gafas para visión nocturna.

Como resultado de los últimos avances tecnológicos realizados por la División Electro-Optica de ITT (ITT Electro-Optical Division), se han obtenido estas gafas para visión nocturna que actualmente se encuentran en la fase de producción y lanzamiento mundial, tras haber pasado por la etapa de desarrollo.

Las primeras versiones de las gafas para visión nocturna (Night Vision Goggles = NVG) se utilizaron en los helicópteros de recuperación nocturna de las Fuerzas Aéreas Norteamericanas en el Sureste Asiático, para el rescate de las tripulaciones de aparatos derribados. El Ejército de los EE.UU. ha realizado numerosas pruebas de las gafas para visión nocturna, tanto en su aplicación para la conducción de vehículos, como para el pilotaje de helicópteros y en patrullas de tierra, y ha iniciado ya su plan de producción de dichas gafas. Se espera alcanzar una cifra de producción superior a las 200 gafas para visión nocturna anuales, comenzando en 1975.

⁺ Marca registrada del sistema ITT.



Aspecto que presentan las gafas para visión nocturna.

Más recientemente, y aparte de las aplicaciones militares de las citadas gafas, ITT está trabajando junto con la National Retinitis Pigmentosa Foundation para desarrollar un binocular electrónico con destino a aquellas personas que sufren retinitis pigmentosa (ceguera nocturna), una enfermedad que puede causar hasta la ceguera total.

Los binoculares se llevan puestos como las gafas corrientes. Funcionan con batería y captan una imagen casi de la misma manera que una cámara de televisión diminuta. Dentro de los binoculares se amplifica electrónicamente la imagen recibida y aparece en el extremo receptor como una pequeña imagen de televisión.

ITT Electro-Optical Products División,
Estados Unidos de América

Traslaciones de mastergrupo y super-mastergrupo de sistemas de frecuencia portadora de SEL.

Durante el primer cuatrimestre de 1973 se dió por finalizado el desarrollo de las traslaciones de mastergrupo y super-mastergrupo. En una armazón sencilla del tipo BW 7R del PTT alemán (que tiene 600 mm. de largo, por 110 mm. de ancho y 197 mm. de profundidad) cabe una traslación completa de mastergrupo o super-mastergrupo. Siguiendo la recomendación G. 233, fig. 3, del CCITT, se combinan tres mastergrupos básicos (3×300 canales) para dar lugar a un super-mastergrupo básico, o bien se restablece su banda de frecuencia original. Por medio de la traslación del super-mastergrupo se pueden combinar tres super-mastergrupos básicos (3×900 canales) de acuerdo con la recomendación G. 332, fig. 1, del CCITT, para formar una banda de frecuencias de línea V 2700, o se puede reducir a las frecuencias originales.

Para la modulación y demodulación se utilizan moduladores amplificadores doblemente equilibrados. Las frecuencias portadoras necesarias, así como las frecuencias piloto, se obtienen a partir de pequeños suministros de portadora descentralizados (colocados en las armazones) que trabajan a partir de una frecuencia de 440 kHz. Se utilizan redes combinatoras activas para combinar y separar las bandas de frecuencias.

Las frecuencias piloto supervisan y controlan los extremos receptores. Para mantener el nivel de salida constante dentro de un margen de $\pm 0,5$ dB, con una variación del nivel de entrada de ± 5 dB, se utilizan reguladores proporcionales. Como elementos de control final se usan redes de pérdidas variables.

La aceptación del modelo por parte del PTT alemán se realizó en Junio de 1973. Puede decirse que se han cumplido sobradamente las especificaciones.

Ya se está realizando la producción en serie del equipo, habiendo comenzado el suministro al cliente.

Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal Alemana

Intercomunicadores con altavoces ITT 511⁺, con destino a varios hospitales del Norte de Inglaterra.

Los hospitales South Shield y Newcastle General han encargado sendos sistemas intercomunicadores con altavoces ITT 511⁺ al STC Business Systems Group.

El 511 es un complejo telefónico interno que utiliza aparatos con teclado para proporcionar rápidas y eficientes comunicaciones. Se trata de un sistema de conmutación de voz de manos libres que se puede utilizar en un área con un nivel de ruido normal desde una distancia de hasta cinco metros, permitiendo el libre movimiento del usuario a su alrededor sin necesidad de permanecer en una determinada posición para contestar al teléfono. Dado que la reproducción de la voz es muy fiel, no se necesitan presentaciones formales, y la conversación comienza de una manera inmediata. Es esta misma rapidez la que convierte al 511 en un sistema ideal para su utilización en hospitales, donde la necesidad de una acción rápida es muchas veces un factor vital.

En el Hospital General de Newcastle, se va a instalar el ITT 511⁺ en la unidad de vigilancia intensiva donde, por razones de higiene, no es deseable un aparato convencional de los que es necesario atender sujetando el auricular con la mano. El sistema comprenderá 10 aparatos de sobremesa y 4 altavoces de pared para las salas de espera o los corredores.

El Hospital General de South Shield contará con un sistema más grande de 22 aparatos, instalados en las diversas dependencias. Se trata del segundo sistema de este tipo que se instala en el hospital; el primero se instaló en 1972 en el Departamento de Rayos X. Los nuevos sistemas tendrán todos los servicios propios del sistema 511, más la posibilidad de celebrar una conferencia múltiple por parte de hasta seis personas.

El jefe de sección dispone de un teclado para celebrar conferencias, además de su teléfono de sobremesa 511. Gracias a ello puede seleccionar el número de acceso adecuado desde su teléfono de sobremesa y una vez que éste ha realizado la toma del circuito se oye un tono en el teclado para conferencia. En ese instante puede establecer contacto con los otros cinco miembros de la conferencia, utilizando los 10 pulsadores de dicho teclado. Este conecta a las seis personas y queda establecida así la conferencia múltiple. Para contestar o conversar, los demás miembros actúan el pulsador llamada/respuesta de su aparato 511. Se trata de un pulsador sin retención, y por lo tanto, debe mantenerse oprimido mientras se está hablando. Nada más soltarlo, el aparato del jefe de sección recupera el control de la conferencia.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Sistema de señalización y control para la estación central de Stuttgart.

El pasado 27 de Septiembre de 1973, SEL recibió de los Ferrocarriles Alemanes un contrato para la instalación del nuevo equipo de señalización y control de toda la estación central de Stuttgart. Esta estación es uno de los nudos más importantes de los ferrocarriles germanos. Dado que se trata de una estación terminal con elevada densidad de tráfico, y considerando también la expansión de la red de ferrocarriles urbanos de alta velocidad, se impusieron unas condiciones muy rigurosas. Este sistema de enclavamiento representa uno de los mayores proyectos de los ferrocarriles alemanes así como uno de los más importantes encargos recibidos por SEL, dado que combina en un puesto de mando central las posibilidades de control de la estación de pasajeros, de la estación de clasificación de mercancías y de la ruta suburbana, actualmente en construcción.

La primera fase del contrato cubre todas las instalaciones, tanto interiores como exteriores incluyendo la alimentación y los equipos de control. El sistema se realizará bajo el principio de enclavamiento de itinerario SpDrL 60, empleando botoneras de 10 dígitos para entrada de instrucciones y almacenamiento de rutas. Ocho operadores y ayudantes manejarán un pupitre con un panel de control que mide 12 x 6 m. También se suministrará un sistema registrador electrónico de trenes con impresor, para la ordenación del tráfico.

Durante la primera fase del proyecto hay que instalar todo el equipo de señalización que hará falta en esta zona, junto con el sistema de control continuo de trenes para la red urbana que se implantará durante la segunda fase. Es necesario hacerlo así para evitar posteriores modificaciones en los equipos de enclavamiento de la red operacional.

Son de destacar en un proyecto de tal magnitud los cortos plazos que en contra de lo que suele ser habitual, se manejan en este caso. Como el ferrocarril urbano se pondrá en funcionamiento por la Bundesbahn a comienzos de 1978, tras seis meses de funcionamiento de ensayos y seis meses de pruebas y entrenamiento, el trabajo de SEL, incluidas las pruebas que haya de realizar, deberá estar terminado a finales de 1976.

Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal Alemana

Nueva Central Telefónica privada semielectrónica en el distrito de La Défense — París.

El Departamento de Comunicaciones Privadas de CGCT acaba de recibir el encargo de una central telefónica semielectrónica "Metaconta* LP" de 4.000 líneas, ampliable hasta 6.000, para equipar el nuevo edificio "Tour Générale", localizado en el distrito de La Défense, en París.

Esta central telefónica, que está conectada a 400 enlaces, utilizará alguna de las características técnicas de los equipos Centrex que se utilizan en su construcción, particularmente marcaje directo de entrada para un millar de abonados y automatización del tráfico para varias sociedades. Su corte se realizará en Septiembre de 1975.

Con este encargo, CGCT ha vendido ya 27 centros semielectrónicos privados de gran tamaño del tipo Metaconta* LP, siete de los cuales están ya en funcionamiento. El corte del primero de ellos se llevó a cabo en la misma área de La Défense (Tour Aurore) en Mayo de 1972.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques,
Francia

Contrato de Know-How entre Intermetall y Rumanía.

El 7 de Diciembre de 1973, se firmó en Nueva York por parte del Viceministro de Asuntos Exteriores de la República Socialista de Rumanía y del representante de la International Telephone and Telegraph Corporation (ITT), un acuerdo que establece las bases de cooperación científica, técnica, industrial y comercial en cinco campos diferentes. El acuerdo incluye también la cooperación en el terreno de los semiconductores.

Un contrato especial de cinco años entre Rumanía e Intermetall (la División alemana del Grupo Mundial de Semiconductores de ITT) proporciona la transferencia de Know-How y de equipo necesarios para una producción anual de varios millones de diodos túnel y cuadros conmutadores de diodos.

Los puntos más importantes de este contrato son:
— transferencia de Know-How mediante intercambio de ingenieros, es decir, mediante entrenamiento de ingenieros rumanos en la planta de Intermetall situada en Friburgo, y asistencia por parte de ingenieros de Intermetall en la instalación y comienzo de producción en Rumanía,
— instrucciones completas para la obtención, montaje y manejo del equipo necesario.

El acuerdo sobre producción de dispositivos semiconductores sobre la base de las más recientes tecnologías constituye un escalón más en la ampliación de las relaciones existentes con Rumanía.

Intermetall GmbH, Alemania Federal

Una central telefónica semielectrónica Metaconta* L para Finlandia.

CGCT ha recibido un nuevo encargo de una central telefónica semielectrónica Metaconta* L. Esta central, con una capacidad inicial de 16.000 líneas (es decir, una central principal de

⁺ Marca registrada del sistema ITT.

14.000 y una central secundaria de 2.000) se cortará en 1976 en Kuopio (Finlandia). Este encargo se ha recibido año y medio después de otro que también se refería a una central del mismo tipo con destino a la ciudad de Vaasa, del mismo país.

La central telefónica de Kuopio dispondrá de control centralizado por ordenador y utilizará el miniconmutador "Metabar"; en años próximos se incrementará su capacidad hasta 25.000 líneas. Proporcionará a los abonados servicios especiales tales como marcaje mediante pulsadores, marcaje abreviado, rellamada y transferencia, conferencia múltiple, despertador, etc. Por lo que respecta a la compañía que lo explotará (Puhelin Oy), el equipo suministrado le proporcionará servicios centralizados de tarificación de llamadas, incluyendo la grabación de los datos de salida en cintas magnéticas y la observación de abonados en teleimpresores. La utilización de una central auxiliar, en vez de una central independiente, proporcionará unas considerables reducciones de costes, así como la posibilidad de transferir los abonados de la central principal a la auxiliar y viceversa, sin cambiar sus números.

Esta es la quinta central semielectrónica pública Metaconta* L, con control centralizado por ordenador que CGCT ha vendido en el mercado exterior.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques,
Francia

Encargo de una central Metaconta* L.

ITT Telecommunications recibió un encargo por parte de la Compañía Central de Teléfonos de las Vegas (Central Telephone Company), de una central Metaconta* L de 16.000 líneas. La central será fabricada conjuntamente por LMT en Francia e ITT Telecommunications North América y está previsto su corte para Enero de 1976.

ITT Telecommunications, Estados Unidos de América

Equipo de Línea V 300 y V 960.

Ha finalizado el diseño del equipo de Línea V 300 y V 960, en práctica de equipo normalizada de disposición vertical V-SEP.

La práctica de equipo V-SEP se corresponde con el modo de construcción 7R del PTT alemán y, por lo que a equipo de línea se refiere, comprende la armazón terminal y la armazón repetidora dependiente.

Con ésto ya se dispone actualmente de diseño normalizado para toda la familia de equipos de línea coaxial (V 300, V 960 y V 2700).

El bastidor de repetidor terminal contiene las siguientes armazones: filtro separador de energía, unidad transmisora, unidad receptora, unidad de ecualizador y unidades de alimentación y telealimentación. Las unidades individuales son enchufables.

La construcción de los repetidores dependientes telealimentadas no ha cambiado, salvo en lo que se refiere a una nueva armazón aislante. Esta construcción especial se adapta a la instalación en cajas de repetidores subterráneas.

Una vez que el modelo de laboratorio y el prototipo han pasado con éxito las numerosas pruebas a que se les ha sometido en cooperación con el PTT alemán, se ha emprendido ya la producción a gran escala del equipo de línea.

Standard Elektrik Lorenz AG,
República Federal Alemana

Radioenlace tipo FM 1800/TV-11.

A finales de 1973 se ha completado el desarrollo de un radioenlace para 11 GHz en diseño VSEP* que producirá una potencia de transmisión de 20 vatios. Este equipo se ha previsto para la transmisión de 1800 canales telefónicos o, alternativamente, una señal de televisión en color con hasta 4 canales de sonido.

Ya ha comenzado la producción piloto. Las primeras unidades estarán disponibles a comienzos de 1975.

Standard Telephon und Radio A.G., Suiza

La primera red de transmisión telegráfico basada en el sistema de conmutación de mensajes Datasystem DS 4-12.

El día 22 de octubre de 1973 se conectó en la oficina central de la Societé Paragon (Boulogne-Billancourt, Francia) la primera red de transmisión controlada por un conmutador de datos electrónico del tipo Datasystem DS 4-12.

Este sistema que en la actualidad interconecta las cinco plantas de fabricación de la oficina central, maneja automáticamente toda la información administrativa, tal como se requiere para una marcha uniforme de los asuntos. La red se podrá ampliar posteriormente hasta alcanzar un máximo de 16 nuevas plantas, de tal forma que podrá manejar todos los encargos y suministros de la Societé Paragon. Con la utilización del sistema DS 4-12, la Societé Paragon, una de las principales fabricantes de impresos para proceso de datos, trata de mejorar sus servicios a los clientes, tanto en lo que respecta a la rapidez como a la seguridad de la transmisión de datos entre los departamentos comerciales y las factorías.

El sistema de conmutación de mensajes Datasystem DS 4-12 (el último de los centros de conmutación de mensaje electrónicos desarrollados por la Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, empresa francesa de ITT, formando parte de su familia Datasystem DS 4) acepta todos los mensajes en tiempo real, analiza los indicadores de ruta incluidos en las cabecezas de los mismos y encamina los datos tan pronto como hay línea de salida disponibles. Cuando dichas líneas de salida están ocupadas, los mensajes se almacenan temporalmente en la memoria. Este sistema de transmisión posibilita la conexión de líneas telegráficas con distintas velocidades de transmisión. El sistema DS 4-12, que puede ser conectado a la red pública de telex, es capaz de enviar mensajes automáticamente hasta a 36 estaciones receptoras diferentes, a una velocidad de 50 ó 75 baudios.

En breve plazo se pondrán en marcha otras dos instalaciones DS 4-12 para dos organizaciones bancarias extranjeras, conectándose en este caso a la red pública de télex. Con este encargo el Departamento de Proceso de Datos y C.G.C.T. ha vendido hasta el momento más de 30 centros de conmutación electrónica de mensajes DS 4.

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques,
Francia

Ya se ha instalado el primer TCS-2.

El primer TCS-2 ha sido expedido dentro del plazo previsto, en diciembre de 1973. El sistema, de 2.000 líneas, ha sido suministrado en Puerto Rico, siendo cortado en el mes de febrero de 1974. El TCS-2 es un sistema de control con programa almacenado que utiliza dos miniordenadores ITT 1650 con carga repartida. En Comunicaciones Eléctricas (volumen 48/4) aparecieron varios artículos sobre sistemas TCS que incluyen configuraciones con PABX (Private Automatic Branch Exchange = Central automática privada) y centrales públicas.

ITT Telecommunications, Estados Unidos de América

Se ha expedido el primer TE-400 A AIOD.

En diciembre de 1973 salió el primer cuadro de AIOD (Automatic Identification of Outward Dialing = Identificación Automática de Llamada Saliente). El sistema TE-400 A AIOD proporciona automáticamente a la unidad de identificación automática de llamada saliente de la central la identidad del circuito de línea (CO-AIOD), sea de servicio o de conferencia, así como la del enlace, para el cómputo de mensajes. La nueva configuración viene a ampliar la línea de productos TE-400 A.

ITT Telecommunications, Estados Unidos de América

* Marca registrada del sistema ITT

Para solicitar separatas de artículos publicados en este número e información sobre precios, se ruega escriban a:

P. Mornet
Managing Editor, Electrical Communication
18—20, rue Grange-Dame-Rose
78140 — Vélizy-Villacoublay, France

Solamente pueden aceptarse pedidos por cantidades de al menos 100 separatas de cada artículo.