

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

Revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

VOLUMEN 55 (1980) NUMERO 3 RESUMEN

Comunicaciones Eléctricas presenta las investigaciones, los desarrollos y las realizaciones conseguidas por ITT y sus compañías asociadas.

Publicada desde 1922 en su versión inglesa, aparece ahora editada en cuatro lenguas. Se distribuye en el mundo entero.

Se invita a los ingenieros de ITT a proponer proyectos de artículos, cuyos resúmenes deben enviarse al editor internacional para su consideración.

Director

Lester A. Gimpelson, Bruselas

Editor Comunicaciones Eléctricas

Juan Antonio Gómez García, Madrid

Editor Electrical Communication

Michael Deason, Harlow

Editor Elektrisches Nachrichtenwesen

Otto Grewe, Stuttgart

Editor Revue des Télécommunications

René Thévin, París

Las direcciones de los editores se dan en la página 256.

Presentación	162
Sistemas auxiliares de telecomunicación, por <i>L. A. Gimpelson</i>	163
Sistema de asistencia a posiciones de operadora (OPAS), por <i>A. D. Smith</i> y <i>J. R. Cass</i>	169
Introducción del OPAS-I en la red telefónica de Suecia, por <i>P. Abrahamsson</i> , <i>E. Persson</i> y <i>B. Jacobson</i>	177
Evolución del sistema OPAS-II, por <i>D. M. Davidson</i>	184
Sistema de tarificación de abonados, por <i>R. Cohen</i> y <i>J. B. Connell</i>	192
Equipo de prueba de líneas a distancia, por <i>E. Bradning</i>	202
Simulador universal de llamadas para prueba de centrales, por <i>R. M. Metzger</i> y <i>E. Staber</i>	210
Simuladores de llamadas locales, por <i>W. Jobner</i>	217
Desviador de llamadas CADI, por <i>W. Jobner</i>	221
Sistema de traducción centralizada para central intercontinental PENTACONTA, por <i>F. Laliccia</i> y <i>M. Mayer</i>	225
Sistema electrónico de traducción centralizada: Estructura del equipo, por <i>C. P. Maggio</i>	235
Medidas de tráfico mecanizadas: Una aplicación global para una administración, por <i>L. F. Nombela Gómez</i>	241
ESCU/CORU. Ampliación de las prestaciones de los sistemas de conmutación electromecánica, por <i>C. Dall'Olio</i> , <i>G. Lanzi</i> y <i>L. Pizzini</i>	249



La foto de la portada muestra unos pocos ejemplos del amplio margen de los sistemas Auxiliares para Telecomunicación ya disponibles en ITT.

Se diseñaron para ofrecer facilidades adicionales a los abonados y a las administraciones a un costo relativamente bajo utilizando módulos periféricos controlados por microordenador.

Presentación

A medida que se van incorporando los avances tecnológicos a las sucesivas generaciones de sistemas de conmutación, se van haciendo más notables las diferencias entre los servicios que se pueden ofrecer a los abonados con los equipos antiguos y los modernos. Hoy día conviven en las redes existentes los sistemas paso a paso, rotary, de barras cruzadas, con control por programa almacenado, tanto analógicos como digitales y, por último, los sistemas digitales con control distribuido. Las Administraciones y los fabricantes han de decidir como salvar las diferencias entre generaciones: sustituyendo las centrales antiguas o mejorando y actualizando sus prestaciones. Cualquier labor de mejora que se proponga habrá de tener muy presente que hay que ofrecer a los abonados una calidad y unos servicios en todo comparables a los ofrecidos por las centrales más modernas, y deben asimismo brindarse a la Administración los recursos de operación y mantenimiento de la actual generación de sistemas.

En el penúltimo número de *Comunicaciones Eléctricas* se describía un esquema de modernización específico para centrales PENTACONTA*; con él se lograba un equilibrio entre todo el potencial de la moderna tecnología y el requisito de que se pudieran ampliar las centrales PENTACONTA antiguas con los módulos del nuevo PENTACONTA 2000.

Los artículos contenidos en este número describen una serie de unidades cuya misión es la de servir para la modernización de una amplia gama de equipos de telecomunicación existentes, y la de ofrecer nuevos servicios y los ya tradicionales de las centrales con control por programa almacenado. También han de procurar la centralización y la normalización de las comunicaciones hombre-máquina, tanto para los equipos antiguos como para los nuevos.

Los sistemas auxiliares para telecomunicación SAT, (TSS en la literatura inglesa) denominan a una familia de nuevos sistemas orientados a la finalidad más arriba expresada y permiten que las Administraciones salvaguarden sus inversiones en planta contra la obsolescencia, mejoren sus medios de operación y mantenimiento, y ofrezcan unos servicios de abonados uniformes y crecientes. Los SAT son una serie de módulos controlados por mini y microprocesadores, diseñados para ser utilizados como una amplia gama (tipos y fabricantes) de equipos existentes. Para este número, dedicado a los SAT, hemos seleccionado unos cuantos artículos que tratan del sistema OPAS para la automatización de los servicios de operadora; del probador de líneas remoto, para modernización de la prueba remoto de líneas; del CADI, que permite añadir a las centrales existentes el servicio de ofrecimiento de llamadas, típico de los sistemas con control por programa almacenado; del sistema ESCU, para mantenimiento centralizado de las centrales electromecánicas; y de la facturación detallada para abonados conectados a centrales convencionales, o centralitas privadas. La introducción describe detalladamente la filosofía de los SAT, y los otros cinco artículos se refieren a otros tantos módulos SAT.

El crecimiento de la familia SAT seguirá su marcha para satisfacer las necesidades de las Administraciones y de los abonados; las unidades cada vez serán más sofisticadas, a medida que vaya avanzando la tecnología que las sustenta. A medida que se vayan introduciendo nuevos módulos SAT, se incluirán los correspondientes artículos en futuras ediciones de *Comunicaciones Eléctricas*.

* Marca registrada del sistema ITT

R. COHEN
ITT Europa

Sistemas auxiliares de telecomunicación

La amplia y creciente familia de sistemas auxiliares de telecomunicación de ITT persigue dos finalidades primordiales. En primer lugar, la utilización de la avanzada tecnología de microprocesadores para modernizar el equipo telefónico existente y alargar así su vida económica útil. En segundo lugar, la prestación de nuevos servicios que se pueden implementar mejor con el equipo periférico que con los procesadores de conmutación de las centrales modernas.

LESTER A. GIMPELSON
ITT Europe Inc, Bruselas, Bélgica

Introducción

La tecnología de las telecomunicaciones ha avanzado rapidísimamente en los últimos años, dando lugar a nuevos servicios y mejor calidad de funcionamiento dentro del campo de la telefonía, todo ello además con un coste menor que con los sistemas más primitivos. El "distanciamiento generacional" que así se ha ido produciendo entre los equipos de transmisión y conmutación antiguos y modernos ha originado un análisis de las necesidades de modernización de los equipos existentes, como medio para mantener su vida útil, ya que no hay que olvidar que las instalaciones existentes representan una enorme inversión de capital. Mediante la utilización de módulos basados en mini-y en microordenadores, se han desarrollado los sistemas auxiliares de telecomunicación (SAT) de ITT, con el fin de que las centrales electromecánicas dispongan de las prestaciones y servicios (tanto para las Administraciones como para los abonados) que hoy día son habituales en las centrales controladas por ordenador. Otra finalidad es que todas las generaciones de equipos de telecomunicación puedan disponer de aquellos servicios nuevos que se implementan mejor con modernas unidades periféricas de los equipos de conmutación y transmisión.

La gama de productos SAT es el resultado de aplicar la nueva tecnología (¡la culpable de todo!) a los elementos básicos del problema:

- la compatibilidad entre distintas generaciones de equipos,
- el carácter de sector de capital intensivo de la telecomunicación,
- la larga vida de los equipos (más de 30 años),
- el rapidísimo ritmo actual de avance de la tecnología.

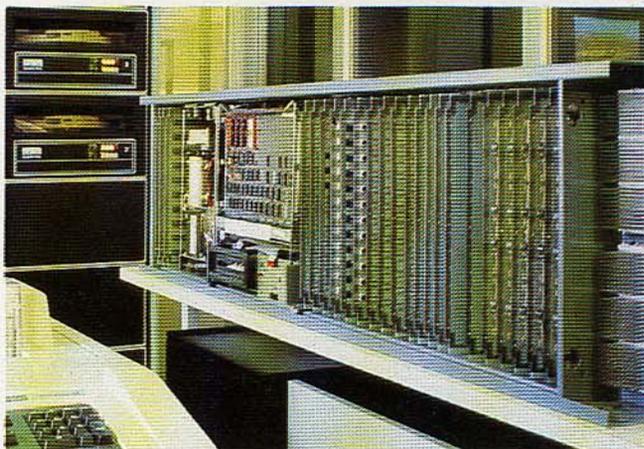
Este tipo de solución puede ser a su vez un ejemplo para otros sectores industriales que se enfrenten a situaciones de cambio tecnológico parecidas.

Descripción general de los SAT

La inversión en equipos para telefonía en todo el mundo es enorme; la instalación sigue creciendo a un ritmo de 25 millones de teléfonos al año, siendo aún mayor la tasa de crecimiento de los servicios no puramente telefónicos. Junto con este crecimiento hay un rápido avance de la tecnología que está cambiando las técnicas telefónicas y los servicios ofrecidos a los abonados y a las Administraciones. Los sistemas auxiliares de telecomunicación se pueden definir como sistemas periféricos de los elementos básicos de conmutación y transmisión de una red de comunicaciones. Son los medios para poder disponer en las instalaciones existentes de los nuevos servicios que hoy día son eco-

nómicamente viables en los equipos de conmutación y transmisión modernos. Los SAT proporcionan asimismo una serie de prestaciones totalmente nuevas, tanto en las instalaciones nuevas como en las existentes, para mejorar la calidad del servicio, reducir los gastos de explotación e introducir nuevos servicios. La variedad de las aplicaciones de los SAT es ciertamente grande, tal y como se muestra en la tabla 1.

Es evidente que algunos conceptos son totalmente nuevos y que son aplicables tanto a las instalaciones existentes como a las nuevas; ciertas prestaciones están ya incluidas en los equipos nuevos, y gracias a los SAT, se dispondrá también de ellas en las instalaciones antiguas; otras por último, son el medio para la normalización y centralización



Unidad de traducción electrónica. Forma parte del sistema central de traducción que se ha desarrollado para mejorar la central intercontinental de barras cruzadas de Italcable en Acilia. Se emplea control por microprocesador para optimizar el encaminamiento de las llamadas y permitir la facturación detallada a los abonados.

de servicios o del mantenimiento de una gran variedad de tipos de equipos.

Dada la creciente sofisticación de las redes modernas, las posibilidades de recopilación y procesamiento de datos de los módulos y centros SAT, permiten al personal de la Administración planificar con precisión la red y posteriormente explotarla económicamente, incluyendo las funciones de gestión de red - la clave para conservar la calidad de funcionamiento. Para dicho personal es una característica importante de potenciación del trabajo.

Con los productos SAT se persigue una finalidad doble. En primer lugar, utilizar la tecnología avanzada para modernizar los equipos telefónicos existentes, alargando así la vida económica útil. En segundo lugar, proporcionan

Tabla 1 – Principales aplicaciones de los SAT

<p>Mantenimiento y tráfico</p> <p>Prueba de líneas y enlaces (local o remota) Simulación de llamadas Pruebas de instalación Supervisión de la central Medidas de transmisión Medida automática de tráfico (remota y centralizada) Centros y operaciones de gestión de red Alarmas remotas Servicios de mantenimiento centralizado</p> <p>Registro de datos de tarificación</p> <p>Facturación global o detallada Cómputo en contadores Análisis de tarifas Centralización de la tasación Detalles sobre extensiones en el caso de centralitas (facturación)</p> <p>Servicios de operadora</p> <p>Posiciones automatizadas de operadora de asistencia Servicio de información Posiciones de interceptación Llamadas de despertador Información general, hora, tiempo</p> <p>Modernización de equipos</p> <p>Registradores electrónicos para centrales electromecánicas Receptores de teclado Traducción electrónica (para encaminamiento) Desvío o reencaminamiento de las llamadas Asignación mecanizada en el repartidor principal</p> <p>Procedimientos administrativos</p> <p>Proceso y control de las órdenes de servicio Actualización de guías Análisis financiero, de ingresos y de resultados</p>
--

aquellos nuevos servicios cuya implementación se lleva a cabo más fácilmente con equipos periféricos que con los procesadores de conmutación.

La familia de productos SAT representa un ejemplo de utilización de la tecnología moderna, que de otra manera convertiría en obsoletas las generaciones anteriores de equipos de telecomunicación, para ampliar sustancialmente la vida de los equipos. Este enfoque frente a la tecnología cambiante se puede aplicar a otros sectores distintos de la comunicación, representando el medio por el cual un fabricante responsable puede proteger las inversiones actuales de sus clientes, lo cual en el fondo representa una actitud ecológicamente consciente ante la modernización.

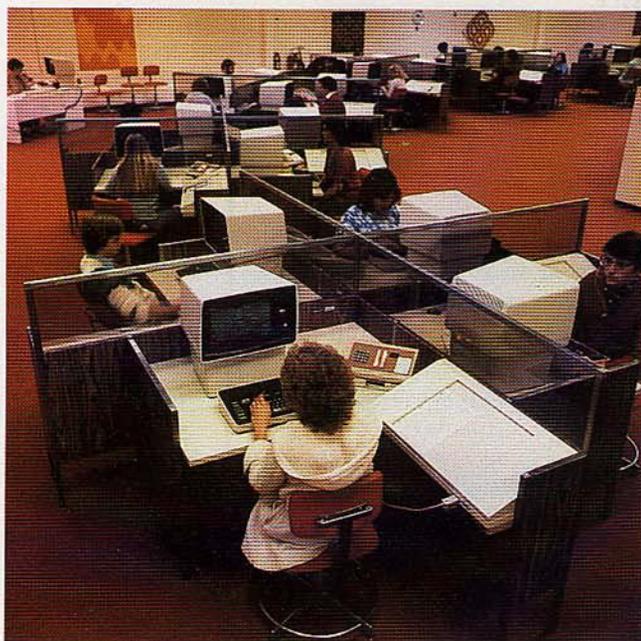
Estructura básica

A diferencia de lo que ocurre con las unidades de transmisión y centrales, en cierto modo monolíticas, encargadas de las funciones telefónicas básicas, la gran variedad de aplicaciones de los equipos SAT impide el diseño de una "unidad SAT" tal y como se diseñaría "una central". Dado que los requisitos funcionales establecidos por las Administraciones para los SAT son tan variados, la familia de productos SAT está formada por una serie de módulos que se utilizan individualmente o equipados, dependiendo del caso concreto.

Como la gama de aplicaciones es tan diversa, es difícil estructurar un catálogo de equipos SAT. La clasificación se puede abordar desde dos puntos de vista, cada uno de los cuales describe enteramente el campo de los SAT.

Clasificación según la aplicación del equipo (A):

- 1) Modernización, sobre todo haciendo que las centrales electromecánicas puedan brindar prestaciones similares a las ofrecidas por las centrales con control por programa almacenado, ya sean analógicas o digitales.
- 2) Centralización, proporcionando una serie de funciones uniformes y centralizadas para una serie de tipos de equipos de transmisión y de conmutación, incluyendo los más modernos.



Sala de consulta de guías telefónicas presentando las consolas de operadora para un sistema basado en ordenador de Computer Consoles Inc incluida en la lista de productos TSS de ITT.

- 3) Nuevas prestaciones y servicios, tanto para las Administraciones como para los abonados (nuevas fuentes de ingresos) cuando la implementación de unidades SAT periféricas resulta más ventajosa que la incorporación, dentro de los procesadores, de una central con control por programa almacenado.

Clasificación según la organización de la Administración (B):

- 1) Departamentos de ingeniería. Recogida y proceso de datos para:
 - a) evaluación del comportamiento y del rendimiento económico,
 - b) predicción y planificación de crecimiento de la red.
- 2) Departamentos de explotación. Supervisión del funcionamiento de la red para:
 - a) mantenimiento,
 - b) control en tiempo real del tráfico (gestión de red), configuración de la red, restauración, etc.

c) servicios de operadora (asistencia, información, intercepción).

3) Departamentos comerciales y de ventas. En el sentido de ofrecer nuevos servicios, fuente de nuevos ingresos, que aumenten el rendimiento de la planta telefónica y atender las nuevas necesidades de comunicación de los abonados residenciales y profesionales.

Aunque cada una de estas clasificaciones cubre por sí misma todo el campo de los SAT, sus enfoques totalmente diferentes nos sirven para comprender mejor el potencial de los equipos SAT. La primera clasificación, basada en la aplicación, constituye la base sobre la que está organizado este artículo; sus tres apartados (modernización, centralización y nuevas prestaciones) se describen en los párrafos siguientes, haciendo referencia a los conceptos que aparecen en la segunda clasificación, basada en la organización de la Administración.

Modernización

Durante los últimos 10 años se han estado instalando sistemas digitales de transmisión y centrales semielectrónicas controladas por procesador y, desde hace muy poco, centrales totalmente electrónicas o digitales. No obstante, en muy pocos países las centrales semielectrónicas y electrónicas representan más del 10% de las líneas instaladas. Los aspectos económicos de la planta telefónica hacen que se suponga una vida útil de 30 años o más, siendo ésta fácilmente conseguible por la industria; hoy día todavía funcionan perfectamente muchas centrales que tienen más de 50 años. Los principales problemas que aparecen en estas centrales con equipo viejo son cómo proporcionar nuevos servicios a los abonados y sus costes de explotación, que comparativamente son superiores a los de las nuevas unidades. Dada la enorme inversión ya realizada en equipo de transmisión y de conmutación, una postura realista es considerar de qué forma se podría llevar a cabo la modernización para que los servicios y las ventajas económicas que ofrece la generación tecnológica actual se puedan aplicar también al equipo ya instalado (punto A1).

La modernización de la función de mantenimiento (punto B 2a) ha sido una de las ventajas más notables de las centrales con control por programa almacenado, puesto que sus propios procesadores supervisan el funcionamiento y, en caso necesario, inician las rutinas de diagnóstico que analizan y localizan los fallos, para luego guiar al personal de mantenimiento que realiza la reparación. La consecuencia es una notable disminución del tiempo necesario para subsanar los fallos y del personal de mantenimiento, además de alguna reducción también en el nivel de capacitación de dicho personal. En el caso de sistemas de conmutación electromecánica y de sistemas de transmisión antiguos, los módulos SAT, controlados por miniordenadores y microordenadores, pueden encargarse de las tareas de supervisión, y en menor medida de las tareas de análisis y localización de fallos. Estos módulos SAT utilizan fundamentalmente los mismos puntos de prueba para la función de mantenimiento que se discute aquí (B 2a) y para las medidas para ingeniería de tráfico (B 1b) y para control de tráfico (B 2b); una vez que se han instalado los terminales de acceso para una de las funciones, los datos

que se recojan se pueden procesar en tiempo real para mantenimiento y control de tráfico, o se pueden guardar en archivos históricos, para realizar predicciones.

Como cada generación de equipo electromecánico dispone de distintos medios para el mantenimiento (y las medidas de tráfico), el enfoque modular de las unidades SAT permite una combinación óptima de las funciones de mantenimiento requeridas con las que ya ofrece el equipo de conmutación. Análogamente, las unidades SAT para medida de tráfico, complementan los medios ya incluidos en las centrales. Estas dos funciones, mantenimiento y tráfico, tan fuertemente interrelacionadas, quedan facilitadas porque el equipo SAT proporciona una uniformidad en la explotación y en la presentación de datos, desde la perspectiva del personal de explotación, aunque sean muy diversos los equipos de transmisión y de conmutación. Utilizando el lenguaje moderno, diríamos que el equipo SAT presenta un interfaz hombre-máquina único entre las distintas instalaciones de conmutación y transmisión, y el personal de la Administración.

Centralización

Al suministrar los medios para la recogida y proceso de datos (para mantenimiento, medidas de tráfico, etc.) junto con la uniformidad de la presentación de los datos y la normalización de las operaciones (A2), se hace posible la centralización. Esta centralización implica que ciertas ta-

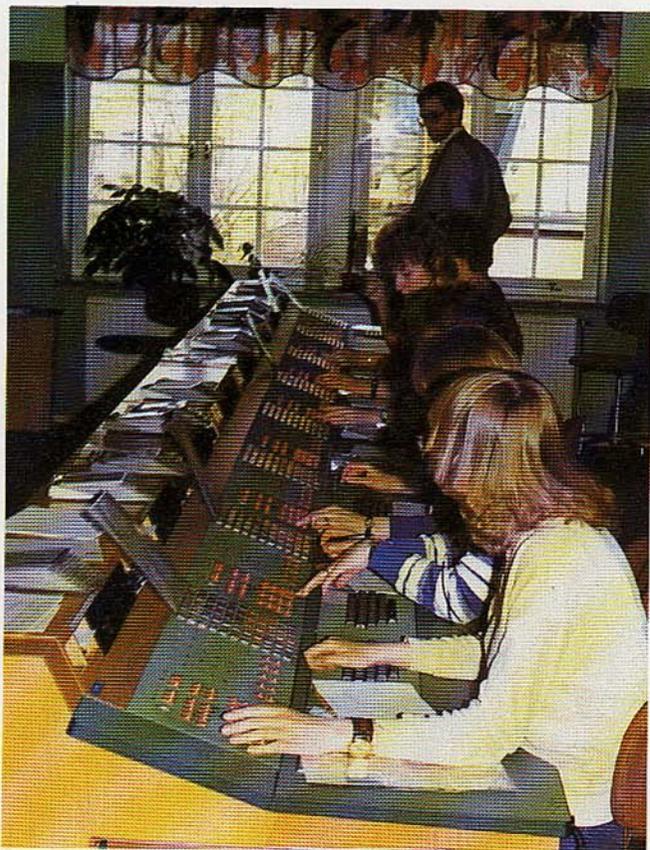


Centro de recogida y procesado de datos en una instalación Autrax. Este sistema está instalado actualmente en la red de CTNE en España.

reas de supervisión se realizan en un lugar remoto (los datos fluyen desde los equipos a un punto central) y que se tiene acceso a controles en lugares remotos (señales de control que van desde el punto central a los equipos). Esta centralización se logra fácilmente con las centrales controladas por ordenador, abarcando el mantenimiento remoto, medidas de tráfico, tarificación de llamadas, e incluso algunas reconfiguraciones de equipo. Con la asociación de módulos SAT a sistemas anteriores a los controlados por orde-

nador, se logra una normalización y centralización válida para ambas generaciones de equipos.

Las razones por las que se busca la centralización dependen de las particularidades de cada área: en las áreas rurales, la centralización de los controles y de la supervisión facilita la existencia de centrales no atendidas y evita una serie de visitas para mantenimiento innecesarias, puesto que gracias al diagnóstico remoto, se determina la gravedad de la avería (en algunos casos incluso se puede ordenar remotamente la transferencia a un equipo de reserva); o bien la recogida centralizada de datos de tráfico o de tarificación de todas las áreas sirve para entregar directamente los datos al personal de ingeniería (puntos B 1b y B 2b),



Sistema de asistencia a posiciones de operadora (OPAS-I) diseñado para la administración sueca. El centro auto-manual de Örebro está equipado con estas posiciones que aceleran el proceso de las llamadas y permiten a las operadoras ofrecer un servicio más eficaz y personalizado.

la centralización de la tarificación y las posiciones de asistencia de operadora. En estos casos, tanto los equipos nuevos como los viejos utilizan SAT.

El centro SAT, al igual que las funciones SAT individuales, ha de estar implementado modularmente, puesto que cada Administración ya habrá automatizado ciertas funciones y tendrá unas necesidades específicas. Así pues, un centro SAT incluye módulos SAT nuevos además de equipo existente. A medida que van cambiando las necesidades o se van añadiendo nuevos servicios a las redes, el centro SAT se irá modificando para poder cumplir los nuevos requisitos de la red. El propio centro se puede dividir de acuerdo con la estructura de la Administración en áreas separadas (físicamente, o sólo organizativamente) para los departamentos de ingeniería, explotación y comerciales. Hay casos en los que la introducción de los centros SAT, junto con la integración de la conmutación y la transmisión digitales está llevando a las Administraciones a reconsiderar sus estructuras organizativas.

Nuevos servicios

Las aplicaciones SAT que se han descrito en los dos párrafos anteriores están orientadas fundamentalmente hacia la potenciación y mejora de los sistemas de conmutación electromecánicos y de los sistemas de transmisión antiguos, para así garantizar una uniformidad de servicio y una compatibilidad con los equipos semielectrónicos (SPC) o totalmente electrónicos (digitales). La tercera área de aplicación SAT utiliza el potencial de estos sistemas basados en ordenadores para brindar servicios totalmente nuevos o servicios bajo una nueva forma. En ambos casos surge la cuestión de si se debe implementar un servicio en el procesador de conmutación o un módulo SAT periférico. Los criterios que avalan la decisión son la economía, la capacidad y ocupación del procesador, y la facilidad de explotación.

Se pueden analizar las alternativas utilizando como ejemplo el caso de los servicios de operadora. Estos servicios comprenden la asistencia en el establecimiento de la llamada, interceptación, información y servicios de emergencia. En el caso de la primera categoría, la labor de asistencia en el establecimiento de la llamada ha sido siempre una operación fundamentalmente manual hasta que se introdujo la electrónica en la consola de la operadora. Hoy día la mayoría de las labores de la operadora se realizan automáticamente, reduciéndose por lo tanto el tiempo que una operadora emplea en cada llamada, mejorando el servicio y haciendo posible el ofrecimiento de nuevos servicios. Un sistema de este tipo se puede implementar en los procesadores de conmutación, en paralelo con las funciones normales de tratamiento de llamadas, o mediante un módulo SAT separado, controlado independientemente*. Esta última alternativa tiene las ventajas de que ni sobrecarga los procesadores de conmutación, ni complica su software; de que es independiente de los diferentes sistemas de conmutación del área; y de que centraliza las funciones de la operadora en un lugar adecuado.

* Las centrales digitales que emplean un control distribuido no tienen procesadores centrales grandes. Así pues, se necesitan sistemas SAT de operadoras con sus propias unidades de control por microprocesador; su estructura sigue la tendencia de la central digital hacia el control distribuido.

eliminando el equipo local de registro (ventaja para el mantenimiento) y permitiendo que se inicien acciones de gestión de red en tiempo real.

Incluso las redes con una tasa de crecimiento moderada y en las que están planificadas algunas sustituciones de los equipos más antiguos presentarán una mezcla de equipos nuevos y viejos durante muchos años, por lo que los equipos SAT proporcionan los medios para la centralización, para varias generaciones de equipos. Más aún, en el caso de algunas centrales controladas por ordenador, se ha hallado que es más conveniente utilizar unidades SAT periféricas para realizar ciertas tareas, en lugar de cobrecargar los procesadores de conmutación. Entre estos ejemplos se incluye



El sistema OPAS-II para automatización de posiciones de operadora. Esta unidad controlada por microordenador y conectable a las posiciones puede emplearse con casi todos los cuadros de conmutación manual para mejorar el servicio que prestan las operadoras.

Al igual que con el método ya citado para modernizar el equipo de conmutación antiguo, las posiciones de operadora actuales (incluso las que utilizan cordones) se pueden conservar, añadiendo a las consolas existentes un módulo SAT especialmente eficaz desde el punto de vista de coste, denominado sistema de ayuda a las posiciones de operadora (operator position assistance system = OPAS), el cual se encarga de las tareas de operadora en las que se pierde más tiempo (anotación de llamadas, medida del tiempo, cálculo del precio de la llamada), pero sin interferir en las conexiones actuales entre las posiciones y las centrales. Con este enfoque modular se puede tener un nuevo sistema de operadoras totalmente automático, funcionando junto con una gran variedad de centrales, o bien una ampliación más barata de las posiciones existentes para llevar a cabo una automatización de tareas selectivas. (Un nuevo uso de estas posiciones de operadora automatizadas, al la vez interesante y rentable, podría ser el que las organizaciones comerciales o de servicios pudieran ser alcanzadas por sus clientes en todo el país, sin que haya que hacer referencia a su número telefónico local: un abonado que quiera llamar a una compañía aérea, al proveedor de combustible para la calefacción, o al Defensor del Pueblo, marcará un código abreviado, dirá a la operadora a quien quiere hablar, y la posición establecerá una conexión con el lugar adecuado, según donde se halle el abonado, y facturará la llamada al destinatario). Los ahorros de explotación que pueden obtener las Administraciones, como consecuencia de la ampliación (OPAS) o de la instalación de nuevas posiciones automatizadas, pueden ser aún mayores dada la importante reducción del procesamiento de la información de tarificación, puesto que las salidas de los módulos SAT son compatibles con los ordenadores comerciales.

A diferencia de lo que ocurre con la implementación de asistencia a las posiciones de operadoras, los sistemas para el servicio de información son evidentemente independientes de las centrales de conmutación, excepto en lo relativo a la distribución de llamadas a las operadoras. En este

caso, los módulos SAT ofrecen a los abonados unos servicios notablemente mejorados, a la vez que reducen sustancialmente los costes de explotación para las Administraciones. Estos sistemas utilizan avanzados terminales, sofisticados algoritmos de búsqueda, eficaces métodos de actualización incluyendo entrada directa a los módulos de impresión de guías, y flexibilidad para la localización por la operadora (posiciones remotas o centralizadas). Los algoritmos de búsqueda utilizan hoy día la fonética y otros algoritmos sensibles al lenguaje para encontrar nombres mal pronunciados o deletreados por el demandante.

A escala mucho más pequeña, un módulo SAT se encarga de la automatización de los servicios de despertador, marcando el abonado directamente al módulo las instrucciones necesarias para ser llamado posteriormente a la hora elegida. Otros pequeños módulos proporcionan al abonado una lista detallada de todas las llamadas facturadas a su teléfono, su centralita privada, o a líneas individuales de su centralita. (También hay un sistema SAT completo que registra los detalles de las llamadas para una central entera, o que verifica selectivamente la fidelidad de los contadores de abonado).

Este área de nuevos servicios proporcionados por los módulos SAT tiene un gran potencial como fuente de ingresos para las Administraciones. En general la inversión necesaria para módulos SAT puede ser bastante moderada (en comparación con las inversiones en equipo de transmisión y conmutación) y el período de recuperación de la inversión suele ser mucho más corto que el correspondiente a las inversiones en equipos de telecomunicación.

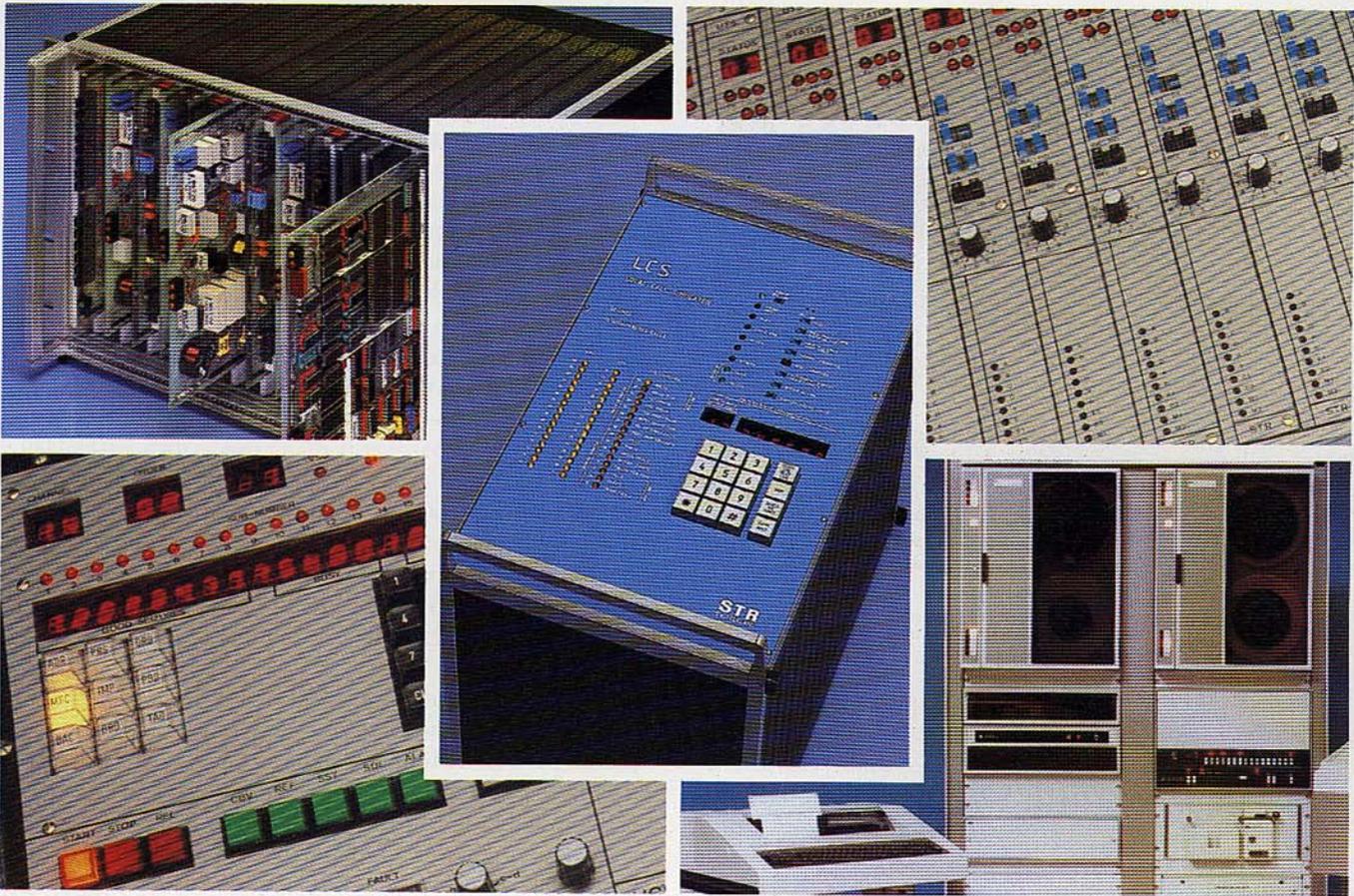


Un probador remoto de líneas que puede ser utilizado para prueba de líneas desde una posición central sobre cualquier tipo de medio de transmisión.

El control por microprocesador garantiza flexibilidad y que el sistema puede usarse con todos los tipos de centrales.

Aplicación de la tecnología y la experiencia a los SAT

El éxito de los sistemas auxiliares de telecomunicación de ITT es el resultado de combinar un minucioso conocimiento y experiencia en redes de telecomunicación y funciones de explotación, junto con una experiencia en la aplicación de la tecnología avanzada para satisfacer los requerimientos de las Administraciones y de los abonados.



Un grupo de productos TSS disponibles en ITT. En el centro, un simulador local de llamadas; arriba a la izquierda, un desviador de llamadas; abajo izquierda, un simulador universal de llamadas; arriba a la derecha, un grupo de simuladores de enlaces; y abajo a la derecha, un sistema de tarificación de abonados.

Tras haber decidido que los SAT constarían de una serie de módulos, su diseño hubo de ser cuidadosamente controlado para garantizar su aplicabilidad general en mercados muy dispares, dado su coste relativamente bajo y la pequeña dimensión de sus mercados; la clave está en unos interfaces normalizados y en una ingeniería de clientes mínima. Estos requisitos se adaptan bastante bien al diseño con mini- y microprocesadores, y van de la mano del control distribuido en las centrales digitales. Evidentemente, la experiencia de ITT en estas nuevas centrales digitales ha ayudado al diseño de los SAT.

Igualmente importante para las labores de ingeniería ha sido el correcto análisis de las necesidades de explotación de las Administraciones y de las expectativas de servicio de los abonados, ambas dentro de un entorno económico realista.

Conclusiones

Lo que podría haber sido un importante problema de modernización para las Administraciones que se enfrentan a una revolución tecnológica jamás habida en esta industria, ha sido solucionado utilizando precisamente esa misma tecnología para conservar económicamente el equipo existente, con un mejor funcionamiento y con nuevos servicios; los equipos más antiguos y los más modernos conviven hoy día en la red amigable y rentablemente.

Otras industrias, intensivas en capital, que emplean equipos de muy dilatada vida, se enfrentan a situaciones similares. Al igual que la industria de telecomunicación, pueden utilizar la nueva tecnología para proteger sus inversiones a la vez que modernizar su industria. Como ya se ha dicho, éste es el enfoque para una modernización ecológicamente responsable.

Agradecimiento

En la preparación de este artículo han prestado una ayuda inestimable Reinher Kieffer, director adjunto de la línea de productos para SAT, y Roger Cohen, director técnico adjunto para SAT, ambos pertenecientes a la Dirección de ITT Europa, en Bruselas. El autor desea darles sus más expresivas gracias.

Lester A. Gimpelson es director técnico de sistemas de telecomunicación, en la Dirección de ITT Europa de Bruselas en donde tiene responsabilidades en las áreas de planificación de sistemas de telecomunicación, planificación de redes (incluyendo la introducción de sistemas digitales e ISDN), investigación en tráfico y sus aplicaciones; es también editor ejecutivo de la revista técnica de ITT, *Electrical Communication*. El Sr. Gimpelson obtuvo los grados BS, MS y EE en ingeniería eléctrica en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, en donde también fue instructor. Fue supervisor en los Bell Telephone Laboratories antes de su ingreso en ITT Nueva York en 1968; se trasladó a ITT Europa en 1973.

Sistema de asistencia a posiciones de operadora (OPAS)

Muchas de las tareas que recaen sobre las operadoras telefónicas son de naturaleza puramente burocrática y ocupan un tiempo que se podría aprovechar ventajosamente en el tratamiento de las llamadas. Un nuevo sistema de asistencia a posiciones de operadora controlado por microprocesadores, el OPAS-I, descarga a las operadoras de estos trabajos rutinarios, aumentando así su eficacia y proporcionando a los abonados un servicio de mejor calidad.

A. D. SMITH

J. R. CASS

Standard Telephones and Cables Limited, Londres, Reino Unido

Introducción

El sistema OPAS es un sistema de asistencia a posiciones de operadora, basado en microprocesadores, concebido para desempeñar las funciones burocráticas que actualmente recaen sobre las operadoras telefónicas, entre las cuales podemos citar:

- registro de los datos de la llamada en tickets de conferencia interurbana
- buscar en archivos para encontrar tarifas, pasos de cómputo, información de encaminamiento, clase de servicio, etc.
- cálculo de la tasación para llamadas con "aviso de duración" y con "petición de tasación"
- registro de mensajes de abonados en los servicios de "quien ha llamado" y "abonado ausente".

Al realizar estas funciones meramente de trámite, el OPAS facilita la misión de las operadoras, mejora su eficiencia y proporciona un mejor servicio a los abonados.

En este artículo se describe la primera generación del sistema OPAS. En el siguiente artículo [1] se expone la primera realización práctica de este sistema, denominado OPAS-I. El tercer artículo [2] trata de la segunda generación, OPAS-II, que facilita la puesta en juego de las posibilidades del sistema, a nivel de una central existente, añadiendo inteligencia a la posición de operadora. Como resultado se simplifica grandemente tanto la instalación física (ingeniería mecánica) como la integración de las facilidades propias del OPAS (ingeniería de programación), y el sistema queda virtualmente independiente de la central de conmutación que lo alberga.

Evolución del servicio

Las centralitas tienden a subsistir durante un tiempo muy largo. Existen centralitas manuales, todavía en uso, que se pusieron en servicio en los años 20 para conectar llamadas locales entre abonados privados. Desde aquellos días lejanos, han ido evolucionando las centralitas para introducir el cómputo de tiempo, bien por un reloj en cada circuito de cordón, o mediante un reloj asociado a la posición de operadora, en el cual se perforan tarjetas para medir la duración de las llamadas. También se han modificado para producir señales de aviso de tiempo - del tipo utilizado en cabinas públicas - que permitan a las operadoras recabar el cobro de las llamadas. Ha variado también el encaminamiento del tráfico, pasando de local a interurbano, internacional e incluso, en ciertas regiones, a ser cursado por estaciones móviles de radio. La evolución ha sido continua y, aunque haya disminuido el número de llamadas de

determinados tipos por la generalización de la selección automática a distancia, las operadoras no han podido desaparecer. Por el contrario, su número tiende a mantenerse en un nivel estable, ofreciendo servicios nuevos y perfeccionados a los abonados.

Las tareas de las operadoras son ahora más diversas, lo cual ha aumentado la complejidad de su labor y les exige mayor flexibilidad y un superior entrenamiento. Algunas Administraciones han intentado salvar estas dificultades especializando las operadoras según clases específicas de llamadas. Esto, sin embargo, no siempre es satisfactorio y puede originar conflictos en períodos de escasez de personal (por ejemplo, cuando operadoras de un turno de noche tienen que pasar de una posición a otra para atender una llamada de un determinado tipo).

Se ha seguido la tendencia a que las operadoras atiendan a funciones cada vez más complejas, aunque con muy poca ayuda de equipos especializados. El uso de tickets para anotar la tasación de las llamadas es un claro ejemplo de lo anterior. En efecto, al aumentar el número de tickets las Administraciones han introducido equipos y sistemas para facilitar su manejo, como son los tubos neumáticos que transportan los tickets entre las posiciones de operadora y el centro de facturación; el empleo de tarjetas perforadas, sensores de marcas y reconocimiento óptico de caracteres, permite al operador limitarse a registrar el número del llamante y el número del llamado, además de cualquier información especial que sea necesaria. Desgraciadamente estos sistemas presentaban una serie de inconvenientes y creaban errores en las transcripciones, lo cual daba origen a reclamaciones y diferencias en las cuentas. Era asimismo necesaria la expedición de las tarjetas a una posición centralizada, en donde costosos lectores de tarjetas intentaban transferir los datos de éstas a una cinta magnética para su procesamiento por el ordenador de facturación. Las Administraciones descubrieron entonces que los equipos lectores rechazaban muchas tarjetas, a causa de errores o por dificultades de interpretación de las mismas. En consecuencia, hubieron de crearse oficinas de verificación en cada centro de operadoras, con supervisores y operadoras de mayor categoría, encargados de comprobar laboriosamente cada una de las tarjetas, con el fin de reducir el número de las rechazadas por el equipo de lectura.

En algunos centros los tickets se emplean para informar de la duración y de la tasación siempre que un abonado llamante lo solicite. Para ello el supervisor suele ordenar cronológicamente los tickets de las llamadas completadas y cuando recibe una petición de informe rebusca entre los tickets de un determinado período, selecciona uno entre

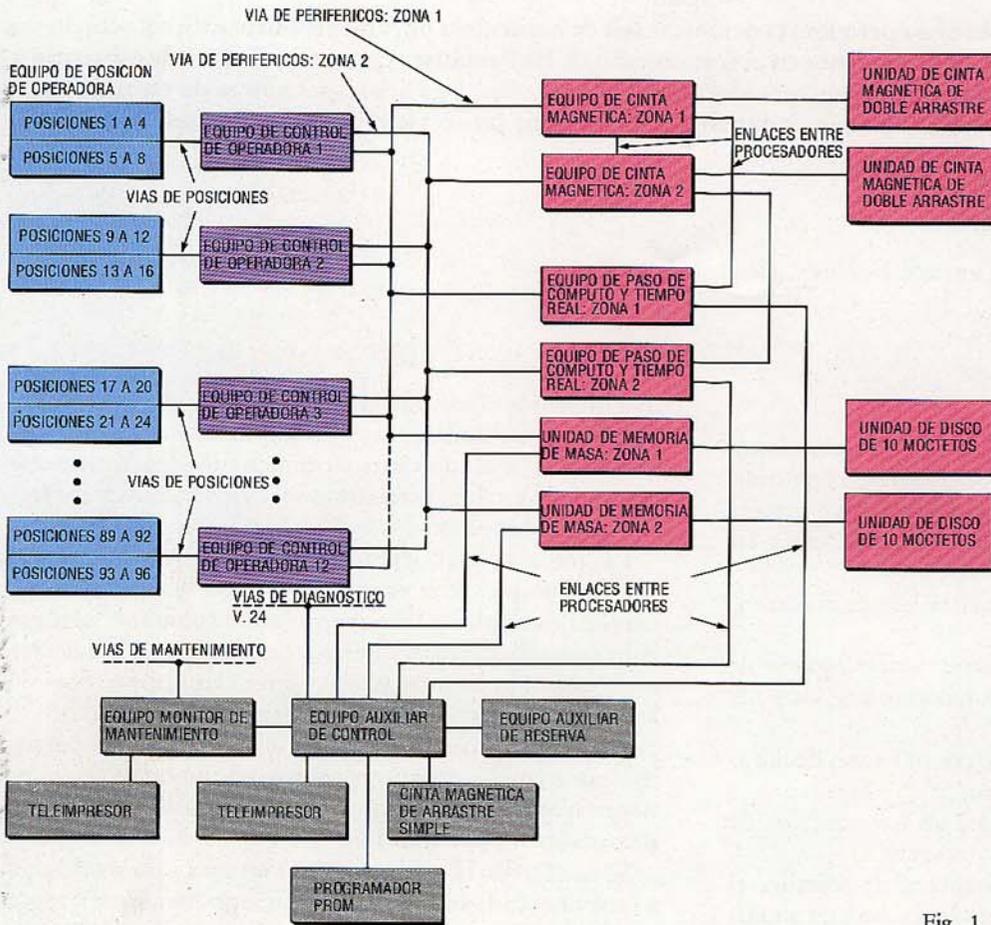


Fig. 1 Diagrama de bloques del sistema OPAS.

ellos y contesta al abonado. Esta es otra tarea burocrática susceptible de ocasionar pérdida o deterioro del ticket mientras está fuera del archivo.

Por ser predominantemente manual el sistema de tasación por tickets, la probabilidad de pérdidas es bastante elevada. Se han introducido varias técnicas para combatir la pérdida de tickets, tales como asignar un número de serie a cada ticket y hacer que el ordenador de facturación revise todas las llamadas tasables, produciendo un listado con los números de serie de los tickets que faltan. Este procedimiento es, sin embargo, muy costoso en cuanto a trabajo del centro de operadores y es excepcionalmente difícil de administrar. En último término, si se pierde un ticket nada se puede hacer para recuperarlo.

Debido a los problemas de desacuerdos en las cuentas y a la probabilidad de errores de tipo administrativo, se guardan por varios años los tickets, o copias en microfilm de los mismos. En algunos países se exige legalmente conservar los archivos durante cinco años, como medida impuesta por presión pública para contrarrestar los inconvenientes de las rutinas burocráticas.

La gestión de un centro de operadores necesita, en los tiempos actuales, disponer de estadísticas sobre:

- tiempo de respuesta de la operadora
- tiempo de establecimiento de la llamada
- duración de la llamada
- número de llamadas atendidas por la operadora
- número de llamadas conseguidas

- número de llamadas fallidas
- número de llamadas de servicio
- número de llamadas de información
- número de llamadas que utilizan una determinada frecuencia de servicio de radio móvil
- número de llamadas de emergencia.

Se realizan además algunos ejercicios en días dedicados a "registro" u "observación", en los que la operadora hace marcas especiales en el ticket para registrar la calidad de la transmisión o cualquier dificultad experimentada. Más tarde se analiza toda esta información y de los resultados se extrae información para planificar la mejora del servicio.

Puede apreciarse, por lo tanto, que la misión original de una operadora telefónica - conectar llamadas con rapidez y exactitud de manera cortés y solícita - se convierte en algo confuso y excepcionalmente difícil por la acumulación de tantas tareas subsidiarias. Una observación del empleo de los circuitos de cordón en una posición típica de centralita demuestra que, en el caso más favorable, una operadora con seis a ocho circuitos de cordón sólo puede mantener cuatro llamadas en funcionamiento simultáneo durante la hora cargada, mientras que la operadora de hace 25 ó 30 años mantenía a la vez 10 y en algunos casos, 20 llamadas en funcionamiento. Mucho de esta disminución en la capacidad de tratamiento de la operadora puede atribuirse a la mayor complejidad en el manejo de la llamada. También hay que tener en cuenta la desgana que surge de tareas aburridas y burocráticas.

En vista de todo lo expuesto, se sintió la necesidad de un sistema basado en ordenador que pudiera mejorar la eficiencia de la operadora de una centralita. En respuesta a esta exigencia se ha desarrollado el sistema OPAS. Este sistema se basa en el equipo de registro automático de llamadas (ACRE) del British Post Office, concebido en primer término para eliminar la confección manual de tickets [3, 4, 5, 6]. Standard Telephones and Cables (STC), asociada a ITT en el Reino Unido, ha estado estrechamente implicada en la ingeniería del ACRE para su fabricación, y ha obtenido del British Post Office licencia para suministrar el ACRE en el mercado de exportación. Se ha adaptado el diseño de este equipo para que pueda trabajar con sistemas distintos de los del British Post Office y disponer de las memorias de masa necesarias para nuevos servicios que requieren almacenar grandes cantidades de datos, con posible extracción de los mismos. El OPAS es un sistema totalmente transparente al equipo existente en la central, con el que se relaciona únicamente en la propia posición de operadora, eliminando la necesidad de modificar cualquier otro equipo de dicha posición.

Descripción del equipo

El sistema OPAS, de control distribuido por microprocesadores, se compone de cuatro subsistemas: el de control de operadoras, el de periféricos, el de mantenimiento y diagnóstico, y el de posiciones de operadora. Cada subsistema consta de varias unidades, cuyo equipamiento depende de los servicios requeridos y del número de posiciones a controlar. La figura 1 es un diagrama de bloques de una configuración típica del OPAS. Una instalación del OPAS se compone de las posiciones de operadora y de un bastidor que contiene el equipo de control. La fotografía muestra el bastidor de equipo de la primera instalación del sistema en Suecia y en la figura 2 se indica el equipo que contienen los distintos bastidores.

Subsistema de control de operadoras

Consta de varios equipos de control de operadora (ECO) cada uno de ellos con su propio microprocesador que controla, en condiciones normales de operación, hasta ocho posiciones de operadora. Los ECO están interconectados a fin de que otra unidad pueda tomar el control de las posiciones de operadora cuando falla un ECO. La sustitución se produce automáticamente, pero puede también ser forzada por una secuencia de acciones del personal de operación y mantenimiento.

- El ECO realiza las funciones siguientes:
- supervisa las llaves de la posición de operadora
 - activa los visualizadores de las posiciones
 - envía señales al equipo de conmutación para controlar el establecimiento y liberación de la llamada



Bastidor del equipo OPAS.

MICROPROCESADOR ECO 1			PERIFERICO ZONA 1 MICROPROCESADOR EPCTR 1			PERIFERICO ZONA 2 MICROPROCESADOR EPCTR 2			PERIFERICO ZONA 1 MICROPROCESADOR ECM 1			PERIFERICO ZONA 2 MICROPROCESADOR ECM 2		
UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALARMA	UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALARMA	UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALARMA	UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALARMA	UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALARMA	UNIDAD ALIM.
MICROPROCESADOR ECO 2			MANTENIMIENTO MICROPROCESADOR EMM			MANTENIMIENTO MICROPROCESADOR EAC			PERIFERICO ZONA 1 MICROPROCESADOR UMM 1			PERIFERICO ZONA 2 MICROPROCESADOR UMM 2		
		UNIDAD ALARMA RES.						UNIDAD ALIM.	CINTA MAGNETICA ARRASTRE 1		CINTA MAGNETICA ARRASTRE 2			
MICROPROCESADOR ECO 3						MANTENIMIENTO MICROPROCESADOR EAR			DISCO MAGNETICO ARRASTRE 1			DISCO MAGNETICO ARRASTRE 2		
UNIDAD ALIM.	UNIDAD ALARMA	UNIDAD ALIM.												
MICROPROCESADOR ECO 4									FORMATADOR DE DISCO 1			FORMATADOR DE DISCO 2		
									UNIDAD ALIMENTACION DISCO 1			UNIDAD ALIMENTACION DISCO 2		

Fig. 2 Disposición del equipo OPAS en un bastidor.

- observa las señales recibidas en la posición de operadoras procedentes del equipo de conmutación, con el fin de supervisar las llamadas
- informa al operador de los errores mediante visualización en pantalla
- permite al operador corregir información errónea introducida anteriormente
- intercambia información con el subsistema de periféricos
- emite informes sobre fallos detectados y datos estadísticos, que envía al subsistema de mantenimiento
- permite el acceso del subsistema de mantenimiento a la realización de pruebas de diagnóstico.

Subsistema de periféricos

Este subsistema comprende varios tipos de unidades duplicadas, controlada cada una de ellas por su propio sistema microprocesador. Los tres tipos de unidad son:

- equipo de cinta magnética (ECM)
- equipo de paso de cómputo y tiempo real (EPCTR)
- unidades de memoria de masa.

Cada tipo de periférico está duplicado por motivos de fiabilidad, teniendo acceso el ECO a cada una de las dos zonas idénticas de que se compone el periférico, a través de vías principales separadas (esto es, una vía para la zona 1 y otra para la zona 2 del subsistema). A un mismo tiempo los ECO envían datos a ambas zonas, o solicitan datos de las mismas, esperando recibir exactamente idénticas respuestas de las dos zonas. Cuando una de las zonas sufre un fallo, los ECO aceptan la respuesta de la zona que sigue funcionando y dan parte del fallo al subsistema de mantenimiento y diagnóstico.

Cada equipo de cinta magnética controla un sistema de cartuchos de cinta magnética con arrastre duplicado, que almacena la información de facturación. Los dos ECM funcionan normalmente sincronizados, con el fin de asegurar que ambas zonas del periférico producen cintas de facturación idénticas. Los ECM reciben de los ECO los datos de una llamada cuando dicha llamada ha terminado. Se realizan comprobaciones para confirmar que se ha recibido la información suficiente para la facturación de la llamada, y que la información recibida de las dos zonas es idéntica. Si los resultados de todas las comprobaciones son positivos la información se graba en el cartucho de cinta magnética y se comunica al ECO que se ha producido la facturación; en caso contrario, se informa al ECO de que ha ocurrido un fallo, y se le notifica a la operadora para que pueda efectuar correcciones sobre dicha información. Cuando el cartucho llega al final de la cinta, o hay avería en un arrastre de cinta, ambas ECM cambian a la segunda unidad de arrastre para mantener idénticas las cintas. Sin embargo, cuando un ECM no puede grabar sobre su cinta, ambos ECM pasan a funcionar en modo asíncrono, y la unidad que opera correctamente factura todas las llamadas, produciéndose sólo una cinta de facturación en tal caso.

El equipo de pasos de cómputo y tiempo real proporciona las señales de hora que necesitan las demás unidades del sistema. Para ello se comparan las señales generados por una y otra unidad del equipo, informando de cualquier

discrepancia al personal de mantenimiento a través del subsistema de mantenimiento y diagnóstico. También determina este equipo la tarifa y paso de cómputo necesarios para cada llamada, información que se basa en los códigos territoriales del abonado llamante y del llamado, transferidos por el ECO tan pronto como la operadora los introduzca. A su vez el ECO transmite a la operadora (en forma visual) la tarifa y paso de cómputo aplicable, reteniendo esta información para poder facturar a la terminación de la llamada. Las tablas de tarifa y pasos de cómputo se guardan en memoria protegida contra la escritura, siendo cualquier cambio en dichas tablas controlado por el subsistema de mantenimiento. Si una de las unidades del equipo de cómputo y tiempo real sufre un fallo, la otra unidad puede atender todas las peticiones de información de cómputo de los ECO y proporcionar a todo el sistema las señales horarias que necesite.

Cada unidad de memoria de masa controla un sistema de disco de 10 MOctetos, que proporciona la capacidad de almacenamiento necesaria para los siguientes servicios:

- categoría de abonado móvil
- mensajes "quién-ha-llamado" para abonados móviles
- mensajes "abonado ausente" de abonados móviles
- situación geográfica de abonados móviles
- números secretos de abonados móviles
- "aviso de duración y tasación" durante 24 horas.

Los ECO pueden pasar información a las unidades de memoria de masa para su almacenamiento en disco, o bien pedir la extracción de informaciones contenidas en el referido disco. Por medio del subsistema de mantenimiento se dan medios para actualizar los datos semipermanentes del disco, así como para recargar los ficheros del mismo con datos semipermanentes cuando se ha perdido o deteriorado el contenido de tales ficheros. Al igual que las restantes unidades de periféricos, la memoria de masa está duplicada, lo que permite que el sistema funcione solamente con una memoria sin degradación del servicio.

Subsistema de mantenimiento y diagnóstico

Este subsistema consta de tres unidades: equipo monitor de mantenimiento (EMM), equipo auxiliar de control (EAC) y equipo auxiliar de reserva (EAR). Cada unidad lleva incorporados sus propios microprocesadores para control y no está duplicada.

El EMM acepta los informes de fallos enviados por todas las demás unidades del sistema, registra el número de veces que ocurre cada tipo de fallo y lo compara con un nivel umbral, produciendo una alarma si dicho nivel se ha sobrepasado. Estas alarmas pueden ser de dos tipos: por lámparas y por mensajes de fallo enviados al teleimpresor.

Las lámparas de alarma son dos y están situadas en la parte superior de cada bastidor de equipo. Al encenderse la lámpara roja se señala un fallo grave, que requiere una atención inmediata; la lámpara amarilla denota fallos de carácter no crítico. Los mensajes de fallo identifican el tipo de falta y la unidad afectada, pudiendo decidir el personal de mantenimiento si se van imprimiendo los mensajes a medida que ocurren los fallos, o solamente bajo petición. También puede dicho personal modificar el umbral aplicable a cada tipo de fallo.

En el caso de que no se impriman los mensajes en el momento del fallo, se puede leer el fichero histórico de faltas en cualquier momento, o bien hacerse una impresión de dicho fichero automáticamente, cada 24 horas. El EMM recoge la estadística de las llamadas, pudiendo hacer su impresión bajo demanda o cada 24 horas. Las estadísticas cubren las llamadas totales, llamadas completadas, sin completar y tarificables, pudiendo utilizarse, entre otros fines, para identificar la hora cargada. Cada media hora se genera un mensaje de estadísticas correspondiente a ese período.



Una operadora de mantenimiento efectúa cambios en las tablas de tarifas y pasos de cómputo mediante el subsistema de diagnóstico y mantenimiento.

El personal de mantenimiento puede asimismo ordenar, mediante el teleimpresor, la inhibición de mensajes de fallo procedentes de las unidades que se desee (en cualquier número). Esto permite una vigilancia estrecha sobre los informes procedentes de determinadas unidades o de las vías principales del sistema.

El equipo auxiliar de control (EAC) proporciona medios de diagnóstico del sistema y permite actualizar y recargar las tablas, ficheros del disco y programas residentes. El personal puede acceder a este equipo por medio del teleimpresor conectado al EMM. Para ello se necesita introducir una orden en el EMM, que a partir de ese momento dirige todo el diálogo hacia el EAC. Este tiene acceso a todas las demás unidades del sistema a través de una vía principal de diagnóstico, por la cual circulan todas las peticiones de pruebas enviadas a unidades que se desee comprobar y, en sentido inverso, los resultados de dichas pruebas hacia el EAC. La mayor parte de los programas utilizados en el EAC están almacenados en cinta magnética, siendo

transferidos a la memoria solamente cuando han de ser ejecutados.

El equipo de reserva (EAR) contiene placas de circuito impreso en situación de reserva, sometidas a verificaciones periódicas. Sus fallos se participan al personal de mantenimiento a través del EMM. Cuando se toman placas del EAR para sustituir a placas averiadas en otras unidades, el personal puede dar orden al EMM para que inhiba los informes del EAR sobre la placa o placas que se le han quitado. También puede confirmarse mediante este equipo la existencia de fallos en placas sospechosas.

Subsistema de posiciones de operadora

Este subsistema está compuesto por equipos de posición de operadora (EPO), correspondiendo cada uno de ellos a una posición distinta dentro de las que están bajo el control del sistema OPAS. Los EPO no poseen inteligencia (es decir, sin control por microprocesadores), sino que se limitan a aportar la lógica necesaria para acoplar a las vías principales del ECO las señales procedentes del cuadro de operadora y de la central de conmutación, así como para accionar los visualizadores de cada posición. El cuadro contiene un teclado cuyas teclas carecen de enclavamiento, indicando por medio de un diodo luminiscente integrado en la tecla el estado activo o inactivo de la misma. La pantalla visualizadora es electro-luminiscente por corriente continua, lo cual da una presentación en amarillo sin parpadeos; puede contener 80 caracteres, cada uno formado sobre una matriz de 5×7 puntos.

Configuración de los procesadores

Cada unidad, a excepción de los EPO, está controlada por su propio sistema de microprocesador, comprendiendo además de éste los interfaces especializados de entrada y salida que se relacionan con dicha unidad (Fig. 3).

El procesador básico consta de cinco placas de circuito impreso:

- La placa del procesador, que contiene el microprocesador en sí, la lógica de control del bus de direcciones y datos, la lógica de control de interrupciones, la generación y verificación de paridad. La capacidad en direcciones de la memoria es de 64 koctetos, repartidos en bloques de 16 k. Cada uno de estos bloques puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM) o bien una memoria de sólo lectura programable eléctricamente (EPROM), con borrado por ultravioleta.
- La placa del generador de impulso suministra las señales de tiempo que requiere la unidad. Las señales de reloj se obtienen de un oscilador maestro a cristal que funciona a 20 MHz, dividiendo esta señal básica de reloj para proporcionar las frecuencias, fases y relaciones marca/espacio que se necesitan en cada unidad. También contiene esta tarjeta la lógica necesaria para reiniciar la RAM dinámica de la unidad y realizar la decodificación del bus de direcciones a fin de poder seleccionar los puertos de entrada y salida de la misma unidad.
- La placa de memoria RAM, con capacidad de 64 koctetos que pueden distribuirse en bloques de 16 k, contiene una memoria alterable dinámicamente cuyas palabras son de 9 bits (8 bits de datos y 1 de paridad). La pari-

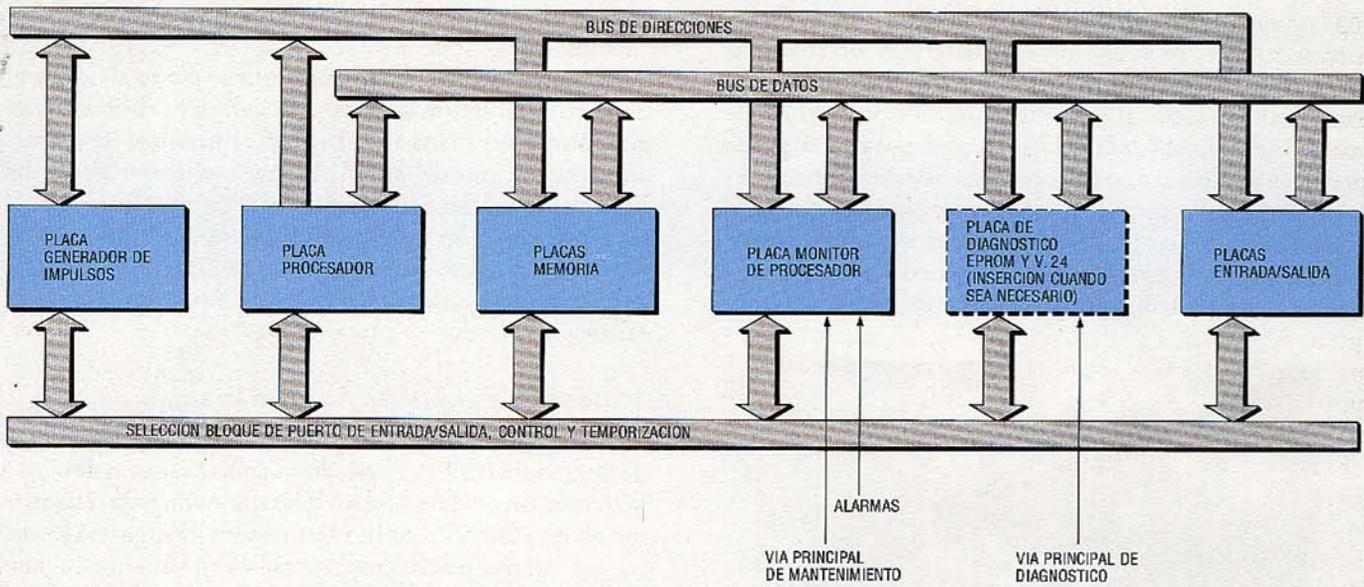


Fig. 3 Diagrama de bloques del control por microprocesadores. Existen las entradas y salidas siguientes:

- | | | |
|--|--|---|
| ECO - interfaces de posición de operadora
interfaces de periféricos (SEC). | UMM - interfaz entre procesadores
interfaz de disco. | EAR - interfaz de periféricos
interfaz de posición de operadora |
| EPCTR - interfaces entre procesadores
interfaz de periféricos (IEC). | EMM - interfaces V. 24
interfaces con vías principales de
mantenimiento. | interfaz entre procesadores
interfaz con vía principal de
mantenimiento |
| ECM - interfaz entre procesadores
interfaz de periféricos (IEC)
interfaz de cinta magnética. | EAC - interfaces V. 24
interfaces entre procesadores
interfaces de cinta magnética | interfaz V. 24. |

dad se genera por la placa del procesador en los ciclos de escritura en memoria y se verifica en los ciclos de lectura, siendo almacenada en el noveno bitio de cada palabra, como ya se ha dicho. La placa RAM contiene su propia lógica de decodificación, y proporciona medios para proteger contra escritura o inhibir la memoria en cada bloque de 4 koctetos. El margen de direcciones de la placa está determinado por el lugar en que se inserta la placa dentro del cuadro.

- La placa EPROM contiene 16 koctetos de memoria de borrado por luz ultravioleta. Asimismo incluye la lógica para decodificar direcciones, da alimentación al circuito integrado que es direccionado en la placa (solamente uno de los circuitos integrados EPROM recibe alimentación cada vez) e incorpora un circuito generador de paridad. Como en la placa RAM, su margen de direcciones está indicado por la posición dentro del cuadro.
- La placa monitora del procesador (placa PM) incorpora un temporizador de vigilancia para supervisar el procesador. Si el procesador no consigue poner en marcha a este temporizador en un determinado tiempo, se vuelve al estado inicial, inicializando así la unidad e intentando ponerle de nuevo en servicio. Si esto no se logra, es decir, si el temporizador no vuelve a funcionar después de haber puesto al procesador en condiciones iniciales, la unidad se retira del servicio. En el caso de que ésta sea un ECO, se iniciará la transferencia de las ocho posiciones de operadora que eran controladas por él a otros dos ECO, asignándose cuatro posiciones a cada uno de ellos. Cuando hay un fallo en un procesador, la placa PM provoca alarmas, a la vez visuales y acústicas, que

pueden comunicarse al sistema de alarma del edificio. Dichas alarmas pueden ser iniciadas por la propia placa PM, o bien ser generadas mediante programación a partir de datos enviados por el procesador a la placa. Los conmutadores incorporados a esta placa permiten al personal de mantenimiento controlar la unidad, por ejemplo, existen mandos para el nuevo arranque, la puesta de servicio, etc. El acoplamiento con la vía principal de mantenimiento está situado también en PM y por medio de él la unidad puede transmitir mensajes de fallo e información estadística al EMM. Esto significa que la placa PM recibe datos en paralelo del procesador y los transmite en serie por la mencionada vía principal al EMM.

Interfaces de entrada/salida

Interfaz entre ECO y posiciones de operadora

El ECO se comunica con cada una de las posiciones de operadora que controla por medio de cinco vías principales distintas. Estas vías son del tipo de línea equilibrada, para transmisión unidireccional de datos en serie. Dos de ellas se dedican a señalización desde el ECO a la posición de operadora y las otras tres, a señalización en el sentido inverso. Una de las dos vías citadas en primer lugar lleva una señal de reloj de 500 kHz; la otra transporta datos para el visualizador, señales de la central y lámparas de la posición. Los datos se transmiten dentro de una trama de 1.024 bitios, consiguiéndose la sincronización entre los dos extremos mediante la omisión del impulso que ocupa el lugar

1.025, en la vía de reloj. Los datos destinados a la posición de operadora se almacenan en memoria RAM en el interfaz, enviando el procesador un mensaje a dicha RAM cuando desea cambiar el estado de una señal que se está enviando. Las vías de sentido inverso (desde la posición de operadora hacia el ECO) comprenden una vía de reloj, una vía para transmitir los datos procedentes de las teclas de la operadora y las señales de la central, y otra vía para los datos que proceden del teclado alfanumérico de la operadora. Las señales transmitidas sobre las dos vías de datos están en sincronismo con la vía de reloj de retorno y se las somete a una comprobación, asegurando que han persistido durante 10 ciclos de datos, antes de permitir su lectura por el procesador.

El interfaz controla además la transferencia de posiciones de operadora a dos ECO distintos cuando sufre un fallo el ECO que las controla, lo cual garantiza que no se pierde ninguna posición cuando falla uno de cada cuatro ECO, y que, en el caso de fallar dos de cuatro, sólo se pierden ocho de las 32 posiciones de operadora.

Interfaces de periféricos

Proporcionan la comunicación entre los ECO y los periféricos, consistiendo en dos tipos de placas de circuito impreso: el selector de equipo común (SEC) y el interfaz de equipo común (IEC). En cada ECO hay dos placas SEC, una para acceso a la zona 1 y otra para acceder a la zona 2 del subsistema de periféricos; cada una de ellas puede facilitar el acceso a un máximo de ocho periféricos. Las SEC controlan las vías principales de periféricos puesto que el procesador del ECO debe producir datos e identificar al periférico antes de que éste pueda responder; esto implica que las unidades periféricas sólo tienen acceso a la vía principal para responder a datos o peticiones de datos recibidas de un ECO. Cada unidad periférica puede acomodar hasta tres placas IEC, y a cada una de estas placas puede acceder un máximo de cuatro ECO, con lo cual el número de posiciones de operadora que pueden alcanzar un determinado subsistema periférico se limita a 96 (12 ECO). La IEC recibe datos en serie de la SEC y además recibe, a través de líneas de selección individuales, la identidad del ECO en el que se originaron los datos. Estos son procesados por la unidad periférica y la respuesta se devuelve al ECO que ha tomado la vía.

Interfaz entre procesadores

Este interfaz sirve de comunicación entre dos unidades del sistema pero, a diferencia del interfaz de periféricos, ambas unidades tienen iguales posibilidades de acceso y de control sobre el interfaz. La placa de interfaz entre procesadores contiene dos canales idénticos en dúplex total. Ello permite que un procesador se comunique directamente con otros dos procesadores.

Interfaz de unidad de cinta magnética

Consta de dos placas de circuito impreso que controlan a la vez las unidades de cinta magnética de doble arrastre asociadas con los ECM y la unidad de arrastre simple perteneciente al EAC. El interfaz recibe y almacena datos e instrucciones de control procedentes del procesador y los

traduce a un formato apropiado para su traspaso a la unidad de cinta magnética. Las señales de estado se devuelven desde la cinta magnética y se almacenan en el interfaz para que sean leídas por el procesador. Para transferir señales entre el interfaz y la unidad de cinta magnética se utilizan técnicas de interacción, generándose interrupciones cuando se detectan errores de paridad y cuando el interfaz está dispuesto para aceptar datos desde el procesador o para enviar datos al mismo.

Interfaz del disco

Esta placa única de circuito impreso constituye el interfaz entre el procesador de la unidad de memoria de masa (UMM) y el formador del disco de 10 Moctetos. El interfaz contiene hasta 3 koctetos de RAM estática y sustituye eficazmente a los últimos 4 koctetos de una RAM normal. Tanto el procesador como el formador del disco pueden tener acceso a la memoria de la placa de interfaz. El último kocteto del margen de direcciones de la memoria se utiliza para el acceso directo desde el procesador a los registros de instrucciones y estados del formador. Durante la transferencia de datos al disco o del disco, la unidad de procesador se mantiene en estado de "retención" bajo el control del interfaz, siendo liberada de tal estado y puesta en interrupción al completarse la ejecución de la instrucción.

Interfaz V.24

Este interfaz permite la transmisión de datos en serie entre subsistemas distantes, con separaciones máximas de 200 metros. Un transmisor-receptor asíncrono universal (TRAU) realiza la conversión de paralelo a serie y de serie a paralelo, pudiendo seleccionar mediante puentes las velocidades en baudios, e incorpora bitios de arranque y de parada, así como la paridad. Cada placa del interfaz V.24 tiene dos canales independientes. Uno está diseñado para proporcionar cierto número de funciones de control (por ejemplo, vuelta a estado inicial del procesador, inhibir la memoria, invalidar la protección de memoria) y puede utilizarse para aplicaciones especiales como el diagnóstico. El teleimpresor conectado al EMM y al EAC comunica con los procesadores a través de un interfaz V.24.

Posiciones de operadora

Las posiciones de operadora contienen algunas placas de circuito impreso, cuyas funciones principales son:

- excitación e interfaz del visualizador
- excitación y acoplamiento de teclas y lámparas
- distribución e interfaz de señales de la central
- interfaz alfanumérico.

El tren de 1.024 bitios de datos recibidos por la posición de operadora se demultiplexa para obtener los datos relativos al visualizador, a las señales de la central y a las lámparas. Los datos de visualizador, una vez decodificados, deben indicar la posición en la pantalla (expresada por el intervalo temporal dentro de la trama) y el carácter que ha de presentarse (determinado por el valor de seis de los ocho bitios contenidos en el mencionado intervalo temporal). Así pues, 640 bitios de la trama se utilizan para el visualizador de 80 caracteres. Del total de bitios restantes en la trama, 376 se almacenan, bien en memoria tampón para

excitar los diodos luminiscentes (LED) de la posición, o bien para ser utilizados por un distribuidor de relés que acciona los relés del equipo de la central. Los últimos ocho bits de la trama forman una combinación-modelo, que debe aparecer en todas las tramas de datos; su omisión hace que la lógica vuelva al estado inicial en esa posición de operadora y que se envíe una indicación al ECO de que dicha combinación no se ha recibido.

Las señales que proceden de la central accionan los relés de la posición. Los contactos de estos relés se multiplexan con las teclas de la posición en la vía principal de retorno al ECO. Si se requiere indicación visual de las señales recibidas de la central, se utiliza un segundo contacto de relé para excitar un diodo LED. El teclado alfanumérico montado en la posición tiene asignada una vía principal exclusiva hacia el ECU, multiplexándose los contactos de las teclas similarmente a como se hacía con las otras teclas de la posición. Los modelos de teclado disponibles disponen de bloqueo y de repetición por medio de la tecla N. Todas las temporizaciones, a excepción de la señal que sincroniza la exploración del visualizador, se obtienen a partir de la señal de reloj de 500 kHz recibida del ECO.

Conclusiones

La estructura distribuida del procesamiento y la cuidadosa división de las funciones realizadas por las unidades individuales hacen del OPAS un sistema sumamente seguro.

El mantenimiento del sistema, hasta el nivel de placas individuales, está al alcance del personal de mantenimiento normal de una central, siempre que utilicen los medios de diagnóstico puestos a su disposición.

El sistema proporciona medios para eliminar las tareas burocráticas normalmente realizadas por la operadora telefónica. Este objetivo puede alcanzarse de un modo económico y fiable gracias a las técnicas de control distribuido por medio de microprocesadores. Así el sistema puede determinar automáticamente las tarifas y pasos de cómputo, facturándose las llamadas a su terminación de modo automático. La instalación es sencilla y directa, interfiriendo al mínimo con el equipo existente, incluso cuando se requiera acoplar al sistema posiciones ya en servicio. Su concepción modular y la potencia del procesamiento distribuido aseguran la elevada fiabilidad del sistema, pudiendo continuar el tratamiento de las llamadas aún estando afectado por fallos importantes.

La renovada posición de operadora presenta una apariencia extremadamente moderna, siendo accionada

mediante pulsadores o teclas sin enclavamiento; incluye además una pantalla visualizadora de 80 caracteres, electroluminiscentes en CC, que no parpadea y presenta un color agradable.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al British Post Office por su cooperación y apoyo al proyecto. También se sienten obligados con sus numerosos colegas que han contribuido al proyecto, haciendo posible este artículo.

Referencias

- [1] P. Abrahamsson, E. Persson y B. Jacobson: Introducción del OPAS-I en la red telefónica de Suecia; *Comunicaciones Eléctricas*, 1980, volumen 55, n° 3, págs. 177-183 (en este número).
- [2] D. M. Davidson: Evolución del sistema OPAS-II; *Comunicaciones Eléctricas*, 1980, volumen 55, n° 3, págs. 184-191 (en este número).
- [3] B. Brinkman: Automatic Call Recording Equipment for Operator Switchboards - A Distributed Microprocessor System, *Computer Systems and Technology*, 29-31 de marzo 1977, Brighton, IERE Conference Proceeding n° 36, págs. 117-128.
- [4] M. Robards y T. Garner: Automatic Call Recording Equipment A Real Time Distributed System; *Microprocessors and Micro systems*, volumen 2, n° 4, agosto 1978.
- [5] M. Robards y T. Garner: Automatic Call Recording Equipment: SERT Microprocessor Systems and Software (presentación dada en la Universidad de Kent, Canterbury), 26-29 septiembre 1977.
- [6] C. J. Harding y M. A. Pashley: Distribution Control System for Assisting Telephone Operators; *IEE 3rd Software Conference for Telecommunications Switching Systems Helsinki*, junio 1978.

Alexander D. Smith nació en Perth, Escocia, en 1941. Obtuvo un HNC en Hamilton y durante 10 años trabajó en el British Post Office antes de su ingreso en la División de Conmutación Electromecánica de STC en 1966. Desde 1974 hasta 1977 trabajó conjuntamente con el Centro de Investigación ITT de Standard Eléctrica, S.A., Madrid, en la aplicación del control por programa almacenado al sistema de barras cruzadas PENTACONTA*. Fue transferido en 1977 a la División de Nuevos Productos de Conmutación y ha sido responsable del proyecto OPAS desde el principio de 1978.

Joseph R. Cass nació en Cow Roast, Inglaterra, en 1939. Obtuvo un HNC en física aplicada en la Northern Polytechnic de Londres, entrando en STC en 1966, después de pasar seis años en los laboratorios de investigación de Richard Thomas y Baldwins y de un recorrido de tres años por todo el mundo, dedicado a trabajos tan variados como asesorías técnicas en la India y clasificación del trigo en los ranchos australianos. Dentro de STC se ha dedicado a la prueba y desarrollo de los sistemas de barras cruzadas de un sistema MOS de comprobación de cobro en cabinas, de pequeñas centralitas semiautomáticas y del ACRE. Actualmente trabaja en el diseño de sistemas para redes integradas de comunicación.

* Marca registrada del sistema ITT

Introducción del OPAS-I en la red telefónica de Suecia

El primer equipo OPAS, en servicio ya durante más de un año, ha aportado a la Administración sueca de Telecomunicaciones un notable aumento de eficacia en el tratamiento de las llamadas, proporcionando a los abonados una clara mejora en la calidad del servicio.

PER ABRAHAMSSON

Swedish Telecommunications Administration, Estocolmo, Suecia

ERIK PERSSON

Swedish Telecommunications Administration, Örebro, Suecia

BJORN JACOBSON

Standard Radio & Telefon AB, Estocolmo, Suecia

Introducción

La primera instalación OPAS-I entró en funcionamiento en el centro automático-manual de Örebro, Suecia, en abril de 1979. Este centro está atendido por 200 operadoras, trabajando en tres turnos, que manejan unas 4.500 llamadas diarias. Casi el 95% de ellas proceden de abonados móviles o son destinadas a tales abonados; el resto del tráfico es de abonados ordinarios, que necesitan asistencia para un fin determinado, como hacer una llamada con pago previo, por ejemplo.

El equipo OPAS-I se instaló durante un período de dos meses sin perturbar el funcionamiento de la central. Sus prestaciones operativas han sido casi totalmente satisfactorias y ha llevado consigo un perfeccionamiento sustancial en el tratamiento de todos los tipos de llamada. El tiempo medio necesario para atender una llamada se ha reducido en un 20%. Por otra parte, la integración en la rutina normal de tratamiento del servicio de "quién-ha-llamado", ha permitido una reducción del 7 al 8% en el personal requerido para atender dicho servicio. Por consiguiente, la mejora total en eficiencia es de 27 a 28%.

El OPAS-I ha sido acogido favorablemente por las operadoras. En una evaluación detallada, realizada por una compañía consultora independiente, las operadoras generalmente coincidieron en que ahora podían ofrecer un servicio mejor y más personal a los abonados. Esto tendrá un efecto positivo sobre los servicios de todos los tipos ofrecidos por el centro de Örebro, y posiblemente por otros centros automático-manuales explotados por la Administración de Suecia.

Antecedentes

El apoyo de ordenadores para diversos tipos de sistemas de posiciones de operadora y para las tareas de explotación telefónica manual, se ha venido utilizando desde el principio de los años 70 en varias Administraciones telefónicas del mundo. Son ejemplos clásicos los sistemas de extracción de datos por terminal y los de micro-fichas para soporte de la guía telefónica, así como los servicios de interceptación y los sistemas de terminales de datos para atender llamadas móviles e interurbanas. Entre los primeros ejemplos de esta última clase se encuentran los sistemas de posiciones del servicio de tráfico (TSPS) de Western Electric (el Bell System), el sistema de posiciones de operadora interurbana TOPS) de Northern Telecom (Bell Canada), y la posición de asistencia manual (MAP) de Bell Telephone Manufacturing Company, asociada belga a ITT.

Una característica funcional común a todos estos sistemas es que cada uno es parte integrante de un determinado sistema de conmutación de control por programa almacenado (SPC), por lo cual no pueden conectarse ni combinarse con cualquier otro sistema, convencional o SPC.

Varias Administraciones telefónicas, entre ellas el Post Office británico (BPO) y la Administración sueca de Telecomunicaciones (STA) tenían, sin embargo, una gran necesidad de un sistema autónomo de posiciones de operadora que pudiera conectarse a cualquier tipo de sistema de conmutación. La razón de ello en la mayoría de los casos era el deseo de introducir la ayuda del ordenador, con sus servicios y facilidades asociados, en sistemas de posiciones de operadora relativamente modernos, existentes en la actualidad, como los CSS1 del BPO y m57 de STA.

Con un sistema tan autónomo, los servicios de abonados móviles y de llamadas interurbanas controladas por operadora podrían introducirse con una inversión de capital significativamente menor que la necesaria en un sistema integrado. Teniendo esto en cuenta, el BPO empezó a desarrollar lo que podría denominarse un sistema "enganchable" para su CSS1. Dos objetivos principales eran la eliminación de la escritura manual de los tickets de tasación y que la comprobación de los números de tarjetas de crédito fuera más eficaz. Este fue el principio del sistema ACRE (registrador automático de llamadas).

Desarrollo del sistema sueco

En 1974, la STA recibió información del BPO sobre este desarrollo. Antes de ello, el departamento técnico de STA había estado en contacto con ITT y algunas otras compañías para averiguar si se estaba acometiendo algún desarrollo sobre un sistema de operadoras autónomo basado en ordenadores. Esto hizo que ITT se planteara la cuestión y entrara en contacto con Administraciones telefónicas, entre ellas la propia STA, para determinar si existía un interés general por este tipo de equipo y, en caso afirmativo, qué funciones y servicios debería incorporar el sistema diseñado al efecto.

Como resultado de esto, Standard Telephones and Cables (STC), compañía británica de ITT, firmó con el BPO un contrato por el cual la compañía tenía autorización no sólo para desarrollar el sistema ACRE para el propio BPO, sino también para adaptarlo y ofrecerlo a otras Administraciones. Desde un principio fue evidente que, estando el sistema ACRE específicamente ajustado a los requisitos del BPO, se necesitaría un considerable esfuerzo de inge-

nería de diseño e ingeniería de aplicación, para hacer que el sistema se ajuste a las necesidades de otras Administraciones.

Sin embargo, cuando la STA examinó el ACRE a la luz de sus propios requisitos comprendió claramente que podrían introducirse las modificaciones necesarias. De la estrecha cooperación entre STA e ITT resultaron las especificaciones técnicas y funcionales del sistema sueco, OPAS-I, a las que prestó un valioso apoyo el BPO.

STC se hizo cargo enteramente del diseño y desarrollo del equipo y la programación del OPAS-I, con ayuda de un modelo de la red telefónica sueca y de una posición de operadora m57, cuyo equipo fue construido por STA y entregado a los laboratorios de STC en Inglaterra.

El equipo de posición del OPAS-I (véase fotografía) fue diseñado para alojarse enteramente en una posición sin cordones m57, sustituyendo todas las antiguas llaves para circuitos de cordón, y todas las llaves funcionales, excepto las de selección de canal para llamadas móviles. De este modo, todas las nuevas funciones y servicios mejoraban también la propia posición de operadora.

La otra fotografía muestra la sala de operadoras después de la instalación del OPAS-I.

Las principales facilidades incorporadas en el sistema

- almacenamiento y recuperación de los mensajes de "quién-ha-llamado" y otros servicios de abonado ausente al servicio telefónico móvil.
- establecimiento de conexión con el número llamado y reintentos cuando la línea se encuentre ocupada
- supervisión de llamadas limitadas en tiempo
- conversión automática de los códigos de cabina telefónica en número de guía que puede marcar el operador. (Para evitar que se pida una llamada desde un teléfono público aparentando que se pide desde un teléfono ordinario, los teléfonos de cabina se identifican por códigos, quedando sus números de guía desconocidos para el público. El operador debe entonces recibir del llamante el código de esa cabina, determinar el número de guía asociado y establecer la llamada)
- registro de la información, introducida por teclado, que expresa el número de monedas metidas en un teléfono público
- almacenamiento y visualización de la tasa de una llamada individual por un período máximo de 24 horas a partir de la terminación de esa llamada
- almacenamiento automático de los datos de facturación en cinta magnética
- diagnóstico automático de los fallos del sistema.



Centro de operadoras de Orebro, Suecia.

OPAS-I, diseñado especialmente para la STA, son las siguientes:

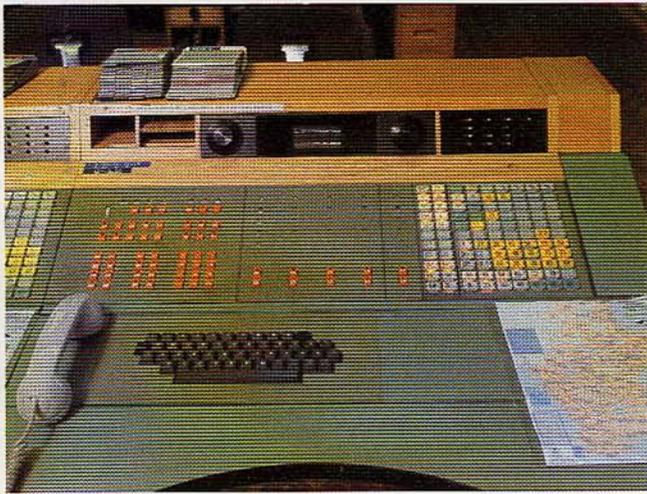
- registro automático de todos los datos de facturación
- presentación de todos los datos relativos al tratamiento de la llamada en pantalla visualizadora
- visualización automática del estado (por ejemplo, número dado de baja) de cada abonado telefónico móvil siempre que se le hace una llamada

Aunque todas estas facilidades son igualmente aplicables al tráfico móvil y al de abonados normales, el sistema tiene sin duda un impacto mayor sobre el primero, simplemente porque las llamadas de abonados móviles constituyen la mayor parte del tráfico. Después de la eliminación de los tickets de tasación, las dos mejoras más importantes son el servicio de "quién-ha-llamado" y el mantener registro sobre los estados de abonado.

Servicio de "quién-ha-llamado"

Como su nombre indica, este servicio registra información sobre llamadas dirigidas a un teléfono de abonado mientras éste está ausente. Antes del OPAS-I, cuando dejaba de contestar un abonado, la operadora escribía en un ticket el número llamado, el número llamante, la fecha y la hora de la llamada. Estos tickets se clasificaban manualmente en compartimentos situados en posiciones especiales de operadora. Para recibir mensajes, el abonado llamaba a la central y su llamada se transfería a una de las posiciones especiales. El servicio ocupaba por término medio tres posiciones con dedicación íntegra, sin contar el tiempo que las operadoras normales gastaban en registrar información sobre los tickets.

Ahora en cambio, se registra automáticamente el número llamante, el número llamado, la fecha y la hora, pu-



Posición de operadora OPAS-I.

diendo la operadora introducir información adicional con el teclado, tal como el nombre del llamante. Cuando el abonado de destino llama posteriormente a la central, el visualizador de la posición de operadora que recibe su llamada presenta un mensaje, indicando que ese abonado tiene mensajes del tipo "quién-ha-llamado", en espera de serle comunicados. La operadora oprime una tecla de su terminal para que, uno a uno, estos mensajes aparezcan en la pantalla, pudiendo al mismo tiempo establecer comunicación con el abonado que llama sin más que oprimir otra tecla. Los mensajes se conservan almacenados hasta que se borran automáticamente a las 10 de la noche o por la operadora, pudiendo volver a aparecer en la pantalla. Si existen varios mensajes, el abonado puede repetir sus llamadas en el orden que le plazca.

Estado del abonado

Anteriormente la información sobre el estado del abonado móvil (números bloqueados o datos de baja) se registraba en listas mecanografiadas que se actualizaban a diario. Las operadoras tenían que consultar esas listas antes de completar una llamada para comprobar si el abonado era accesible, lo cual se convertía en una tarea fatigosa en con-

diciones de intenso tráfico. Ocasionalmente, por la falta de tiempo, las operadoras dejaban de hacer esta consulta, lo cual podía originar errores de facturación.

Con el OPAS-I, las listas de estado se mantienen en memoria de disco de acceso rápido y se actualizan diariamente. Cuando una llamada se establece, el estado del abonado se presenta automáticamente en la pantalla de visualizador de la operadora.

Centro automático-manual de Örebro

El OPAS-I se instaló por vez primera en el centro ubicado en la ciudad de Örebro, a unos 200 km al oeste de Estocolmo. Cerca de 200 operadoras, distribuidas en tres turnos, atienden a las 4.500 llamadas que diariamente se cursan en el centro.

El centro de Örebro cursa las llamadas de abonados móviles en Estocolmo y áreas circundantes. El crecimiento del tráfico móvil ha sido en general muy rápido, especialmente en la zona de Estocolmo; por esto se había previsto que el centro de Örebro exigiría una fuerte inversión en posiciones adicionales si no se instalara el sistema OPAS-I. Esto, junto con el deseo de mejorar en su conjunto el servicio ofrecido a los abonados, condujo en 1977 a la decisión de instalar en aquella localidad un sistema OPAS-I de STC.

El rápido crecimiento del tráfico indicaba que la capacidad entonces disponible se agotaría hacia 1979. Ello a su vez imponía la necesidad de completar todas las fases del proyecto – especificación del equipo, acopio de materiales, diseño, desarrollo, capacitación de operadoras y personal de mantenimiento, suministro, instalación y puesta en servicio – en el extremadamente corto período de 2 años.

Desde el primer momento, tanto STA como STC comprendieron que la fase de instalación sería difícil por dos razones importantes. En primer lugar, por ser el sistema de Örebro el primero a instalar por STC y dada la práctica imposibilidad de simular en un laboratorio todo el entorno de una red telefónica, era necesario realizar parte de la prueba final del sistema en la propia instalación. En segundo lugar, la misma naturaleza "enganchable" del OPAS-I implicaba que debería ser instalado en una central en funcionamiento, sin perturbar el servicio. Era inconcebible que el centro de Örebro tuviera que ponerse fuera de servicio para introducir en él mejoras; por consiguiente, la conversión a posiciones de operadora del sistema OPAS-I tenía que hacerse muy gradualmente, cambiando un pequeño número cada vez.

Con el fin de tratar adecuadamente estas dificultades, se formó un equipo integrado por ingenieros de STA y de ITT (SRT y STC) para vigilar el progreso, identificar y resolver problemas, y en general hacer todo lo que fuera preciso para mantener el programa dentro de la planificación establecida. En la práctica este esfuerzo conjunto demostró su eficacia y fue un factor clave en la terminación puntual de la instalación.

Instalación y pruebas

La fase preliminar de la instalación, realizada por STA antes de la entrega del equipo OPAS-I, incluía:

- tendido de los cables de alimentación en la central desde la batería de 36 V hasta el emplazamiento de los bastidores OPAS-I
- tendido de cables de señalización entre las posiciones de operadora y los bastidores del equipo
- modificaciones mecánicas en las posiciones existentes para que pudieran "engancharse" a ellas las unidades OPAS-I.

A continuación se entregaron e instalaron las primeras cuatro posiciones de operadora. La instalación fue realizada por personal de STC asistido por técnicos de mantenimiento de STA, que así adquirieron una valiosa experiencia con el equipo. Después se efectuó la prueba de esas unidades para evaluar su comportamiento bajo carga. En esta primera fase se hicieron los dos tipos de prueba siguientes (Figura 1 a):

Tipo 1: Prueba del interfaz entre las posiciones de operadora y el ECO (equipo de control de operadora). Con una posición conectada a cada ECO, se terminaron simultáneamente 20 llamadas en ellas (cinco atendidas por cada posición) a fin de comprobar que el sistema podía registrar todos los datos de tasación con precisión.

Tipo 2: Prueba del interfaz entre las posiciones de operadora y el equipo periférico. Con la misma configuración de equipo que en la prueba del tipo 1, desde cada posición se generaron peticiones simultáneas al servicio de "quién-ha-llamado".

En virtud del satisfactorio funcionamiento del sistema durante las pruebas de la primera fase, se decidió añadir otras ocho posiciones de operadora. Debido al sencillo diseño, de tipo "enganchable", fue posible conectar hasta cuatro posiciones por día. Cuando las 12 posiciones estuvieron en servicio, empezaron a manejar tráfico real y entraron en la segunda fase de pruebas. En esta fase se verificó el comportamiento del sistema haciendo que las operadoras registrasen manualmente las llamadas y comparando posteriormente sus anotaciones con los registros generados automáticamente por el OPAS-I; se confirmó entonces que el sistema no había introducido ningún error. Se llevaron a cabo, además, otras tres clases de pruebas:

Tipo 3: Esta prueba (Figura 1b) consistió en repetir las pruebas 1 y 2 en condiciones de carga más severas. Se acoplaron ocho posiciones de operadora (en vez de cuatro) a los cuatro ECO en distintas combinaciones, de modo que se pudieran conectar hasta cinco posiciones a un solo ECO en cualquier momento dado. Así se pudo verificar el sistema cuando se recibían a un mismo tiempo 40 llamadas.

Tipo 4: Con las 12 posiciones ya en servicio (Figura 1c), tres conectadas a cada uno de los cuatro ECO, se probaron individualmente las dos zonas del equipo periférico duplicado, siguiendo las pruebas de los equipos 1 y 2. El objetivo era verificar que cada zona podía atender a 60 llamadas simultáneas por ejemplo, sin necesidad de descargar parte del tráfico sobre la otra zona del periférico.

Tipo 5: Esta prueba (Figura 1d) consistió en dos etapas. Primeramente, las 12 posiciones se conectaron a cada uno de los ECO sucesivamente, con el fin de comprobar el comportamiento del ECO en condiciones de carga máxima (terminación simultánea de 60 llamadas, por ejem-

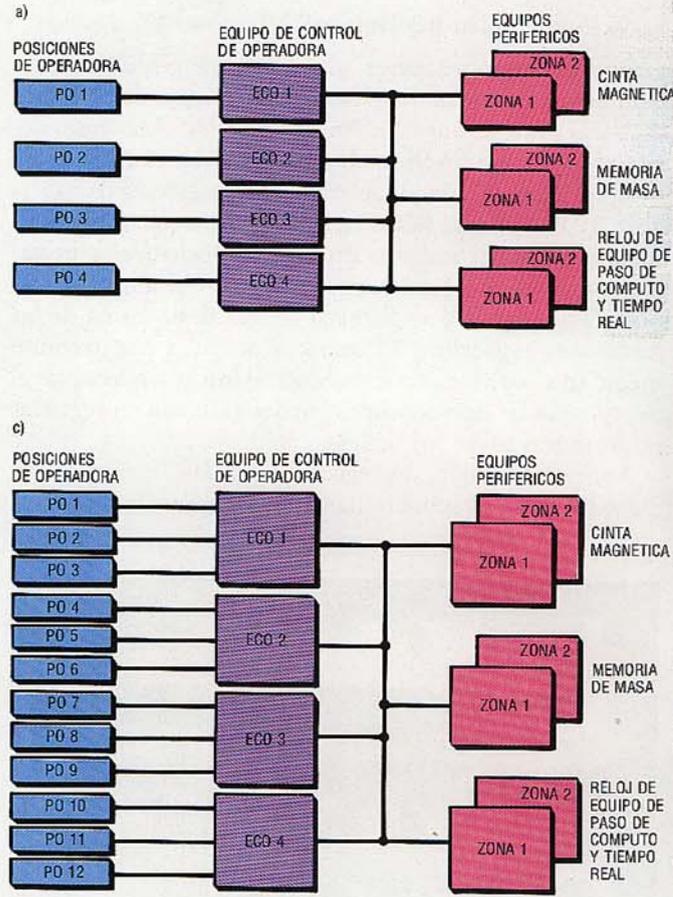


Fig. 1 Configuración de prueba para: a) pruebas del tipo 1 y del tipo 2; b) pruebas del tipo 3; c) pruebas del tipo 4; d) pruebas del tipo 5.

plo). Después el sistema se reconfiguró de manera que ocho posiciones se conectaran a un ECO y cuatro a otro, cortando entonces la alimentación al segundo ECO. Esta prueba confirmó que las llamadas que estaba tratando este último ECO podían ser transferidas al primero sin que se vieran afectadas las llamadas en curso.

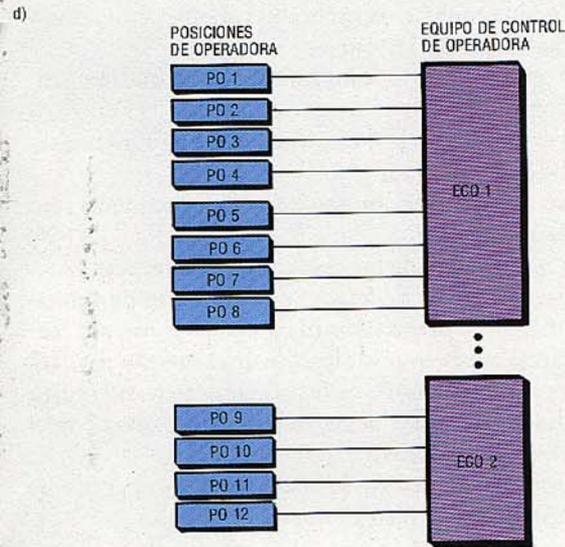
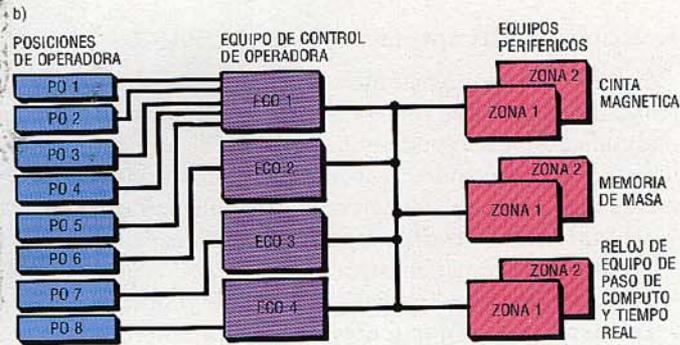
Durante estas pruebas aparecieron algunos problemas, que se resolvieron modificando la duración de las temporizaciones en el equipo periférico. Sin embargo, dado que en otros aspectos el sistema funcionó tan correctamente, STA e ITT acordaron que se instalasen las restantes posiciones de operadora, lo cual se realizó en menos de una semana.

Capacitación

En paralelo con la instalación del equipo tuvo lugar la capacitación, tanto de las operadoras como del personal de mantenimiento.

Capacitación de las operadoras

Realizar la capacitación de las operadoras del centro de Örebro al compás de la puesta en servicio de las posiciones fue uno de los principales problemas durante esta fase del proyecto. Esta tarea estuvo a cargo de dos supervisores de STA que habían sido anteriormente adiestrados en los laboratorios de STC.



radoras, con objeto de que se familiarizarasen con las características y posibilidades funcionales del sistema.

La STA se propone que las nuevas empleadas pasen por un curso de 3 semanas sobre el sistema, en el que se alternen la teoría y la práctica.

Capacitación de los técnicos de mantenimiento

Inicialmente, dos ingenieros de STA recibieron una formación intensiva sobre el sistema en STC, Inglaterra. Allí los técnicos empezaron a adquirir práctica, participando en la instalación de los bastidores del equipo y de las posiciones de operadora. Después de poner el sistema en servicio cada uno de ellos, durante dos meses, recibió dos horas y medias diarias de instrucción y adiestramiento práctico. Más tarde se verificó un ejercicio de tres horas diarias de entrenamiento durante ocho días, realizado al mismo tiempo que la revisión de garantía del sistema. En total cada técnico tuvo 175 horas de capacitación.

Procedimiento de mantenimiento

El sistema posee dos interfaces específicos entre el hombre y la máquina. El primario es la posición de operadora en sí, con sus teclas, lámparas y pantalla visualizadora. El segundo es el interfaz con los técnicos de mantenimiento, que podría considerarse formado por todo el equipo central OPAS con el teleimpresor de mantenimiento como medio de comunicación. El personal consume parte de su jornada de trabajo realizando las rutinas diarias de actualización del sistema, y el resto dedicado a las tareas normales de mantenimiento. La actualización diaria consta de dos etapas: primeramente un supervisor crea un fichero de cinta magnética de todas las relaciones hombre-máquina; después se carga este fichero en la memoria de masa por medio de rutinas especiales de actualización. El supervisor invierte como promedio 20 minutos diarios en crear este fichero de relaciones y otros 20 minutos tarda un técnico de mantenimiento en cargarlos en ambas zonas de la memoria de masa duplicada.

El personal de mantenimiento se enfrenta con las faltas y fallos provistos de las facilidades del equipo monitor de mantenimiento (EMM) y del equipo auxiliar de control (EAG). Existen tres tipos de indicadores de fallo: lámparas, paneles de alarmas y mensajes dirigidos al teleimpresor. Una lámpara roja en la parte superior de cada bastidor de equipo indica un fallo crítico, que requiere atención inmediata; la lámpara amarilla indica, en cambio, que la falta no es crítica. Los mensajes de falta indican el tipo de suceso ocurrido y la unidad afectada. Un grupo de mensajes, compuesto por 125 tipos, se refiere a fallos en el equipo de control de operadora (ECO); el segundo grupo comprende 211 mensajes relativos a faltas en los periféricos.

Un mensaje típico del primer grupo es:

OCE1 REPORT MESSAGE 050
MTE HIGHWAY PARITY FAIL ZONE 1.

(El ECO ha encontrado un error de paridad y no puede cargar datos en el ECM).

Un mensaje característico en el segundo grupo sería:

BSE1 REPORT MESSAGE
OCE2 INVALID MESSAGE.

Trabajando con el manual de operación del sistema, desarrollado por STC, y el documento sobre facilidades preparado conjuntamente por STA, ITT y el BPO, el personal de explotación y los dos supervisores de capacitación decidieron las abreviaturas que habían de utilizarse en las teclas, los códigos de aviso en el visualizador, los procedimientos de establecimiento de la llamada, etc. Los dos supervisores citados definieron entonces el programa de capacitación de las operadoras, que comprendía:

- descomposición detallada de cada tipo de llamada que pueda presentarse, indicando las acciones de la operadora y las respuestas del sistema, tales como señales de lámparas y en visualizador
- representaciones gráficas de las indicaciones visualizadas en cartones que se colocan en lugar de la pantalla, en la posición de adiestramiento.

La técnica de capacitación empleada consistía en enseñar a la operadora la "pantalla de cartón" y pedirle que realizara la acción correspondiente en la posición de adiestramiento.

Todas las operadoras habían sido capacitadas cuando fueron entregadas las primeras cuatro posiciones. Cuando éstas se pusieron en servicio cada operadora recibió seis horas de adiestramiento previo en tráfico real. Cuando ya estuvieron instaladas todas las posiciones (30) se impartieron cursos intensivos de cuatro horas a grupos de 10 ope-

(La unidad de memoria de masa informa que el OCE 2 intenta enviar un mensaje no válido).

Cuando un técnico de mantenimiento advierte que se enciende una lámpara de alarma, examina en primer lugar el panel de alarmas del bastidor correspondiente y después el mensaje de falta recibido en el teleimpresor. Puede iniciar mediante el mismo teleimpresor las pruebas de diagnóstico y utilizar el equipo auxiliar de control para probar el equipo en fallo e identificar la placa afectada, en el que se mantienen en estado de reserva activa duplicados de casi todas las placas del sistema. Finalmente se cubre el hueco dejado en el equipo de reserva con otra placa idéntica sacada del almacén.

Comportamiento en servicio

Durante su primer año de funcionamiento en el centro de Örebro el sistema OPAS-I demostró un comportamiento satisfactorio. Como era previsible en la primera instalación de un sistema de tal complejidad, surgieron algunos problemas durante los primeros meses. Estas dificultades se eliminaron y, a pesar de exigir el esfuerzo concentrado del personal de mantenimiento de STA y de los ingenieros de ITT, nunca afectaron ostensiblemente al servicio prestado a los abonados. Por dos veces durante este tiempo las operadoras tuvieron que volver (por unos pocos días) al viejo procedimiento manual de tratamiento de mensajes "quién-ha-llamado" debido a problemas con la alimentación de las unidades de arrastre del disco y de formador del disco. Las operadoras protestaron enérgicamente ante esta medida, lo cual revela sin lugar a dudas la rapidez con que se habían adaptado y lo mucho que apreciaban la mejora introducida por el OPAS-I en este servicio.

Probablemente el problema más serio encontrado en el funcionamiento fue el relativo a las pantallas de visualización en las posiciones de operadora. Estas pantallas eran de un nuevo tipo de luminiscencia eléctrica en CC, dando una imagen clara, sin parpadeos, en amarillo sobre fondo verde oscuro. Sin embargo, estas pantallas sufrieron un envejecimiento rápido e inesperado, especialmente causado por la casi continua exposición en pantalla de ciertas informaciones en el sistema OPAS-I. Las zonas de la pantalla con más prolongada exposición tendían a desvanecerse, produciendo intensidades desiguales entre distintas partes de la pantalla y reduciendo la legibilidad. Varias pantallas hubieron de ser reemplazadas después de una vida activa mucho menor que las 10.000 horas fijadas como objetivo de diseño. Se informó de lo ocurrido al fabricante de los visualizadores y se está avanzando hacia una solución del problema.

Reacciones de las operadoras ante el OPAS-I

Después de una experiencia de varios meses con el sistema, las operadoras fueron entrevistadas por una sociedad consultora independiente, encargada de un estudio detallado. Sus reacciones fueron generalmente favorables, aunque no del todo. Concretamente opinaban que:

- las funciones de establecimiento de la llamada eran más rápidas y se cometían menos errores
- el nuevo servicio "quién-ha-llamado" resultaba especialmente útil, ya que ahorra el tiempo empleado en la escritura de tickets
- podía prestarse un mejor servicio a los abonados y, en confirmación de esto, las operadoras habían notado un aumento de comentarios favorables de los abonados y una disminución de las quejas.

Algunas operadoras presentaron observaciones negativas, tales como:

- el trabajo tendía hacia la monotonía por exigir menor diversidad de operaciones
- el servicio al cliente era menos personal, causando sensación de anonimato
- no había una medida de los resultados alcanzados: anteriormente, la pila de tickets en una posición de operadora al final de su turno permitía apreciar el trabajo realizado. (Sería también posible utilizar el sistema para registrar las prestaciones de cada posición, pero no se han emprendido todavía las negociaciones necesarias con el sindicato de operadoras).

En conjunto, sin embargo, la reacción de las operadoras ante el OPAS-I fue arrolladoramente positiva.

Conclusiones

La instalación del equipo OPAS-I ha significado una gran mejora en el tratamiento de todos los tipos de llamadas en el centro de Örebro. La integración del servicio "quién-ha-llamado" para abonados móviles con las rutinas normales de tratamiento de llamada, ha permitido reducir en un 7 a 8% el personal requerido para atender las llamadas de tales abonados móviles. A esto hay que añadir que el tiempo medio necesario para la atención de las llamadas se ha reducido en un 20%, resultando entonces que el aumento total de eficiencia se sitúa entre el 27 y el 28%.

El sistema OPAS-I no solamente ha aportado una mayor eficiencia en el tratamiento de llamadas por operadoras, sino que también - como se desprende claramente de las entrevistas - permite a estas operadoras ofrecer a los abonados un servicio mejor y más personalizado. Esto sin duda tendrá efectos positivos en el futuro sobre los servicios de cualquier tipo que ofrezca el centro automático-manual de Örebro, y posiblemente otros centros análogos de STA.

P. Abrahamsson nació en 1924. En 1950 entró en el departamento técnico de STA, participando en el diseño, documentación y descripción de distintos equipos de posición de operadora. Desde 1955 se hizo cargo del desarrollo del sistema de posición de operadora "modelo 57" (m 57). Desde 1968 está encargado del grupo de diseño y desarrollo en la subdivisión de centros auto-manuales, con responsabilidad sobre todo lo que afecta a sistemas y equipo de posiciones de operadora.

Erik Persson nació en 1942. Ingresó en STA en 1963 y después de estudiar dos años en el Centro de Formación de Telecomunicaciones en Estocolmo, fue destinado a la oficina de STA en Örebro. Inicialmente fue res-

ponsable de la ingeniería de tráfico, pasando en 1975 a dirigir el centro auto-manual en dicha localidad.

Bjorn Jacobson nació en Estocolmo, Suecia, en 1949 y recibió la graduación superior en electrónica en el Real Instituto sueco de Tecnología, en 1974. Ingresó entonces en SRT como ingeniero de fabricación y trabajó en diversos cometidos. Seguidamente ha desempeñado la dirección de operaciones en la fabricación de equipo de transmisión, ha sido adjunto al director gerente de SRT y ha dirigido el marketing de productos especiales. Desde junio de 1980 dirige la línea de servicio para telecomunicación (TSS).

Evolución del sistema OPAS-II

El sistema OPAS-II satisface la necesidad, muy extendida, de disponer de una asistencia a las operadoras que puede fácilmente acomodarse a los requisitos de distintas Administraciones. Este sistema, "enganchable" a la posición de operadora, permite que éstas se descarguen de numerosas tareas rutinarias y se concentren en su papel principal, que es la asistencia a los abonados.

D. M. DAVIDSON

Standard Telephones and Cables Limited, Londres, Reino Unido

Introducción

El primer sistema de asistencia a posiciones de operadora, el OPAS-I, ha funcionado satisfactoriamente en la red telefónica de Suecia desde abril de 1979 [1, 2]. Sin embargo este sistema fue especialmente preparado para cumplir los requisitos de la Administración sueca, y no satisface las demandas de un sistema de aplicación universal.

Para llenar esta aspiración se ha desarrollado el sistema OPAS-II como segunda generación del OPAS, aprovechándose de avances tecnológicos tan recientes como los microprocesadores y la integración a gran escala. El sistema OPAS-II puede atender a una amplia gama de centralitas de servicio internacional, nacional o móvil, e incorpora las notables mejoras que se detallan seguidamente:

- Es virtualmente independiente de la posición manual donde se incorpora, así como del sistema de conmutación asociado. Por lo tanto no necesita gran esfuerzo de ingeniería de aplicación para funcionar con cualquier tipo de central.
- Una parte importante de la inteligencia se ha distribuido entre las posiciones de operadora, de tal modo que el sistema puede acomodarse a los requerimientos específicos de una Administración sin gran trabajo de programación.
- Los paquetes de programas de "facilidades" se desarrollaron, en la medida posible, en pequeños módulos, controlados en su mayor parte por tablas. El calificativo de "enganchable" se aplica tanto a la programación como al equipo físico del sistema OPAS-II.
- Ofrece la posibilidad de funcionamiento remoto, es decir, los centros de operadoras pueden estar situados a cualquier distancia del procesador de soporte, comunicándose con él por medio de canales de datos.

El OPAS-II consta esencialmente de un procesador de soporte y de consolas controladas por microprocesadores, añadidas a las posiciones de operadora, en las que se registran los datos de la llamada durante su establecimiento. Los datos registrados se transmiten al procesador de soporte, el cual suministra una salida adecuada para tratamiento por un ordenador de facturación. Puede además utilizarse el procesador de soporte para generar informes sobre el tráfico cursado por el centro de operadoras, manipulando para ello los datos registrados sobre las llamadas. El formato de estos informes es acomodado a las necesidades de la Administración, pudiendo incluir la totalización del tiempo de ocupación de una cierta ruta, posición de operadora, o circuito de conexión individual. Las estadísticas pueden utilizarse para dar el apoyo necesario al servicio, tanto hacia el abonado como hacia la operadora.

El sistema aumenta la eficiencia de la operadora al eliminar todos los procesos manuales o pseudo-automáticos

desde el momento en que la posición acepta la llamada hasta que se envía la información correspondiente al ordenador de facturación. La unidad tiene un diseño ergonómico para hacer lo más confortable posible la posición de trabajo de la operadora.

Diseño ergonómico y físico

El desarrollo del OPAS-II fue guiado por los resultados de un detallado estudio del mercado. Se enviaron cuestionarios a las Administraciones que explotan centralitas manuales, y se efectuaron visitas para conocer las necesidades actuales y los desarrollos iniciados respecto al control de las centralitas por ordenadores. Los resultados del estudio demostraron que existía un extenso mercado para un sistema que pudiera incorporarse con mínimas modificaciones a las centralitas y que potenciase las facilidades de la operadora y de la Administración. Dicho sistema tendría que aplicarse a centros grandes y pequeños y habría de permitir la conexión de zonas distantes a un procesador centralizado.

Durante el mencionado estudio se recogió información sobre tipos muy diferentes de centralitas manuales, tanto con cordones como sin ellos. Analizando detalladamente estos centros se pudo apreciar que las Administraciones no deseaban sustituir sus centralitas por otras de nuevo diseño - a causa de la estrecha relación de aquellas centralitas con el equipo de conmutación y el elevado coste de sustitución de este último - ni tampoco convertir una posición de cordón en otra sin cordón. Por otra parte, algunas Administraciones informaron que la introducción de posiciones sin cordón en varios centros había provocado el descontento de las operadoras por cuanto tenían la sensación de tener menos control sobre las llamadas y esto hacía su trabajo más ingrato. En efecto, hay que tener en cuenta que en la posición sin cordón el circuito es liberado automáticamente por el equipo al final de la llamada, mientras que en la posición de cordón la operadora tiene que observar la señal de desconexión y después retirar el cordón.

Sería sin duda preferible equipar la antigua generación de centralitas con facilidades más avanzadas, puesto que así no se perturbaría al equipo existente y podría mejorarse el entorno de trabajo de las operadoras sin gran trastorno, obteniendo con ello una mejora en la eficiencia de todo el centro. La diversidad de centralitas existentes hacía extremadamente difícil diseñar un producto que fuera fácilmente adaptable a la posición y que al mismo tiempo mejorase su aspecto y condiciones de trabajo. La adición de nuevo equipo a un diseño existente, con los problemas ergonómicos que esto lleva consigo, conduciría inevitablemente a compromisos y exigiría una extrema atención para asegurar un procedimiento de operación equilibrado. Para

obtener la aceptación de un nuevo sistema por las operadoras, había que esforzarse en no obstaculizar el limitado espacio de que ellas disponen. Los controles y visualizadores habían de ser fácilmente accesibles y no podían interferir con ninguna llave ni procedimiento existente.

Durante las fases iniciales del diseño se propusieron numerosas alternativas de disposición del equipo. Se llevaron a cabo estudios ergonómicos detallados teniendo en

Estructura del sistema

Cada posición de operadora OPAS-II (Fig. 1) posee un microprocesador para su uso exclusivo, el cual trabaja con entera independencia del procesador de soporte de tal manera que si falla ésta la posición puede continuar funcionando. En correspondencia, el fallo de una posición de operadora no incapacita todo el sistema. El procesador de soporte consiste en un miniordenador mucho mayor y más



La unidad OPAS-II en operación con una centralita manual.

cuenta aspectos tales como: altura de la unidad a colocar sobre la posición existente, acceso a las llaves o teclas de dicha posición, extensión de la superficie donde se escribe para poder acomodar visualizadores, números máximo y mínimo de llaves (teclas) que se podrían utilizar, criterios aplicables a dichas llaves, agrupamiento de funciones en las mismas y su colocación con respecto a las llaves existentes, utilización de la mano derecha y de la mano izquierda. Asimismo se estudiaron los criterios de visualización; tamaño de los caracteres, cantidad de información visualizada de una sola vez, adecuación de la pantalla en el aspecto sanitario, colocación óptima de la pantalla en relación con la posición normal de trabajo de la operadora, e inclinación de dicha pantalla para conseguir la mejor visibilidad. Se elaboraron recomendaciones sobre todos estos puntos y el diseño evolucionó hasta obtener la unidad que se presenta en la fotografía.

El diseño básico incluyó la acomodación de la circuitería electrónica con el fin de que la unidad pudiera montarse y probarse totalmente en fábrica, siendo mínimo el trabajo de instalación en el centro de operadoras. En su forma final, producida en fábrica, la unidad se compone de una parte de aluminio extruido (estructura principal) y de una torreta de fundición soldada a la anterior para constituir una unidad robusta, capaz de resistir durante muchos años los rigores del día y de la noche.

potente que el microprocesador de la consola de la operadora; dicho procesador de soporte actúa como sistema colector y clasificador de los datos procedentes de las llamadas registradas en varias posiciones de operadora, permitiendo también su posterior recuperación. Cada procesador de soporte incluye, además del ordenador básico, un teleimpresor para fines de supervisión o explotación y mantenimiento, multiplexores para interconectores a las posiciones y un disco-cartucho que almacena el programa básico y contiene un fichero cíclico de datos de llamada registrados. También se incluye un periférico (normalmente cinta magnética) para la tarificación, siendo transferidos a él desde el disco todos los datos de llamadas tasables. La cinta magnética así obtenida puede servir como entrada a los ordenadores de un centro de facturación de la Administración. El periférico de tarificación puede ubicarse remotamente (por ejemplo, en el centro de facturación), en cuyo caso la conexión con las restantes unidades del sistema se verificará a través de módems y estará controlada por una programación especializada.

Las líneas que unen las consolas de operadora con el procesador de soporte son exploradas cíclicamente bajo control de dicho procesador. Al activarse una de las consolas se interrumpe el programa de exploración para que puedan transmitirse datos entre esa consola y el procesador de soporte. La consola viene identificada por un nú-

mero propio, lo cual permite conectar más de una consola al mismo canal. Así pues, cada mensaje procedente del procesador de soporte va encabezado por un número de consola y sólo la consola direccionada por ese número responde, aunque el mensaje lo reciban todas las consolas conectadas a esa línea. En el sentido contrario, el procesador controla la transmisión de mensajes desde las consolas; cuando en la exploración se interroga a una consola de operadora, ésta responde, bien con un mensaje que contiene los datos de llamada almacenados en su memoria tampón, o bien con un "no hay llamada" si dicha memoria está vacía. La ausencia de respuesta de una posición de operadora, se interpreta como fallo por el procesador de soporte, generándose un mensaje de falta con el teleimpresor.

Todos los mensajes, en uno y otro sentido, contienen elementos de paridad por carácter y por bloque, que se verifican en la recepción. Según el éxito o fracaso de esta verificación, la unidad comprobadora responde al mensaje con una aceptación o un rechazo. En respuesta al rechazo, la unidad generadora del referido mensaje procede a su repetición todas las veces que sean necesarias, hasta que el mensaje sea recibido correctamente y aceptado. Puede, sin embargo, optarse por que el sistema dé una alarma de fallo cuando se haya alcanzado un cierto número - fijado previamente - de rechazos. Los datos de llamada contenidos en la memoria tampón de la consola de operadora no se borran de dicha memoria hasta que no se hayan recibido y almacenado satisfactoriamente en el procesador de soporte, garantizando así que la información de tasación permanece inalterable durante la transmisión entre ordenadores. La imposibilidad de comunicación entre una consola y el procesador de soporte entrañaría las siguientes consecuencias:

- Los datos de llamada registrados no pueden transferirse

al procesador de soporte, acumulándose una cola de tales registros en la memoria tampón de la consola. Cuando dicha memoria se llena, se visualiza en pantalla un mensaje de "memoria completa". La operadora puede entonces vaciarla volviendo a la preparación manual de tickets, o bien trasladarse a una posición libre.

- La operadora no puede registrar o extraer información contenida en la unidad de disco, como por ejemplo la relativa a llamadas con reserva previa o diferidas, o a ciertas facilidades especiales que requieren un almacenamiento centralizado. Esto no es conveniente, pero no impide las operaciones normales que no requieren acceso a una necesaria central.

La utilización de un segundo procesador de soporte, en reserva, elimina desde luego las dificultades anteriormente descritas, que sólo aparecerían si ninguno de los dos procesadores del sistema estuviera disponible. El fallo de una posición de operadora sólo afecta a las llamadas que está tratando esa posición y no interfiere con las restantes posiciones.

Consola de operadora

Esta consola (Fig. 2) es el corazón del sistema y contiene los circuitos siguientes:

- monitores de alta impedancia
- circuito emisor de impulsos
- adaptador de teclado
- visualizador
- interfaz con el procesador de soporte
- controlador de posición.

Monitores de alta impedancia

El circuito monitor de alta impedancia es esencialmente un convertidor analógico-digital, capaz de traducir a re-

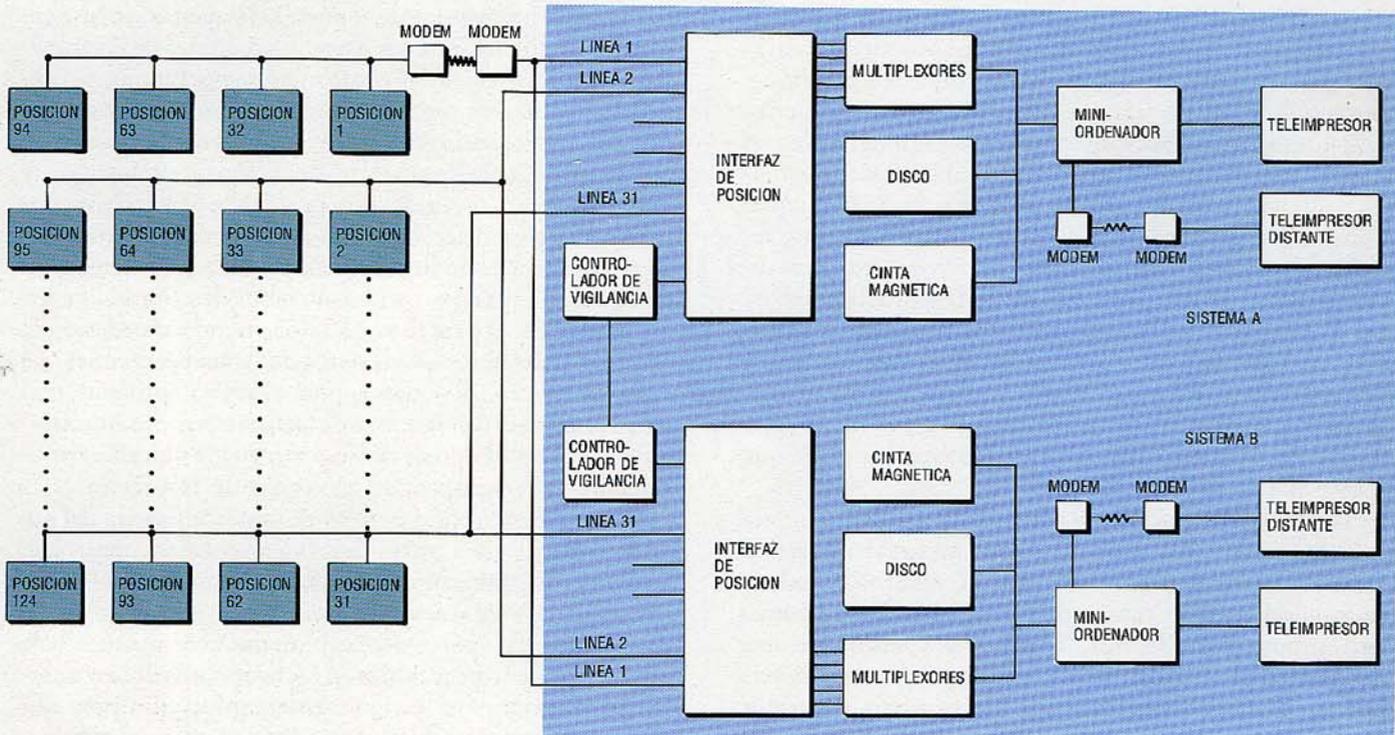


Fig. 1 Estructura del sistema OPAS-II.

presentación digital una tensión analógica comprendida entre -64 V y $+64\text{ V}$. Este convertidor dispone de 48 entradas de impedancia no inferior a 200.000 ohmios , cada una de ellas accesible por separado mediante una dirección de seis bits. Además de las tensiones incluidas en el margen citado – las que se encuentran normalmente en una centralita – el circuito puede también detectar un circuito abierto. Todas estas señales se traducen a formato digital y permiten que un circuito abierto pueda ser interpretado como una falta (o como una señal válida) y que el resultado sea procesado en consecuencia.

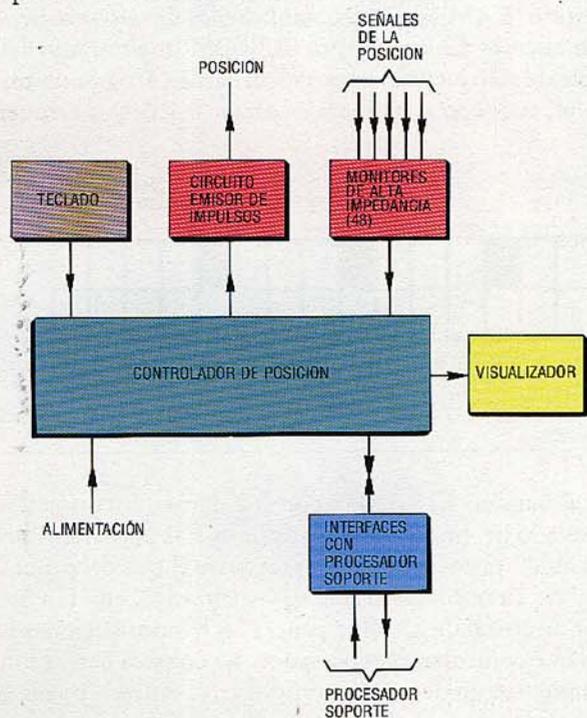


Fig. 2 Esquema de la consola de operadora.

El circuito monitor detecta los diferentes estados en la posición y facilita la siguiente información a la consola de operadora:

- inserción del casco de la operadora
- principio de llamada en circuito de conexión
- fin de llamada en circuito de conexión
- entrada/salida de la operadora en el circuito de conexión (para conversación)
- entrada/salida de la operadora en el circuito de conexión (para vigilancia)
- principio y fin del cronometraje de la llamada.

Las señales reales correspondientes a una determinada aplicación se decodifican por medio de programas específicos de dicha aplicación.

Circuito emisor de impulsos

Se ha preferido la inclusión de este equipo en la consola antes que supervisar el equipo de señalización ya existente, dado que, según estudios efectuados sobre las secuencias de operación, esta solución simplificaba el funcionamiento de la centralita y de la consola, pudiendo fácilmente incorporarse modalidades tales como la emisión repetida o la numeración abreviada. El diseño de esta unidad utiliza todos los emisores existentes, ya sean de multifrecuencia, de

bucle resistivo, o matrices de dos entre cinco diodos. Pueden enviarse hasta 16 cifras en cualquier campo (esto es, 16 cifras de encaminamiento), más 16 números si fuera necesario. El diseño es totalmente flexible y, en virtud de su control por programación, permite la medida de parámetros importantes, tales como la longitud del tren de cifras y las temporizaciones de impulsos, ajustándolos a los requisitos particulares de la Administración. Se utilizan relés para el acoplamiento del equipo electromecánico existente con la consola de operadora.

Adaptador de teclado

Este adaptador permite acoplar un teclado con 40 teclas funcionales y, opcionalmente, uno alfanumérico autocontenido. Este último sólo será necesario cuando haya que registrar un texto, como por ejemplo, el nombre de un barco en las llamadas por radio. Es posible equipar en todas las posiciones de operadora un enchufe para teclado alfanumérico pero, sin embargo, disponer sólo de uno o dos teclados en todo el centro para utilizarlos cuando sea necesario. La mayoría de las operadoras no necesitan utilizar un teclado alfanumérico, ya que un porcentaje muy elevado de llamadas pueden ser cursadas sin su ayuda.

Las 40 teclas funcionales se dividen en grupos cuya denominación responde a su relación básica con el sistema: hay teclas de "escritura", de "numeración", de "acción" y de "procedimiento". Cualquier función puede asignarse a cualquier tecla puesto que tal asignación está controlada por programación y puede acomodarse a las necesidades específicas de la Administración.

Las teclas de escritura permiten a la operadora acceder a una zona definida de almacenamiento de datos, con objeto de registrar elementos de información apropiados para el establecimiento de la llamada. Así, por ejemplo, el uso de la tecla "escritura del número B" hace que la operadora pueda a continuación escribir en memoria el número de destino de la llamada, por lo que esta tecla podría designarse DSTN.

Las teclas de acción instruyen a la consola de operadora de que debe realizar determinadas funciones, tales como "comprobar número de tarjeta de crédito" o "enviar cifras para establecer la llamada".

Las teclas de procedimiento permiten que la operadora pueda registrar en la consola que se ha solicitado una facilidad especial, como es la de llamada urgente o llamada de servicio. El uso de estas teclas puede iniciar una secuencia particular de programa (por ejemplo, en las llamadas de "persona a persona" inhiben el comienzo de la temporización hasta que responde el abonado llamado).

Las teclas de numeración incluyen el conjunto normal de teclas numéricas más otras seis, una de las cuales normalmente se denominará "cancelar" y las demás se asignarán al código 11 al 12, a la coma decimal, etc. según se necesite.

El interfaz del teclado con el microprocesador se realiza a través de un dispositivo LSI, que convierte las señales generadas por la opresión de una tecla en órdenes aceptables por el microprocesador. También proporciona este dispositivo la lógica necesaria para eliminar las entradas múltiples originadas por el rebote de los contactos de la tecla, y controla las señales que se envían a los diodos luminiscentes.

tes de un determinado circuito de conexión para indicar que ese circuito está asociado al teclado de la consola.

Visualizador de la consola

Este visualizado consiste en una pantalla de cristal líquido, capaz de 32 caracteres en matrices de 5 x 7 puntos, con direccionamiento y exploración integral de la matriz. La iluminación se basa en luz incidente reflejada y por consiguiente no fatiga la vista. El ángulo de visión es ajustable mediante variación de un potenciómetro que controla el voltaje aplicado a la pantalla, pudiendo así la operadora escoger la posición que le resulte más confortable. Esta característica de la pantalla hace innecesarios los ajustes mecánicos.

El interfaz del visualizador con la placa del microprocesador es un circuito generador de caracteres que contiene un conjunto de 64 signos y símbolos, esencialmente los caracteres ASCII en mayúsculas. Esto cubre los requerimientos de la mayoría de los lenguajes occidentales; pueden, sin embargo, utilizarse otros generadores de caracteres que produzcan un determinado conjunto de símbolos, japoneses por ejemplo, siempre que puedan construirse caracteres reconocibles por la matriz de 5 x 7 puntos. Los caracteres se disponen para presentar información en el formato señalado en la figura 3, bajo el control del teclado.

El usuario es quien escoge los mnemotécnicos para cada aplicación en particular, siendo éstos definidos en las etapas finales de la programación correspondiente. Con el fin de mantener elevada la confianza de la operadora en el sistema, cada accionamiento de tecla da origen a una modificación en el visualizador. Solamente se visualiza la información con la que se está tratando en el momento, por lo que la operadora no puede confundirse con datos introducidos anteriormente. Después de unas cuantas operaciones de teclas puede extraerse la información almacenada y visualizarla en la pantalla para corrección o referencia. Sin embargo, sólo se permite rectificar una información mientras que no ha finalizado el establecimiento de la llamada; a partir de entonces sólo pueden hacerse adiciones a ciertos campos, lo cual suprime la posibilidad de pasar una llamada de alto importe a bajo importe.

Interfaz con el procesador de soporte

Este interfaz se realiza mediante distribuidores y receptores de línea compensados. Los receptores están permanentemente activados, esperando una señal de *invitación a envío* procedente del procesador de soporte. A la recepción de esta señal, el microprocesador de la consola envía una señal de autorización al transmisor, la cual provoca su conexión y preparación para transmitir los datos al procesador de soporte. La máxima velocidad de transmisión entre este procesador y la consola es de 2.400 baudios, pero pueden seleccionarse velocidades menores, aunque ello evidentemente afectará al tiempo de respuesta del sistema. Los distribuidores y receptores de línea se conectan a un transmisor-receptor síncrono/asíncrono universal, el cual convierte los datos del formato serie al paralelo. La intervención de este transmisor-receptor evita tener que proveer al microprocesador con los medios de temporización y memoria necesarios para serializar cada uno de los bits

de un octeto a transmitir, o para poner en paralelo los datos entrantes en serie. Se han escogido distribuidores y receptores compensados en la línea de transmisión para conseguir que el sistema pueda tolerar un entorno ruidoso y trabajar en segregación sobre líneas relativamente largas.

Controlador de posición

Todos los circuitos de la consola de la operadora están controlados por un microprocesador que puede acceder a una memoria de 64 koctetos como máximo. La memoria está controlada por un circuito LSI de memoria de acceso aleatorio (RAM), para ejecutar la lógica de refresco. Se utilizan además 10 koctetos de EPROM (memoria programable de sólo lectura) para almacenar los programas invariables, tales como la puesta en estado inicial y la respuesta

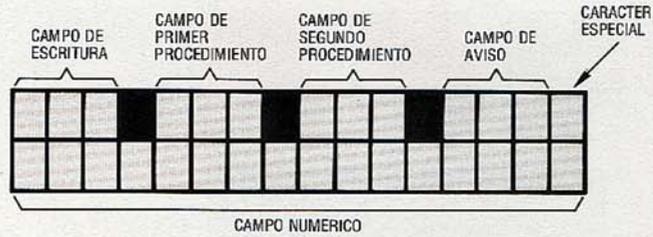


Fig. 3 Formato de la información visualizada.

a exploración. El interfaz con los demás circuitos de la consola lo proporcionan dispositivos LSI periféricos programables, que sirven de tampón entre el bus del procesador y los circuitos de monitor, visualizador, etc. Un oscilador de cristal de 22 MHz genera las temporizaciones básicas que controlan el procesador. La consola entera toma su alimentación de un convertidor cuya entrada puede ser cualquier tensión de batería normal en una central, desde 31 a 72 V CC. Generalmente un convertidor alimenta dos consolas de operadora.

Procesador de soporte

Es un miniordenador de un modelo disponible en el mercado, seleccionado por su adecuación y la facilidad de su mantenimiento en todo el mundo. Se han diseñado dos unidades de interfaz para este ordenador: una de ellas proporciona distribuidores y receptores de línea compensados y la otra desempeña la función de controlador de vigilancia.

Se ha tratado ya anteriormente de la comunicación entre la consola y el procesador de soporte, así como de la elección de distribuidores y receptores. En cuanto al controlador de vigilancia, éste realiza dos funciones esenciales:

- vigila al procesador y, si no se recibe de él una señal de exploración o esta señal es errónea, inicia una transferencia del control al ordenador de reserva
- da medios de informar al personal de mantenimiento, por el sistema de alarma normal en una central, de que ha ocurrido un fallo en el miniordenador.

Puede utilizarse este mismo circuito manualmente para obligar a retirarse del servicio al procesador activo y hacer que el otro se ponga en servicio, para lo cual se acciona la tecla adecuada en el panel auxiliar. Se ha cuidado especialmente, en el diseño de esta unidad, de asegurar que los or-

denadores sean retirados de servicio de un modo ordenado, con el mínimo riesgo de corrupción o pérdida de los datos. El controlador de vigilancia puede conectarse al sistema de alarma de la central del mismo modo que cualquier otro órgano del equipo de dicha central. Se han previsto también señales de *corte de alarma* y de *alarma atendida*. Aunque el procesador de soporte está diseñado para operar con un suministro de red garantizado, las salidas del controlador de vigilancia están separadas del procesador y se alimentan de la batería normal de la central.

Programación

La programación del sistema se mantiene permanentemente en dos almacenamientos diferentes: la memoria PROM (programable de sólo lectura) de la consola de operadora y un disco magnético en el procesador de soporte. Los programas almacenados en la PROM comprenden la mayoría de los que operan sobre el equipo físico, los programas de comunicación, algunos de los programas de facilidades no sujetos a variación y la rutina de carga ejecutiva básica.

Los programas contenidos en el disco magnético gobiernan las tareas necesarias para el funcionamiento del procesador de soporte y la ejecución de los programas de análisis "en línea", así como los programas de consola específicos en cada caso. Estos últimos deben cargarse "fuera de línea" en cada una de las consolas, según se van poniendo en servicio al conectar la alimentación. Este proceso dura aproximadamente 100 segundos en cada consola cuando el canal de comunicación se ajusta a 2.400 baudios. A partir de entonces los programas se mantienen en la RAM de la consola mientras ésta siga en servicio y con alimentación. Durante el funcionamiento se revisa con frecuencia la RAM, y si una de las comprobaciones falla, se envía al procesador de soporte una petición de recarga en consola de los programas operacionales. Cualquier fallo de este tipo puede ser comunicado al personal de mantenimiento por medio del teleimpresor del procesador de soporte.

Puesto que los programas específicos de una Administración se conservan de modo centralizado en el procesador de soporte, se pueden añadir nuevas facilidades al sistema sin más que cambiar el disco y cargar los programas nuevos en la consola de operadora. Así por ejemplo, cuando la Administración desee introducir un nuevo servicio (como el tráfico móvil por radio) que requiera una secuencia distinta de operaciones en la posición de operadora, los programas se escribirán y probarán y se cambiará el disco en el procesador de soporte cuando se inaugure el citado servicio, disponiendo todas las consolas de la nueva facilidad al cabo de pocos minutos.

El disco almacena también un juego de programas de diagnóstico para la consola que puede ser utilizado por el técnico de mantenimiento como medio de identificación de fallos, o por la operadora como sencilla rutina de prueba para verificar que todos los circuitos de la consola funcionan correctamente.

El personal de operación y mantenimiento dispone de un conjunto de órdenes de teleimpresor sencillas (en el propio idioma de los usuarios) para obtener informes sobre el estado del sistema o para interrogar a los registros de datos de llamadas.

Existen órdenes para los siguientes fines:

- arrancar y poner fuera de servicio el sistema
- controlar y visualizar el estado de la consola de operadora
- introducir programas en la consola
- controlar la generación de informes de fallo dirigidos a la consola
- controlar la emisión de datos de tasación y la sustitución de la cinta de tasación
- hacer aparecer en la cinta o en el teleimpresor secuencias escogidas de tasaciones válidas o no válidas.

Además de estas características básicas, puede incorporarse un paquete de programas adicional para el análisis de los datos de tasación en cualquier agrupación, junto con cálculos del valor medio, máximo, mínimo y suma de los tiempos o de las tasaciones, que servirán para los análisis estadísticos del centro de operadores.

Resultado de la aplicación de estos programas a un período determinado podrían ser los siguientes informes:

- tiempo medio de respuesta en una conexión lograda
- número de llamadas a un destino dado desde una central o grupo de centrales en particular
- número de llamadas conseguidas y fallidas, procesadas por cada operadora
- relación de todas las llamadas que, dentro de un período determinado, sobrepasen una duración prefijada (por ejemplo, 15 minutos)
- tiempos de establecimiento en una ruta particular, indicando los valores máximo, mínimo, medio y total de dichos tiempos.

La información necesaria para generar estos informes se obtiene de los datos registrados sobre llamadas, que están almacenados en el disco. En la programación se establecen parámetros que permiten a la Administración seleccionar el tipo de informe requerido para las operaciones cotidianas normales, o para que la Dirección disponga de estadísticas con vistas a proyectar futuros servicios. Este paquete adicional constituye un poderoso instrumento en manos de la Administración para conocer con exactitud cual es el tipo de tráfico existente en el centro de operadoras, y qué forma adopta, así como para prever los problemas que probablemente se presentarán.

Características de operación

El principio adoptado en el equipamiento de una centralita con el sistema OPAS-II garantiza que la utilización del mismo por las operadoras reducirá su carga de trabajo notablemente. Este objetivo sólo se alcanza a través de un cuidadoso estudio de los procesos operativos empleados en las centralitas existentes, seguido por un análisis de las tareas necesarias para asegurar que la adición de la nueva unidad de teclado consiga simplificar el trabajo.

El proceso típico de establecimiento de llamada con el OPAS-II se inicia contestando a la llamada del modo normal, mediante las llaves o cordones de respuesta/conversación existentes en la posición. La matriz de teclado OPAS-II se asocia automáticamente con el circuito de cordón de la centralita. La operadora, al tiempo que escucha la petición del llamante, teclea los datos de la llamada en la matriz OPAS-II. Inmediatamente estos datos aparecen en el visualizador y la operadora los confirma, leyén-

doselos al abonado llamante y efectuando las correcciones que eventualmente sean necesarias. En este momento se puede recurrir a la base de datos del procesador de soporte (por ejemplo, para comprobar si el número de la tarjeta de crédito está incluido en una lista de tarjetas fraudulentas o si el número del llamante figura entre los que tienen recibos pendientes de pago). Una vez almacenados todos los datos relevantes, la operadora selecciona un circuito de salida y pulsa la tecla de envío para establecer la llamada. La operadora puede, a partir de entonces, atender otra llamada; el microprocesador de la consola supervisa el circuito de conexión para detectar la respuesta e inicia el cómputo de tiempo automáticamente. En cualquier momento del transcurso de la llamada, la operadora puede pulsar la tecla de observación de la centralita existente, haciendo que la consola presente en visualizador los procesos seguidos por la llamada. La exposición visual del tiempo transcurrido y la repetición de los números llamante y llamado se consigue pulsando la tecla de consola adecuada. Al final de la llamada, los circuitos de la consola detectan la señal de liberación y colocan los datos de la llamada en la memoria tampón, listos para ser transmitidos al procesador de soporte. Si la llamada lleva asociado el aviso de duración e importe, el microprocesador de la consola advierte a la operadora que se requieran otras acciones antes de que los datos puedan enviarse al procesador de soporte para la facturación.

Lo que antecede demuestra que el OPAS-II no viene a imponer una serie de tareas adicionales a la operadora, sino a integrarse en el funcionamiento normal de la centralita, lo cual asegura su fácil aceptación por las operadoras.

El manejo del teleimpresor del procesador de soporte se ha hecho lo más sencillo posible, con órdenes, informes e interrogaciones en el idioma del país donde se utilice. Ello se ha logrado gracias a una programación que permite a cualquier Administración definir, con su propia terminología, el significado de una orden o informe en particular, conservando así el lenguaje cotidiano en la comunicación hombre-máquina y evitando la jerga especial de los ordenadores.

Paquete diagnóstico del OPAS-II

Además de los programas básicos de tratamiento de llamadas y de servicios, pueden también cargarse en la consola de operadora un juego de programas de diagnóstico. Su carga en la memoria de la consola se puede efectuar a través de la línea de transmisión tan pronto como la operadora comience un período de trabajo, y se pueden utilizar como rutina fundamental de prueba. Otra posibilidad es que la carga sea realizada por el técnico de mantenimiento cuando sospeche que existe un fallo.

Los programas de diagnóstico comprueban automáticamente cada una de las posiciones de memoria, tanto en la memoria programable de sólo lectura como en la memoria de acceso aleatorio. Una vez comprobada la memoria, el programa prueba todos los diodos luminiscentes que la operadora puede observar. A continuación de esto, la operadora puede escoger entre las pruebas siguientes:

- revisión del visualizador, que prueba rutinariamente todos los caracteres posibles y todas las posiciones de la pantalla

- revisión del teclado, que prueba las 40 teclas de la matriz
- comprobación de la emisión de impulsos, enviando mediante el teclado un tren de impulsos a la consola y cargándolo en memoria antes de transmitir las cifras a un número de prueba
- revisión de monitores, que comprueba cada circuito monitor y sus conexiones físicas con la centralita.

El mantenimiento de la consola puede realizarse en un taller, lejos de la sala de la central, mediante una conexión con el ordenador central desde el taller. Una consola en dudoso estado se desenchufará de la posición asociada y se sustituirá por otra. La dudosa se llevará al taller y se cargarán en ella programas de diagnóstico desde el ordenador central.

Los diagnósticos anteriores, junto con los que posee como estándar el miniordenador, proporcionan un conjunto de pruebas muy completo que permite al personal de operación o mantenimiento una eficaz conservación del equipo.

Ventajas económicas

Además de mejorar el entorno de trabajo de las operadoras, la adición del OPAS-II a las centralitas manuales existentes produce ahorros importantes para la Administración, al tiempo que potencia los servicios. Los servicios prestados por las antiguas centralitas mejoran en calidad, haciéndose éstas compatibles con centralitas más modernas que pueden ya existir en la red. El sistema OPAS-II permite introducir nuevos servicios o facilidades a costes marginales, puesto que no requiere cambiar la unidad conmutadora existente.

Los ahorros pueden clasificarse en cuatro capítulos:

- personal
- bienes de equipo
- reducción de errores
- eliminación de papel.

Personal

Este ahorro tiene origen en varios aspectos funcionales. En primer lugar, el tráfico que puede manejar una sola operadora aumenta en un 20 a 30% cuando se instala el OPAS-II. Esto es posible porque la inteligencia de la consola simplifica las tareas de la operadora y elimina totalmente el tiempo gastado en anotar los datos de la llamada. Por otra parte, también se ahorra tiempo a la Administración al suprimir los tickets de tasación de llamadas, que ya no necesitan clasificarse, revisarse ni distribuirse. Tampoco será ahora necesario ocupar personal en convertir la información contenida en los tickets a un formato que pueda interpretar un ordenador.

Bienes de equipo

Un determinado número de posiciones de operadora podrá cursar un tráfico más alto si se aumenta el número de circuitos de cordón utilizado en cada posición. Esto a su vez puede transformarse en ahorro, bien reduciendo el número de centralitas necesarias o bien, en el caso más frecuente, no teniendo que añadir centralitas para hacer frente al natural aumento del tráfico.

El aumento de eficiencia obtenido en el tratamiento de llamadas con el sistema OPAS-II, para un nivel de tráfico que permanece constante, puede permitir la reducción del número de circuitos requeridos, lo cual es un ahorro evidente si se trata de costosos circuitos internacionales. La eliminación de registros escritos de la tasación implica un ahorro en el equipo adicional que antes se necesitaba (lectores ópticos de caracteres o equipos de perforación) como paso previo al procesamiento de datos.

Los ahorros en bienes de equipo también afectan a los locales de instalación, cargas anuales de mantenimiento y a la depreciación que se habría necesitado para una eventual sustitución del equipo.

Reducción de errores

El equipo OPAS-II asegura que se guarda registro de todas las llamadas establecidas por la operadora. Aunque es posible que determinadas llamadas estén exentas de tasación, todas las llamadas establecidas están disponibles para el proceso de datos, que puede proporcionar las estadísticas que se desee. Un medio de apreciar la mejora que ha introducido el OPAS a este respecto consiste en medir la diferencia entre las horas de disponibilidad de un circuito y la suma del tiempo tasable que se haya obtenido.

El diseño del sistema – en virtud del cual las llamadas se establecen utilizando solamente la consola y obteniéndose un registro de datos completo en cada caso – elimina los errores de tasación, que normalmente han ocupado un significativo porcentaje del tiempo al personal de la Administración, rebuscando en archivos antiguos y viéndose obligados a desechar las fichas de tasación ilegibles aunque esto implicara una pérdida de ingresos. El OPAS-II suprime prácticamente el fraude, haciendo desaparecer este problema cuando este problema exista.

Eliminación del papel

Con el OPAS-II desaparecen los costes de los tickets de tasación, así como los problemas de mantener y manejar un archivo de los mismos a largo plazo. Tampoco hay ya necesidad alguna de realizar búsquedas en estos archivos para atender reclamaciones de los abonados, toda vez que esto se puede hacer en el centro de proceso de datos mediante las actuales técnicas de extracción de datos.

Cuantificación del ahorro

Las clases de ahorro descritas anteriormente tendrán diferentes implicaciones económicas en los distintos países. Desde luego, las personas más cualificadas para valorar los ahorros obtenibles en un determinado país son los directivos locales, asistidos por expertos en la planificación de sistemas OPAS.

Del conjunto de exámenes de este tipo realizados hasta el presente en muy distintas situaciones geográficas, se desprenden unas perspectivas generalizadas. En circuitos internacionales, la inversión en equipo de un sistema OPAS se recupera usualmente por los ahorros conseguidos en un período que varía de 18 meses a 4 años. En circuitos nacionales, debido a que el ingreso conseguido por el servicio de operadoras es potencialmente menor, el período de recuperación tiende a ser algo más prolongado,

aunque ello depende de las tasas aplicadas en cada red al servicio de operadora. Cuando se requieren servicios especiales, como por ejemplo el de abonados móviles, el período de recuperación de coste es semejante al que se tiene para circuitos internacionales.

Conclusiones

Las ventajas del sistema OPAS-II para una Administración cuyo tráfico telefónico crezca continuamente, son realmente considerables. Aparte de los evidentes beneficios que reporta la automatización del proceso de tasación desde el punto de contacto con el abonado hasta el ordenador de facturación, se registran también las acciones de la operadora sobre la centralita (cada pulsación de tecla, cada llamada recibida o establecida) proporcionando así una capacidad hasta ahora no explotada de análisis estadístico de las prestaciones de un centro de operadoras. Esencialmente, el procesador de soporte da medios a una Administración para estudiar en detalle la configuración del tráfico en la red de operadoras, con mayor profundidad incluso que los más modernos registradores de tráfico en las centrales automáticas. Puede asimismo observarse el comportamiento individual de cada operadora y definir objetivos para mejorar la eficiencia, obteniéndose informes diarios por el teleimpresor. De este modo las operadoras pueden obtener rápidamente detalles sobre su propia eficacia, lo cual podría utilizarse como incentivo y repercutir en gratificaciones por productividad.

La Administración puede disponer de todas estas facilidades, aunque debe seleccionarse una determinada serie de opciones para obtener la información que se considere necesaria para la cotidiana explotación de los centros de operadoras. La exclusión de una cierta facilidad no impide que pueda incorporarse en el futuro.

La clave del diseño del sistema OPAS-II ha sido la flexibilidad en los circuitos y en la programación, con el fin de que los módulos individuales puedan ajustarse a las necesidades – a veces muy diversas – de las diferentes Administraciones telefónicas.

Recientemente STC ha firmado un contrato para suministrar equipos OPAS-II a Noruega. Inicialmente se instalará el sistema en Oslo, asistiendo a 30 posiciones de operadora para servicio móvil, y otras 20 posiciones para tráfico móvil y nacional en Tonsberg, a unos 100 km de la primera. Ambos centros de operadoras serán asistidos por procesadores duplicados en el centro de Oslo. El sistema entrará en servicio en agosto de 1981.

David M. Davidson nació en Ontario, Canadá, en 1934. Ingresó en 1960 en el British Post Office, permaneciendo allí 5 años hasta alcanzar la categoría de oficial técnico. Seguidamente ingresó en la división de conmutación por barras cruzadas de STC en East Kilbride, como ingeniero de diseño y desarrollo, ya que durante los 5 años transcurridos en el British Post Office se había graduado en el Stow College of Technology de Glasgow, como HNC en electrónica, y en el City & Guilds of London en telefonía. Entre 1970 y 1974 estudió en la Universidad de Strathclyde para obtener un diploma en estudios de dirección de empresas. En 1977 pasó a la división de nuevos productos de STC, primeramente para reclutar ingenieros para esa nueva división y después como coordinador técnico del Sistema 12. Desde 1978 hasta ahora es jefe de ingeniería del proyecto OPAS-II.

Sistema de tarificación de abonados

A medida que aumenta en todo el mundo el uso interurbano e internacional de las redes telefónicas, aumentan asimismo las peticiones por parte de los abonados de datos más detallados de tarificación de las llamadas. El sistema de tarificación de abonados SRS-2000 introduce terminales de recogida de datos controlados por microprocesadores y centros basados en miniordenadores, lo que hace de él un sistema suficientemente versátil para ser empleado en un extenso conjunto de aplicaciones de obtención de datos de tarificación.

R. COHEN

ITT Europe Inc, Bruselas, Bélgica

J. B. CONNELL

TeleSciences Inc, Moorestown, New Jersey, EE. UU.

Introducción

Las Administraciones telefónicas están experimentando una revolución a escala mundial en las áreas de las técnicas de tarificación de abonados y de los planes de tarificación. En este cambio figuran en forma destacada el rápido crecimiento de las llamadas internacionales marcadas por los propios abonados, la interconexión de equipos propiedad de los abonados, el uso creciente de las redes urbanas, la utilización por los ordenadores de las redes telefónicas, la implantación del servicio automático interurbano en países en desarrollo, y un aumento general de la preocupación de los abonados por los importes del servicio telefónico.

En muchas partes del mundo, los abonados que tienen sistemas de tarificación por totalización en contadores están solicitando datos de tarificación detallada, especialmente para llamadas internacionales. En otras partes existen presiones para eliminar el servicio urbano de cuota fija y cobrar a los abonados por cada llamada local. En todas partes, las reclamaciones de los abonados sobre facturación son un hecho presente y en aumento en la vida diaria de las Administraciones telefónicas.

La introducción de sistemas de conmutación controlados por programa almacenado (SPC) permite a las Administraciones telefónicas responder más fácilmente a estas presiones. Con estos sistemas de conmutación SPC, tanto con los analógicos como con los digitales, puede disponerse de tarificación detallada para todas las líneas y para todas las llamadas interurbanas y locales. Las Administraciones que ya tienen tarificación detallada para llamadas interurbanas pueden registrar también ahora los detalles de las llamadas locales. Los sistemas SPC también permiten introducir de una forma sencilla el cómputo de llamadas locales por períodos de tiempo, en los países en donde aun no exista hoy. Además, con centrales SPC, se puede implantar cómputo electrónico con recogida centralizada de los datos. Pero lo más importante es que las centrales SPC permiten ofrecer tarificación detallada bien para *líneas seleccionadas* o bien para *todas las líneas* en redes en las que tan sólo existe la totalización en contadores de los impulsos de tarificación de las llamadas.

El ofrecer nuevas ventajas de tarificación a los abonados conectados a centrales SPC no resuelve, sin embargo, más que una pequeña parte del problema, ya que la mayoría de los abonados están conectados a sistemas de conmutación electromecánicos. Además, al añadir más posibilidades de tarificación a centrales SPC se pueden reducir sus capacidades para cursar tráfico; con algunas centrales esta reduc-

ción puede ser importante y puede, de hecho, llevar a la Administración telefónica a buscar soluciones alternativas para incorporar facilidades de tarificación en los sistemas de conmutación SPC.

Existe, por lo tanto, una necesidad mundial de un sistema diseñado para satisfacer los diversos requerimientos de datos de tarificación de las Administraciones telefónicas. ITT y TeleSciences se han ocupado de esta tarea en todo el mundo y han definido las especificaciones y necesidades de casi todas las administraciones. El presente artículo describe los criterios de diseño e implantación de uno de estos sistemas.

Este sistema es el SRS-2000, cuyo diseño estuvo orientado a disponer de una solución de aplicación universal y económica para satisfacer dichas necesidades. Por los esfuerzos conjuntos de ITT y TeleSciences este sistema se está ya introduciendo en Europa.

Planes de tarificación de abonados

Antes de describir la arquitectura del sistema SRS-2000, se va a pasar revista a los actuales planes de tarificación de abonados.

Los criterios básicos para cobrar el servicio telefónico a los abonados son los mismos en todo el mundo y tan sólo difieren en su implantación. Además de las cuotas por instalación inicial y por equipos, existe también un cargo basado en el uso del servicio, cargo al que se trata de tres maneras distintas:

- Cuota mensual o periódica. El período depende del ciclo de tarificación empleado por la Administración telefónica.
- Tarificación de llamadas urbanas; su implantación varía en forma considerable de unas Administraciones a otras. Algunas incluyen, simplemente, una cierta cantidad en la cuota mensual o periódica y permiten llamar sin limitaciones dentro de un área urbana definida por la Administración. Esto se llama servicio con cuota fija. Otras cargan una unidad de cómputo por cada llamada realizada dentro del área urbana, con independencia de su duración: esto se denomina unidad de mensaje sencilla sin límite de tiempo (o UMS s/LT). Otros aplican un cargo por sobrepasar unos intervalos de duración: esto se denomina UMS c/LT. Un esquema más elaborado consiste en dividir un área urbana en zonas y en cargar un cómputo multiunidad dependiendo de las distancias entre las zonas de origen y de destino. Esto se llama servicio con unidad multimensaje; puede suministrarse con

o sin cargo por intervalos de duración (UMM c/LT) o (UMM s/LT).

- Tarificación de llamadas fuera del área urbana. Este tipo de llamadas de larga distancia es tratado en general de la misma manera por todas las Administraciones telefónicas. El importe de la llamada es función de la duración total de la misma y de la distancia. Algunas Administraciones cobran una cantidad constante por cada unidad de tiempo mientras otras cargan una cantidad más alta para un período inicial de la llamada y una tarifa más baja para los períodos posteriores.

Existen en la tarificación de las llamadas otros factores importantes tales como los esquemas de tarifas que cambian con la hora del día. Esto permite que los abonados llamen durante una parte del día en la que, normalmente, el tráfico es bajo y paguen menos por las llamadas. Algunas Administraciones ofrecen períodos de tiempo de tarifa reducida tan sólo para llamadas de larga distancia, otras lo ofrecen para todas las llamadas tarificadas y hay todavía otras que no tienen tarifas reducidas a ninguna hora del día.

Técnicas actuales para el registro de la tarificación

Aunque los criterios básicos para tarificar el servicio telefónico no difieren en forma significativa en el mundo, sí varían las técnicas utilizadas para registrar los datos necesarios. Los datos que se registran dependen de la estructura de tarifas de la Administración y de la filosofía básica para facturar al abonado. La forma más corriente de recoger datos de tarificación es el registro en contadores de llamada; estos contadores se usan en todo el mundo, incluso en los países que suministran tarificación detallada para llamadas de larga distancia. En muchos países la única forma de re-

gistrar datos de tarificación son los contadores de llamadas.

En el cómputo por contadores, cada abonado tiene asignado un contador. Este contador es, generalmente, electromecánico y es activado por impulsos eléctricos generados bien en la central de origen o bien en algún centro de conmutación intermedio. El número de impulsos correspondientes a una llamada determinada depende de la estructura de las tarifas. Así, por ejemplo, en llamadas urbanas sin límite de tiempo, puede usarse un solo impulso. Si existe tarificación con límites de tiempo, se necesita medir la duración de las llamadas y generar los impulsos subsiguientes en la red de conmutación. Si se utiliza este procedimiento para tarificar todas las llamadas, el período de los impulsos es función de la distancia para las llamadas interurbanas e internacionales.

Una alternativa de los contadores de llamada consiste en proporcionar un registro detallado de toda la llamada para todas y cada una de las llamadas. Las Administraciones que proporcionan estos datos lo hacen generalmente tan sólo para las llamadas de larga distancia. Generalmente estas Administraciones utilizan una tarifa fija para el servicio urbano o bien emplean una de las formas antes descritas de computar dicho servicio urbano. La forma en que se obtiene y registra este detalle de las llamadas depende del equipo de conmutación y de la estructura de la red de la Administración. Dos términos usados generalmente en relación con el registro del detalle de la llamada completa son: registro de mensajes automático local (LAMA) y registro de mensajes automático centralizado (CAMA). El primero significa sencillamente que se supervisa la llamada y se registra la información de tarificación en la central de origen. En el último caso se supervisa la llamada y se regis-

Vista del sistema SRS-2000 de tarificación de abonados.



tran los datos en una central tándem o de tránsito. Cuando se usa el sistema CAMA, la central de origen debe transferir el número de la línea que origina la llamada además del número de destino o terminal.

Con los sistemas LAMA y CAMA se registran los datos bien en cinta de papel o bien en cinta magnética, dependiendo del nivel de la tecnología de conmutación en el lugar de registro. Cuando se emplea cinta de papel, se necesita una conversión de cinta de papel a cinta magnética antes de introducir la información en el ordenador para realizar la facturación de los abonados. Cuando se emplean contadores, bien para el servicio urbano o bien para todas las llamadas, se necesita pasar la lectura de los contadores a cinta magnética. Este proceso tiene generalmente un elevado contenido manual y en consecuencia está sujeto a abundantes errores.

Objetivos de aplicación del sistema SRS-2000

El diseño del sistema SRS-2000 está dirigido a disponer de una solución de aplicación universal para los innumerables problemas de obtención de datos de tarificación con los que actualmente se enfrentan las Administraciones telefónicas en todo el mundo. El sistema utiliza terminales de recogida de datos controlados por microprocesador con un centro basado en miniordenador situado en una localización conveniente para controlar el sistema y registrar los datos en forma centralizada. El diseño se orientó desde un principio, hacia una concepción del sistema tal, que se pudieran utilizar los mismos equipos básicos para un amplio conjunto de aplicaciones de tarificación. Entre estas aplicaciones se incluyen las siguientes:

Substitución de los contadores de cómputo. En este caso el SRS-2000 proporciona un sistema de registro electrónico centralizado de impulsos de tarificación que elimina la lectura, interpolación y perforación de las indicaciones de los contadores electromecánicos. Proporciona, asimismo, la opción de obtener un informe de impulsos por llamada en el cual todas y cada una de las llamadas pueden etiquetarse con la hora del día, duración de la llamada y número total de impulsos de cómputo.

Substitución de los contadores de cómputo en la tarificación urbana por períodos de tiempo. Esta aplicación permite substituir los contadores de cómputo, centralizar la recogida de datos e introducir la tarificación de llamadas urbanas por períodos de tiempo. No se necesita ninguna modificación en las centrales y puede disponerse de los datos en forma totalizada o en forma de impulsos de cómputo por cada llamada.

Tarificación de líneas seleccionadas. Con la introducción del servicio automático internacional, las Administraciones que efectúan la facturación de todas las llamadas tan sólo por lecturas de contadores están recibiendo presiones de los abonados de mucho tráfico para que proporcionen información detallada de las llamadas. Hablando en general, estos abonados representan un porcentaje pequeño de la totalidad. Esta aplicación permite a las Administraciones vender un servicio de tarificación detallada a determinados abonados.

Tarificación de todas las líneas. El SRS-2000 puede usarse para conectarlo a todas las líneas de una central al objeto de obtener datos completos de las llamadas para todas las llamadas.

Observación del servicio para las reclamaciones de facturación. Las reclamaciones de los abonados relativas a la facturación están aumentando en todo el mundo. Esta aplicación permite recoger datos completos de las llamadas de una línea de abonado determinada a lo largo de un período de análisis prefijado. Los registros de estos períodos de análisis se totalizan y se imprimen informes de excepción cuando se detectan anomalías en el sistema de impulsos de cómputo.

Registro centralizado en sistemas SPC. Muchos sistemas de conmutación con programa almacenado contienen incorporadas características de recogida de datos con registro local de los mismos en cintas magnéticas. El sistema SRS-2000 permite substituir la unidad de cinta magnética por una unidad de memoria intermedia a la que se puede tener acceso para vaciarla desde el miniordenador del SRS-2000, con objeto de disponer de recogida centralizada de datos. De esta forma, un sistema centralizado puede recoger datos de tarificación de sistemas de conmutación electromecánicos y de sistemas con programa almacenado.

Objetivos de implantación

Para poder satisfacer el extenso conjunto de objetivos de aplicación de una forma económica, se necesitó partir de una concepción de diseño sumamente flexible. La concepción usada para modelar la estructura del sistema SRS-2000 se basó en un conjunto exhaustivo de objetivos de diseño elaborados a partir de experiencias de campo reales, conversaciones con Administraciones y un conocimiento profundo del alcance que podía darse a la aplicación práctica de la tecnología disponible. Entre los principales objetivos del diseño figuran los siguientes:

- Independencia con respecto al sistema de conmutación; el sistema tendría que funcionar al margen de los equipos de la central. Es decir, la conexión se realiza del lado de la línea en el equipo de conmutación. El equipo de recogida de datos habría de poseer la flexibilidad de trabajar con cualquier tipo de sistema de conmutación sin necesidad de ninguna modificación en dicho sistema.
- Equipos comunes de recogida de datos; el equipo de recogida de datos habría de ser físicamente similar para todas las aplicaciones. Puede disponerse de diferentes unidades de entrada para diferentes aplicaciones, pero el equipo común tendría que ser idéntico. El equipo de recogida de datos debería ser actualizable de forma que pudiera pasarse de una estructura de tarificación a otra conservando el máximo número de elementos de equipo. Las diferencias de características y de sistemas de conmutación tendrían que ser resueltas por medio de "firmware" programable por el usuario.
- Alto grado de exactitud en la captura de datos; como quiera que los datos obtenidos por el SRS-2000 se usarán para la facturación de abonados, es de la máxima importancia el lograr elevada exactitud. Las llamadas perdidas no podrían sobrepasar el 0,1% de las llamadas contestadas.

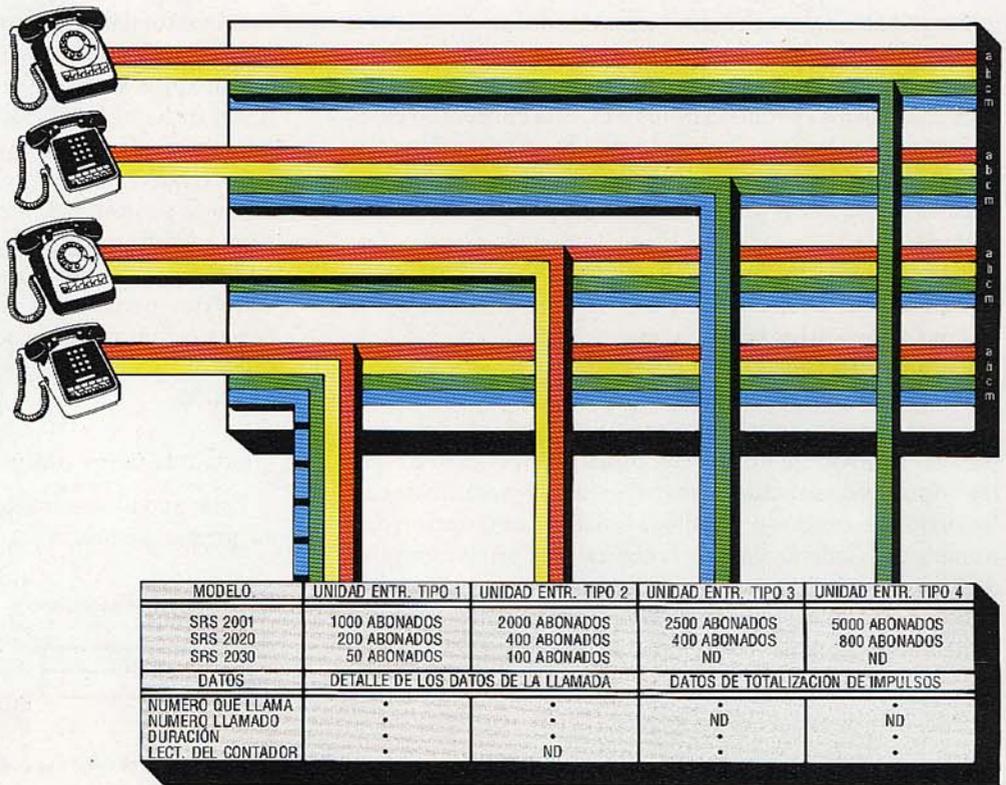


Fig. 1 Tipos de unidades de entrada de líneas y márgenes de aplicación de los tres terminales de recogida de datos SRS-2000. El SRS-2001, que tiene la mayor capacidad de entrada, está dotado de redundancia incorporada con cambio automático a la unidad de reserva. Los terminales más pequeños, simplex, SRS-2020 y SRS-2030 no llevan redundancia incorporada.

- Detección rápida de fallos con recuperación automática opcional; el equipo de recogida de datos debe llevar facilidades exhaustivas de autocomprobación tanto para los circuitos como para los programas. Tendría que disponerse de módulos redundantes, con conmutación automática al módulo de reserva en el caso de producirse un fallo.
- Registro local; el equipo de recogida de datos habría de tener la posibilidad opcional de grabar los datos en una cinta magnética local, compatible con ordenador y trabajando bien a 800, ó bien a 1600 caracteres por segundo.
- Pruebas locales; el equipo tendría que disponer de accesos completos para pruebas y mantenimiento locales con objeto de que puedan diagnosticarse y repararse las averías por medio de personal de mantenimiento de capacitación media.
- Registro y recogida centralizada de datos; el sistema debería proporcionar registro y recogida centralizada de datos para una capacidad de hasta un millón de abonados por cada centro de control. La comunicación entre el centro de control y los terminales de recogida de datos habría de realizarse a través tanto de línea dedicada como de línea conmutada o redes de paquetes de datos.
- Comprobación exhaustiva de la transmisión de datos; habría que emplear técnicas para asegurar una detección eficaz de los errores de transmisión de datos junto con la posibilidad de volver a vaciar y retransmitir dichos datos.
- Traducción del número de equipo al número de guía; esta posibilidad tendría que estar disponible tanto en el terminal de recogida de datos como en el miniordenador

central. Deberían implantarse procedimientos administrativos sencillos, con equipos de reserva y re arranque automático, en caso de fallo de alimentación.

- Asignación flexible de puntos de observación para reclamaciones; cuando se usa como sistema de recogida de datos para tarificación para todas las líneas, hasta un 2% de los puntos habrían de poder ser asignables para la observación de reclamaciones de tarificación.

Partes del sistema

Los cuatro bloques que forman el sistema SRS-2000 son: terminal de registro de datos, control de datos central, multiplexador de datos; y una unidad de datos escrutable y vaciable. Sus funciones se describen a continuación.

Terminales de recogida de datos de la serie SRS-2000

Existen tres modelos: SRS-2001, SRS-2020 y SRS-2030. El primero es el de mayor capacidad de puntos de entrada de los tres y se ha diseñado con redundancia y con facilidad de cambio automático. Los modelos SRS-2020 y SRS-2030 son unidades simplex sin redundancia incorporada.

Los terminales de la serie SRS-2000 se conectan en paralelo con los hilos *a*, *b*, *c* y *m* existentes. Se recogen los datos mediante la supervisión de los cambios de los voltajes en estos hilos. Dependiendo del punto de entrada, la detección de los cambios de nivel de voltaje se hace bien con referencia a tierra o bien con referencia a otra entrada (por ejemplo, diferencias de voltajes entre los hilos *a* y *b*). El terminal SRS-2000 presenta una alta impedancia, 10 MΩ entre los hilos *a* y *b*, y 1 MΩ a tierra para los hilos *c* y *m*.

Estos terminales ofrecen varios módulos de entrada. Los tipos de módulos de entrada y los márgenes de aplicación de estos terminales se representan en la figura 1. El SRS-2030, el más pequeño de los tres, está concebido específicamente sólo para el servicio de observación de reclamaciones y para estudios de dispersión de llamadas.

En la figura 1 se representan cuatro tipos de módulos de entrada:

- Tipo 1 - para los hilos *a*, *b*, *c* y/o *m*
- Tipo 2 - para los hilos *a* y *b*
- Tipo 3 - para los hilos *c* y *m*
- Tipo 4 - para los hilos *c* o *m*.

El tipo de módulo utilizado depende de la aplicación. Así, por ejemplo, se usaría un módulo de entrada del tipo 1 para tarificación de líneas seleccionadas en el caso de que los impulsos de contador deban registrarse juntamente con los dígitos marcados o si la única señal de contestación disponible en el lado de línea de la central es el primer impulso de contador. En lugares posteriores de este artículo se describen módulos de entrada para otras aplicaciones y la arquitectura básica de los terminales de la serie SRS-2000.

Control de datos central SR-2000

El control de datos central (CDC) SR-2000 usa miniordenadores y periféricos estándar. Está programado con un sistema operativo especial elegido específicamente para trabajar con los terminales SRS-2000. Un CDC SR-2000 puede conectarse hasta a un total de 1024 terminales mediante líneas conmutadas o paquetes de datos. El modo de transmisión depende mucho de la facilidad de datos que se usa. La capacidad normal del sistema alcanza velocidades de transmisión tan altas como 1200 Bd asíncronos y hasta 9600 Bd en funcionamiento síncrono.

Las funciones principales del CDC son las siguientes:

- control del vaciado de los terminales de acuerdo con unas secuencias establecidas por el usuario
- comprobación de todas las transmisiones de datos para suministrar indicación de error y solicitar retransmisión en el caso de producirse un error
- protección frente a pérdidas de datos detectando el estado de los terminales, las alarmas de fallo, seleccionando los datos de las unidades redundantes correctas y empleando un contador de bloques de datos
- generación y distribución de resúmenes de datos e informes de mantenimiento en tiempo real
- administración de la base de datos del sistema
- provisión de un archivo de traducción de número de equipo a número de guía
- integración de formatos diversos de tarificación correspondientes a centrales controladas por programa almacenado en un formato de datos único.

El disponer de la potencia de procesamiento de un miniordenador centralizado proporciona una flexibilidad considerable al diseñador de sistemas.

Unidad multiplexadora de datos DMU-16

El DMU-16 es un controlador para registro en cinta magnética centralizado, con control por microprocesador, para los terminales de la serie SRS-2000. Puede admitir hasta un total de 16 canales de datos totalmente dúplex con

hasta un total de 10 terminales de la serie SRS-2000 conectados a cada uno de los canales. La transmisión entre el terminal y el DMU se realiza en forma asíncrona, a velocidades de hasta 1.200 baudios. El DMU-16 está dotado en la transmisión de datos de todas las características del sistema relativas a comprobación de error y retransmisión. Tiene la posibilidad de aceptar órdenes desde un teclado local y de transmitirlos a un terminal SRS-2000 determinado. Es, en esencia, un controlador inteligente centralizado que permite un nivel medio de concentración. No tiene posibilidad de generación de informes y de procesamiento en tiempo real ni tiene la capacidad del CDC SR-2000.

Unidad de datos con posibilidad de vaciado PDU-20

Esta unidad, controlada por microprocesador, que tiene su propia memoria de disco, puede conectarse directa-

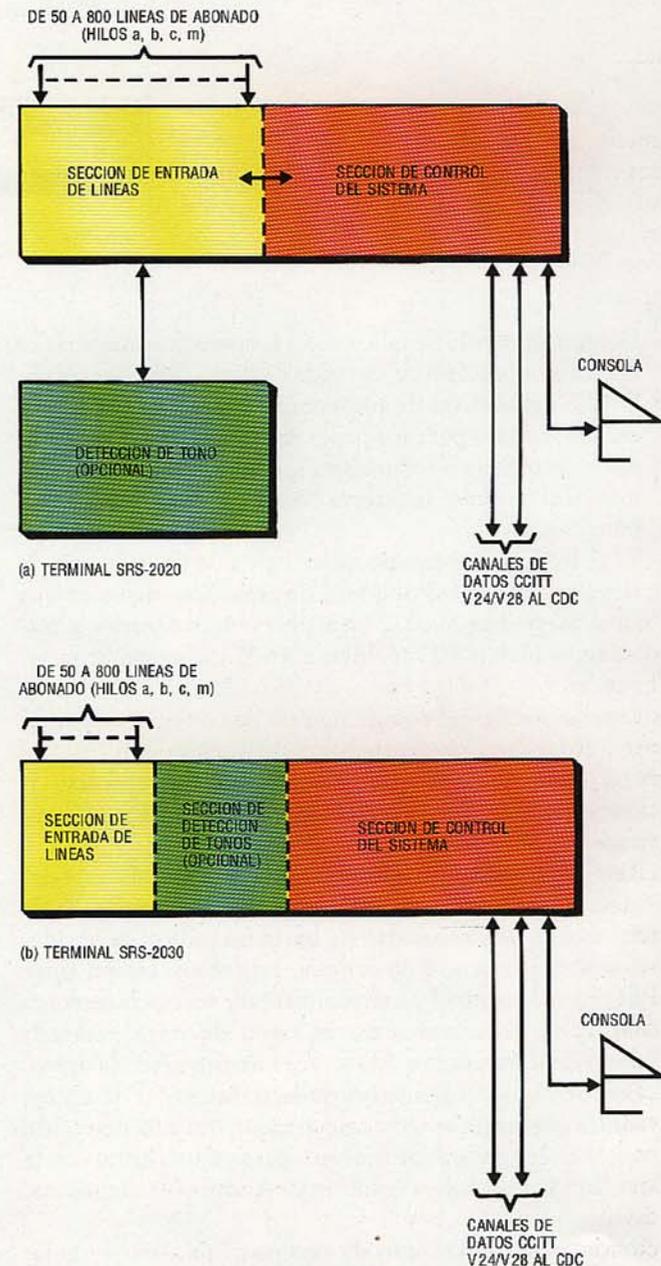


Fig. 2 Diagramas de bloques de (a) el terminal SRS-2020 y (b) el terminal SRS-2030.

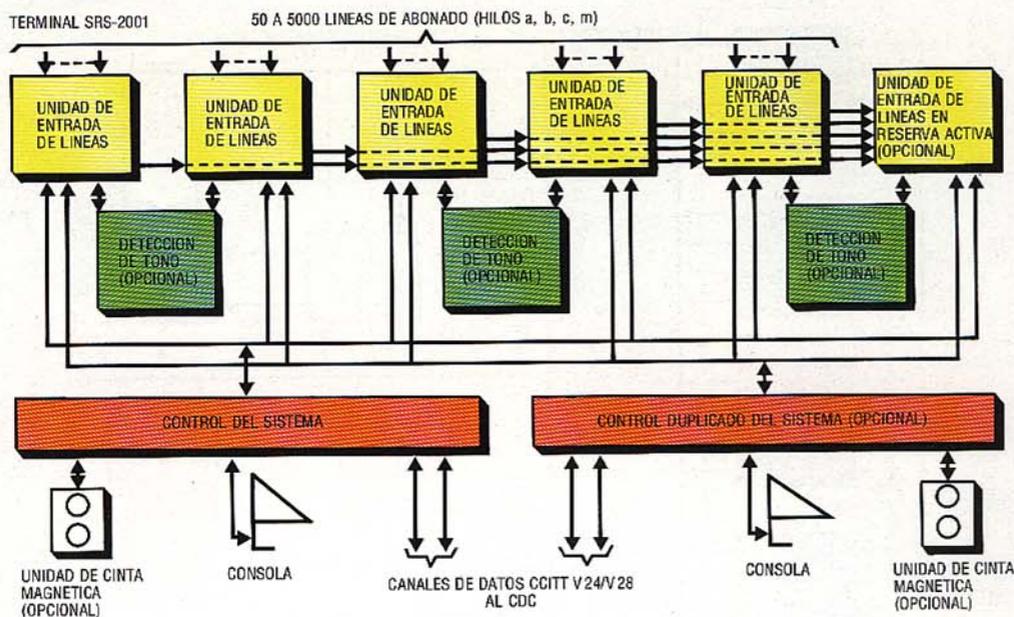


Fig. 3 Diagrama de bloques del terminal SRS-2001.

mente a un terminal SRS-2000 para almacenar datos durante períodos largos y ser, posteriormente, vaciada por un CDC SR-2000. Puede conectarse también a un sistema con control por programa almacenado para recoger registros de tarificación y almacenarlos con vistas a su posterior transmisión al CDC SR-2000. La PDU-20 utiliza la tecnología de discos tipo Winchester para lograr alta fiabilidad y reducidas necesidades de mantenimiento. Una sola unidad puede almacenar 500.000 registros de llamada. El disco Winchester es un disco robusto, herméticamente sellado, con un tiempo medio entre fallos fijado en más de 10.000 horas.

Diseño del sistema

En un proyecto de desarrollo como el del sistema SRS-2000 se necesitan tomar muchas decisiones básicas de diseño en una etapa temprana del proceso de desarrollo. Estas decisiones se basan generalmente en consideraciones de aplicación del sistema y establecen los esquemas de las numerosas decisiones que hay que tomar en el trabajo diario de diseño durante el curso del desarrollo. En esta sección se ponen de relieve varias de estas decisiones y las consideraciones que condujeron al plan de implantación específico de los bloques que forman el SRS-2000.

De entre los componentes del sistema, fue la familia de terminales lo que representó el mayor desafío para los diseñadores. Los desarrollos del CDC SR-2000, DMU-16 y PDU-20, aunque no sean los mismos, no diferían substancialmente de sistemas similares de recogida y almacenamiento de datos de TeleSciences. Estas tres unidades utilizan circuitos probados y el principal trabajo de desarrollo estuvo dirigido hacia la programación. Los terminales, sin embargo, necesitaron un esfuerzo considerable de desarrollo tanto en circuitos como en programas. Más aún, el diseño de los circuitos básicos habría de dictar las limitaciones del producto a lo largo de su vida útil. En consecuencia, aunque varias de las consideraciones de diseño relativas a los otros tres bloques principales eran importan-

tes, en este artículo se hace un énfasis mayor en las decisiones fundamentales de diseño relacionadas con los terminales.

Se mencionaron con anterioridad varios de los objetivos de diseño de los terminales. El objetivo básico consistió en lograr una familia de terminales a un coste razonable, que pudieran usarse para captar y registrar datos de tarificación en un amplio abanico de tipos de centrales. Habrían de ser aplicables como dispositivos de recogida de datos externos al equipo de la central y conectados en paralelo con los hilos *a*, *b*, *c* y *m* existentes. Las placas de circuito impreso individuales debían ser intercambiables entre los distintos terminales de la familia SRS-2000. La tecnología de microprocesadores utilizaría lógica almacenada para adaptarse a las diferencias de tamaños de los terminales, de secuencias de señales de entrada, de características de las centrales, y de formatos de datos, así como para facilitar la detección de fallos. Debería usarse lógica cableada para todas las funciones repetitivas bien definidas y disponerse de unos elementos de interconexión exactos y fiables para funcionar en los entornos eléctricos hostiles que presenta la planta telefónica existente. Las áreas de diseño básicas que se analizan a continuación son la arquitectura del terminal, la consecución de elementos de interconexión de entrada de gran precisión, el compromiso circuitos/programas, y las alternativas de recogida de datos.

Arquitectura del terminal

El plan del sistema SRS-2000 abarcó, desde el principio, una familia de terminales de adquisición de datos en la que la principal diferencia entre unos y otros consistía en el número de entradas. En la figura 1 se representan las capacidades de cada terminal para cada tipo de unidad de entrada de líneas.

Cada terminal está dividido, desde un punto de vista lógico, en tres áreas funcionales: el módulo de entrada de líneas, el control del sistema y el módulo de detección de tonos. En el caso del SRS-2030, los tres módulos están con-

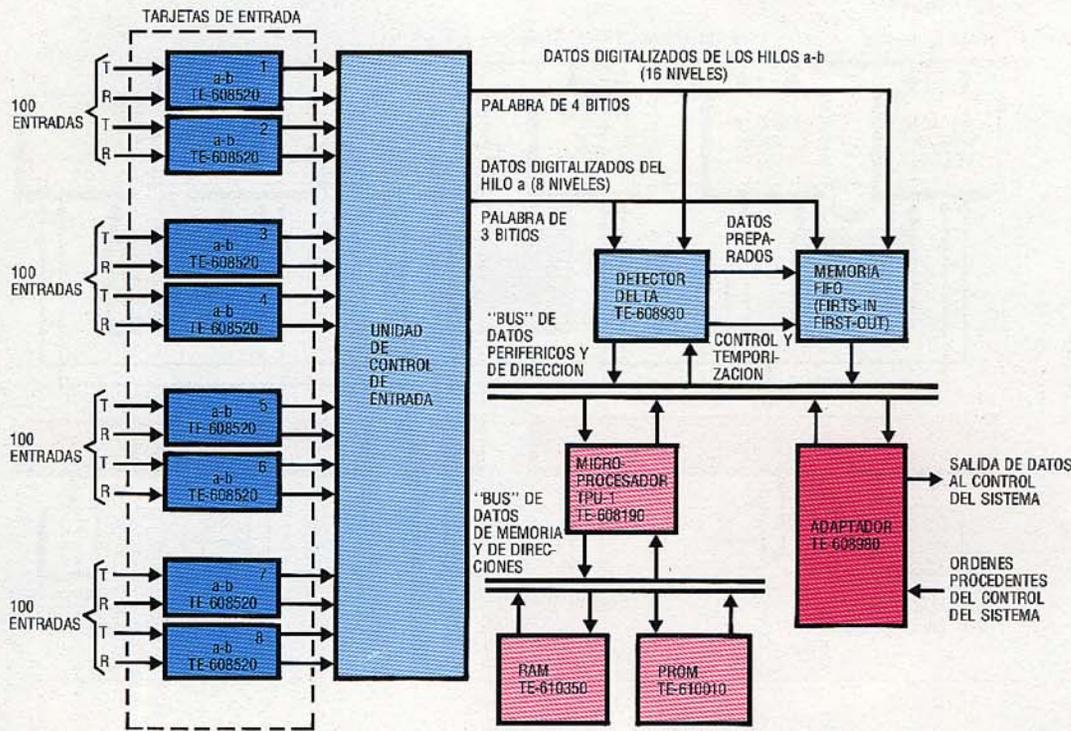


Fig. 4 Diagrama de bloques de una unidad de entrada de líneas del tipo 2.

tenidos en un cuadro de equipo que mide 222 mm de altura, 305 mm de profundidad y 584 mm de anchura (este cuadro es común a todas las versiones). El SRS-2020, que admite un número mayor de entradas que el SRS-2030, utiliza un cuadro para los módulos de control del sistema y de entrada de líneas y un cuadro separado para el módulo de detección de tonos. Como quiera que ambos terminales son físicamente pequeños, el que llevasen redundancia incorporada no representa ventajas económicas. Cuando se utilizan en aplicaciones de tarificación, pueden emplearse sin duplicación o con duplicación total. Hablando de una manera general, los terminales SRS-2020 y SRS-2030 se usan para la observación de las reclamaciones de los abonados y para análisis de distribución de llamadas. En la figura 2 se representan diagramas de bloques simplificados de ambos terminales.

El SRS-2001 es el terminal de mayor capacidad; entre sus características destacan redundancia incorporada y conmutación automática a los módulos de reserva. En la figura 3 se muestra un diagrama de bloques simplificado de este terminal. El bloque básico constituyente del terminal es el módulo de entrada de adquisición de datos controlado por microprocesador. Cada uno de estos módulos ocupa un cuadro. Los módulos de detección de tonos están en cuadros separados, mientras que los módulos de control del sistema activo y de reserva están ambos contenidos en un único cuadro.

El esquema de redundancia de este terminal se basa en una solución $N + 1$ en las unidades de entrada de líneas y una duplicación total del control del sistema. Los dos controles del sistema se encuentran funcionando continuamente, estando uno de ellos designado como activo. La unidad de entrada de líneas de reserva se encuentra alimentada permanentemente y puede hacerse cargo de la función

de control de cualquiera de los módulos de entrada de líneas.

La decisión de conmutar a la unidad de reserva activa se realiza en el control del sistema. No existe duplicación de las placas de entrada de la unidad, pero todos los circuitos de control en la unidad de entrada de líneas pueden ser reemplazados, sin interrupción del funcionamiento, por las unidades de entrada de líneas en reserva activa. Cuando se produce una de estas transferencias, se pierden los datos relacionados con las llamadas en fase de establecimiento.

Cada módulo de entrada de líneas realiza permanentemente una serie de rutinas de prueba, cuidadosamente diseñadas, en un modo de programación de segunda prioridad. Estas rutinas incluyen pruebas de los "buses" de entrada y salida, comprobaciones del reloj de tiempos, supervisión de la fuente de alimentación y comprobaciones de la paridad en todas las transferencias de memoria. La

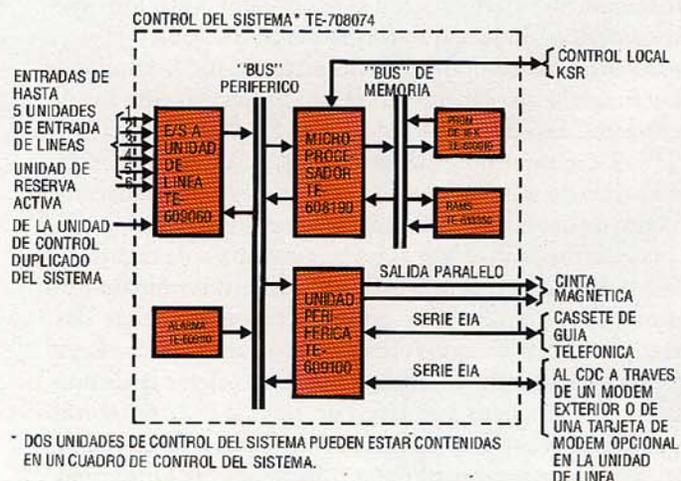


Fig. 5 Diagrama de bloques del módulo de control del sistema.

Tabla 1 - Formato de los mensajes de salida normalizados de una unidad de entrada del tipo 2

Número del carácter	Formato	Número del carácter	Formato
1	STX Comienzo del texto	38	Decenas de minutos
2	FOR Encabezamiento del CDC	39	Unidades de minuto
3	BFC	40	:
4	Decenas ID de sitio ①	41	Decenas de segundos
5	Unidades (Hex)	42	Unidades de segundo
6	Espacio	43	Espacio
7	1-5 N° de la Unidad de Línea	44	Decenas de horas
8	Centenas Puerto de entrada	45	Unidades de horas
9	Decenas N° ②	46	:
10	Unidades (6000-400)	47	Decenas de minutos
11	-	48	Unidades de minutos
12	Marcar dígito 1	49	:
13	Marcar dígito 2	50	Decenas de segundos
14	Marcar dígito 3	51	Unidades de segundos
15	Marcar dígito 4	52	Espacio
16	Marcar dígito 5	53	Marcar dígito 1
17	Marcar dígito 6	54	Marcar dígito 2
18	Marcar dígito 7	55	Marcar dígito 3
19	Espacio	56	Marcar dígito 4
20	Tipo de llamada OC OS IA ④	57	Marcar dígito 5
21		58	Marcar dígito 6
22	Espacio	59	Marcar dígito 7
23	Decenas del día	60	Marcar dígito 8
24	Unidades del día	61	Marcar dígito 9
25	/	62	Marcar dígito 10
26	Decenas del mes	63	Marcar dígito 11
27	Unidades del mes	64	Marcar dígito 12
28	/	65	Marcar dígito 13
29	Decenas de horas	66	Marcar dígito 14
30	Unidades de horas	67	Marcar dígito 15
31	:	68	Marcar dígito 16
32	Decenas de minutos;	69	Marcar dígito 17
33	Unidades de minuto	70	Marcar dígito 18
34	:	71	Marcar dígito 19
35	Decenas de segundos	72	Marcar dígito 20
36	Unidades de segundo	73	Marcar dígito 21
37	Espacio	74	Marcar dígito 22
		75	Espacio
		76	CR
		77	LF
		78	Nulo
		79	ETX
		80	LRC

Ejemplo de un mensaje de salida

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
00	1051-2	356	227	OC	07/01/14:15:38	00:10	00:11 5551 000
00	1051-2	356	227	OS	07/01/14:17:15	00:08	00:08 631
00	1051-2	356	227	IA	07/01/14:17:44	00:06	00:17

* Tiempo transcurrido desde el descuelgue hasta el último dígito en llamadas salientes (OC); tiempo transcurrido desde la recepción de la señal de supervisión de contestación y el cuelgue para llamadas en observación (OS); tiempo transcurrido desde el primer timbrado de corriente de llamada hasta el descuelgue para la observación de llamadas entrantes en el abonado llamado (IA).

** Tiempo transcurrido desde el último dígito hasta el cuelgue en llamadas salientes (OC); tiempo transcurrido desde la recepción de la señal de supervisión de contestación hasta el cuelgue para llamadas en observación (OS); tiempo transcurrido desde el descuelgue hasta el cuelgue para la observación de llamadas entrantes en el abonado llamado (IA).

- OC - Llamada saliente sin supervisión de respuesta
- OS - Llamada saliente contestada
- IA - Llamada entrante contestada
- FOR - formato
- BFC - Caracter de memoria llena

- ID - Identificación de posición terminal
- CR - Control de transporte
- LF - Alimentación de línea
- ETX - Fin de la prueba
- LRC - Caracter de comprobación de redundancia longitudinal

unidad de entrada de líneas debe informar de una manera regular a la unidad de control del sistema del resultado de estas pruebas. Además, el control del sistema supervisa todas las salidas de la unidad de entrada de líneas, al objeto de comprobar si los tiempos, formatos y contenidos son los correctos. Si el control dictamina que una unidad de entrada de líneas determinada está funcionando de una forma dudosa, pone inmediatamente en funcionamiento la unidad de reserva activa.

Las unidades de control del sistema trabajan siempre en paralelo. Pueden registrar localmente datos en cinta magnética o pueden transmitir los datos a un SR-2000 o a un DMU-16 situados en un centro. Cuando se trabaja con el CDC SR-2000, se comparan continuamente los datos de ambas unidades de control del sistema en el CDC para verificar el correcto funcionamiento de dicha unidad de control.

Consideraciones sobre el módulo de entrada de líneas

Una exigencia primordial en el diseño del terminal SRS-2000 es que debe recoger con exactitud datos en un amplio conjunto de tipos de centrales. Para poder estar seguros de la compatibilidad con los sistemas de conmutación electromecánicos existentes se necesita un gran margen dinámico de voltajes de entrada. De hecho, se especificó para el circuito de entrada un margen de voltajes de +70 V a -70 V. Se necesita además una elevada impedancia de entrada por razones de compatibilidad con los métodos de prueba de aislamiento de línea existentes.

La experiencia aconsejó el uso de circuitos de entrada a base de amplificadores operacionales de alta impedancia; sin embargo, no se podía obtener el margen dinámico de voltajes necesario mediante dispositivos de costes bajos o medios. Para vencer este problema se usó, como entrada, un circuito divisor de tensiones resistivo, con el que se lograba una reducción de voltajes de 10 a 1 en la entrada del amplificador operacional.

Este margen de +7 V a -7 V puede ser cubierto fácilmente por amplificadores operacionales, de alta fiabilidad y bajo coste, trabajando a niveles situados con holgura dentro de sus márgenes de entrada especificados.

Para alcanzar un elevado nivel de exactitud, se decidió realizar una conversión analógica/digital (A/D) a la salida del amplificador operacional. Se especificó, además, conversión A/D no lineal para lograr un nivel extremadamente alto de discriminación de señal para aquellos cambios de voltaje críticos, pero pequeños, que se encuentran en las aplicaciones normales.

Compromiso circuitos/programación

Tanto los módulos de unidad de entrada de líneas como los módulos de control del sistema están dotados de capacidad de lógica almacenada en microprocesadores. De hecho, se usó la misma placa de microprocesador en ambos módulos, pero los programas operativos son diferentes. La figura 4 representa un módulo, de unidad de entrada de líneas del tipo 2; la figura 5 es el diagrama de bloques del módulo de control del sistema. La placa de circuito impreso del microprocesador TPU-1 se representa en ambos diagramas.

El diseño de la unidad de entrada de líneas se estructuró para minimizar la carga en tiempo real en su microprocesador (TPU). Esto se consiguió realizando en lógica cableada muchas de las tareas repetitivas, que consumen mucho tiempo. Las dos funciones significativas que absorben más tiempo real son la exploración de entradas y el filtrado de los cambios de voltajes de entrada para identificar los que son significativos. Estas funciones son ejecutadas por el circuito de control de las placas de entrada en lógicas cableada y por los circuitos detectores delta.

El control de placas de entrada funciona con una secuencia de exploración de 2 ms. Esta secuencia quedó determinada por las exigencias de detección de los impulsos del disco de marcar. Cuando se explora una entrada, su nivel de voltaje analógico es comparado con una fuente de voltaje de referencia no lineal (ajustable) y se genera un código digital que representa un nivel de voltaje determinado. Se utilizan dieciséis niveles para identificar el nivel del voltaje en los hilos *a*, *b* y *c*, y ocho niveles para identificar voltajes en el hilo *m*.

Si el TPU tuviera que procesar todos los códigos digitales que le llegan desde el control de las placas de entrada, éste quedaría rápidamente limitado por el tiempo real. En consecuencia se desarrolló una solución a base de un detector delta para filtrar estos códigos. Este detector almacena el código digital de la exploración previa de cada entrada, y, a continuación, lo compara con el anterior para detectar un cambio. Cuando se detecta un cambio significativo, se prepara un mensaje que se envía al TPU. Con esta solución se filtran aquellos sucesos que representarían una fuerte carga para el procesador tales como corrientes de llamada, ruidos y códigos estáticos repetitivos que se producen cuando el teléfono está colgado o cuando está en conversación.

Como quiera que las funciones de exploración de entradas y de detección de cambios significativos de voltaje son realizadas por medio de lógica cableada, la carga en tiempo real del TPU es baja. El TPU controla la selección de los datos de las llamadas, el almacenamiento y el formato de dichos datos y su transferencia al control del sistema. El programa del TPU controla también la inicialización, funciones de alarma y opciones operativas.

Además del programa operativo, se almacenan dos funciones en memoria programable de sólo lectura (PROM). Estas funciones son las características del terminal y los parámetros de la central de conmutación. Las PROM de características almacenan informaciones sobre el terminal tales como tipo de placas de entrada, número de entradas equipadas, formato del mensaje, etc. Las PROM de parámetros establecen umbrales de tiempos y de voltajes que varían con los distintos tipos de centrales.

La salida de la unidad de entrada de líneas contiene un registro completo de los datos de la llamada para cada llamada; los datos de este registro dependen del tipo de unidad de entrada. El registro de la llamada se transmite al control del sistema una vez que la llamada ha concluido.

Como quiera que el control del sistema no tiene que tratar cambios independientes en tiempo real, cosa que sí tiene que hacer la unidad de entrada, dicho control realiza un mayor uso de lógica almacenada para llevar a cabo sus funciones, entre las que se incluyen las siguientes:

- exploración y vaciado de las unidades de entrada de líneas a intervalos de aproximadamente 20 ms
- análisis de las respuestas para ver si los contenidos son correctos o no, y para detectar posibles defectos de funcionamiento de la unidad de entrada de líneas
- procesamiento de los mensajes de los registros de llamadas que se reciben de las unidades de entrada de líneas
- poner los mensajes en el formato adecuado para darles salida a una cinta magnética local, una impresora local, el SR-2000 o el DMU-16
- transmisión de mensajes al puerto de salida adecuado
- respuestas a las órdenes de operador procedentes de un teletipo local o a través del enlace con el CDC o el DMU-16
- comprobaciones funcionales para detectar fallos
- control de los datos de la guía para tener una traducción local del número de equipo al número de guía con recuperación automática en caso de fallo de alimentación, por medio de una unidad de cassette externa.

En la tabla 1 se muestra el formato de un mensaje de salida normalizado para una unidad de entrada del tipo 2.

Alternativas de recogida de datos

Además de los muchos objetivos de diseño que se fijaron para la familia de terminales SRS-2000, se estableció asimismo un extenso conjunto de objetivos de aplicación. Estos objetivos se cumplieron realizando cuatro tipos de unidades de entrada de línea y sus correspondientes paquetes de programas. Cada tipo de unidad de entrada tiene una área específica de aplicación.

Unidad de entrada tipo 1: Esta unidad de conexión a 3 ó 4 hilos, se usa cuando no existe inversión de supervisión de contestación en los hilos *a* y *b*, pero sí se dispone de un contador de impulsos para indicar la respuesta a las llamadas. Se usa asimismo cuando entre las exigencias de la captura de datos se incluyen los impulsos de contador para cada llamada. Los impulsos de contador pueden estar en el hilo *c* o en el hilo *m*. Entre las aplicaciones se incluyen la observación de reclamaciones y la tarificación detallada de líneas seleccionadas.

Unidad de entrada tipo 2: Esta es una unidad para 2 hilos (*a/b*). Se reconoce la señal de supervisión de contestación por inversiones de voltaje en los hilos *a* y *b*. Entre las aplicaciones se incluyen la observación de reclamaciones (no se necesitan impulsos de contador), estudios de distribución de llamadas y tarificación detallada en líneas seleccionadas o en todas las líneas.

Unidad de entrada tipo 3: Esta unidad a 2 hilos (*c/m*) se usa para el registro de los impulsos de contador por llamada, cuando estos impulsos se envían por el hilo *m*; el hilo *c* se usa para la supervisión de la llamada. Esta unidad se usa asimismo para tarificar las llamadas locales por períodos de tiempo, sin modificaciones del sistema de conmutación, contando el tiempo después del impulso o impulsos iniciales. Si no se producen impulsos posteriores pero la línea permanece descolgada, se generan en los terminales los impulsos de tarificación correspondientes a estos períodos de tiempo en las llamadas locales.

Unidad de entrada tipo 4: Esta es una unidad para hilo único (bien en el hilo *c* o bien en el hilo *m*). Se utiliza con el hilo *m* para la sustitución de los contadores en la tarificación por totalización. Cuando se envían los impulsos de contador por el hilo *c*, puede utilizarse para sustitución de contadores con registro globalizado o registro por llamada. En forma similar puede proporcionar tarificación por períodos de tiempo en llamadas locales sin ninguna modificación del equipo de conmutación de la misma forma que con la unidad de entrada tipo 3.

Conclusiones

La planificación del sistema SRS-2000 es un ejemplo de un diseño integrado dirigido a resolver la multitud de problemas con que se enfrentan las Administraciones telefónicas en las áreas relacionadas con el registro de datos de tarificación de los abonados. El sistema SRS-2000 permite centralizar tanto el registro de datos como la administración del proceso. Los terminales de adquisición de datos pueden hacerse cargo de un extenso conjunto de tipos de entradas. Entre los datos capturados pueden incluirse los dígitos de numeración (tanto impulsos de disco como impulsos de multifrecuencia de dos tonos), todos los tiempos significativos para supervisar las llamadas (descuelgue, contestación y desconexión), y los impulsos de contador. Los datos pueden totalizarse para todas las llamadas, totalizarse sólo para las llamadas locales, o permanecer en un formato de datos detallado por llamada, para todas y cada una de las llamadas.

La exactitud de la captura de datos y la fiabilidad del sistema fueron los principales criterios que sirvieron de guía durante las fases de planificación del diseño y de desarrollo. Entre las características de que está dotado el sistema figuran módulos redundantes, detección de fallos rápida, conmutación automática a módulos de reserva y capacidad de diagnóstico incorporada. El sistema SRS-2000 ha estado en fabricación desde principios de 1979 y se ha extendido ya a más de 10 países.

Roger Cohen, nació en 1935. Se graduó como Licenciado en Ciencias por la Universidad de París y como Ingeniero Eléctrico por la Escuela Superior de Electricidad de París. Entró a trabajar con ITT en 1964, después de un período como supervisor en Northern Telecom. Antes de venir a Europa, el Sr. Cohen trabajó en el laboratorio de investigación y desarrollo de conmutación de ITT-CM, en la Puerto Rico Telephone Company de ITT y en el staff técnico de ITT Latino América, en Nueva York. Es, en la actualidad, adjunto al director técnico de conmutación en la sede central de ITT Europa, en Bruselas; como tal es responsable del desarrollo de sistemas de servicios para telecomunicaciones y de la ingeniería de sistemas de conmutación convencionales.

Joseph B. Connell, graduado por la Universidad de Rhode Island en 1958 con el grado de BSEE y por la Universidad de Nueva York en 1960 con el grado de MSEE. Desde 1958 hasta 1973 trabajó para AT&T y los laboratorios Bell, donde participó en los desarrollos del ESS-1 y del ESS-2. En este período fue promocionado a director adjunto para el centro de mantenimiento de sistemas de conmutación, en los laboratorios. En 1973 pasó a formar parte de TeleSciences, donde es, en la actualidad, vicepresidente senior para el desarrollo de mercados como responsable de planificación del producto y de marketing en todo el mundo.

Equipo de prueba de líneas a distancia

La prueba de las líneas y de los aparatos telefónicos de los abonados es importante para el mantenimiento de la calidad del servicio. El equipo de prueba de líneas a distancia permite ahora realizar estas pruebas desde un punto centralizado utilizando cualquier tipo de medio de transmisión. El control por microprocesador garantiza la flexibilidad del sistema y su aplicación a cualquier tipo de central.

E. BRADING

Standard Telephones and Cables Limited, Londres, Reino Unido

Introducción

A medida que aumenta la complejidad de las redes telefónicas, se manifiesta la necesidad de disponer de medios de mantenimiento más avanzados y flexibles. A su vez, las Administraciones de telecomunicación deben aumentar la eficacia de sus funciones de mantenimiento, tanto en dotación de personal como en su cualificación. Es preciso identificar y diagnosticar rápidamente las averías de la planta externa.

El equipo de prueba de líneas a distancia, desarrollado por Standard Telephones and Cables, es un sistema controlado por microprocesador diseñado para su aplicación en redes telefónicas conmutadas públicas, con el fin de detectar e identificar averías en las líneas y en los teléfonos de los abonados. Las pruebas se realizan bajo control de un operador desde un centro de pruebas que puede estar a cualquier distancia del edificio de la central telefónica a la que está conectado el aparato del abonado, sin limitaciones en cuanto a la distancia.

Con los equipos de prueba tradicionales no resultaba práctica la filosofía de alejar la mesa de pruebas de la red de líneas a medir, ya que era necesario disponer de una conexión en CC entre el operador de pruebas y el teléfono de abonado. Las pérdidas adicionales en los cables debida a la prolongación de la conexión de pruebas provocan el enmascaramiento de los cambios en los parámetros de la línea en la posición del operador de pruebas. Por ello, la posibilidad de instalar el equipo de prueba de línea a cualquier distancia de las líneas y los aparatos de los abonados supone un avance importante. Tampoco hay ninguna limitación en cuanto al tipo de canal de transmisión a través del cual se efectúan las pruebas, ya que el equipo de prueba de líneas a distancia puede trabajar con canales múltiple por división de frecuencia y con modulación por impulsos codificados, líneas metálicas, enlaces de radio, etc.

La posibilidad que ofrece el equipo de pruebas de trabajar a distancia permite centralizar la función de pruebas si es preciso, con lo que pueden obtenerse economías substanciales en los costes de mantenimiento, mejorando al mismo tiempo el servicio a los clientes y las condiciones de trabajo del operador.

Como el equipo está diseñado en base a bloques modulares, los costes iniciales son bajos y el sistema puede ampliarse fácilmente según las necesidades. El equipo es en gran parte estándar y la necesaria flexibilidad se consigue con la programación.

Las pruebas pueden realizarse manualmente o automáticamente mediante rutinas.

Antecedentes

Como se ha indicado en la introducción, los métodos convencionales de diagnóstico de averías en el equipo telefónico de los abonados exigen casi invariablemente que el equipo de pruebas esté situado en el edificio de la central local adecuada (es decir, la central a la que está conectado directamente el equipo de abonado). Una razón es que las medidas de diagnóstico deben realizarse eléctricamente lo más cerca posible de los extremos de los hilos de conexión del abonado para que sean más significativas. El cable adicional que se precisa para prolongar el circuito en prueba hasta un equipo de pruebas distante origina un enmascaramiento de los parámetros eléctricos correspondientes e impide distinguir cambios ligeros en los valores absolutos de los parámetros de la línea.

Además, cuando los circuitos de transmisión entre la central local y el centro de pruebas están multiplexados (FDM o MIC) o sólo se dispone de un canal de radio, no había posibilidad de prolongar el circuito de pruebas puesto que la mesa de pruebas necesitaba una conexión en CC con el aparato telefónico.

A pesar de estas limitaciones, hubo presiones importantes sobre las Administraciones para centralizar sus funciones de mantenimiento, al menos en parte. Los crecientes costes del personal significan que una falta de eficacia en la función de mantenimiento y en su administración constituye una parte cada vez más alta del coste de explotación del sistema. Suele ser ineficaz la ubicación de técnicos de pruebas en una central local donde invertirán gran parte de su tiempo esperando o bien donde un problema local puede provocar un pico en la carga de trabajo con el que el personal local no podrá enfrentarse adecuadamente.

La centralización de los equipos de mantenimiento mejora substancialmente la eficacia del personal, la dirección del grupo de trabajo y la administración de los informes de mantenimiento. También ofrece la oportunidad de mejorar las condiciones de trabajo de los operadores de pruebas.

Mantenimiento preventivo

Naturalmente, puede sacarse provecho incluyendo rutinas de pruebas para mantenimiento preventivo. Las averías se traducen en ineficacia del servicio e irritación del abonado, que puede, por ejemplo, no percatarse de que su aparato telefónico es incapaz de recibir llamadas. Sin embargo, para reconocer la aparición de fallos se precisa: – equipo que pruebe los aparatos de todos los abonados a intervalos frecuentes

— capacidad de detectar pequeños cambios en parámetros eléctricos.

Esto último exige una precisión de medida que no proporcionan los equipos convencionales de pruebas o que requiere más tiempo del que el operador tiene.

Equipo de prueba de líneas a distancia: La solución centralizada

El equipo de prueba de líneas a distancia (Fig. 1) utiliza dos tipos de terminales inteligentes para la centralización de las pruebas del equipo telefónico, a saber:

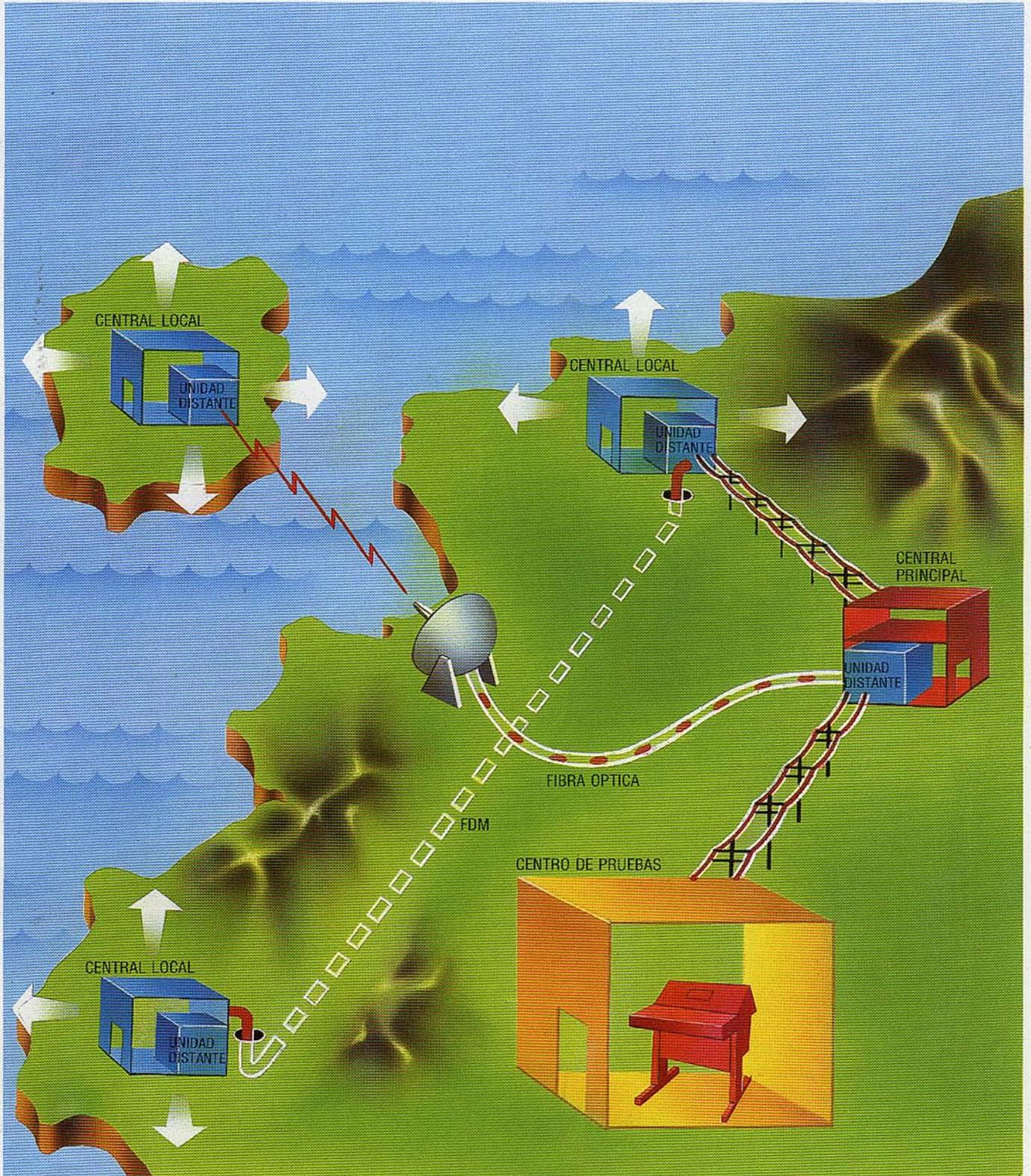


Fig. 1 Ejemplo de área telefónica en que se muestra cómo puede emplearse el equipo de prueba de líneas a cualquier distancia de una central local y utilizando cualquier tipo de medio de transmisión.

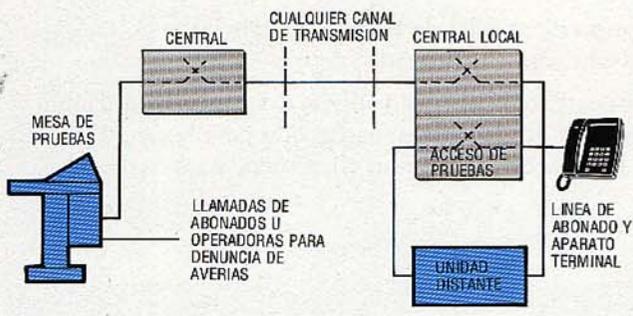


Fig. 2 Aplicación del equipo de prueba de líneas a distancia a un sistema con control por registradores.

- unidad distante (UD) situada en la central a la que está conectada directamente la línea de abonado
- mesa de pruebas (MP), con pulsadores de control y una unidad de presentación visual, que constituye el interfaz hombre-máquina.

La comunicación entre la mesa de pruebas y la unidad distante se hace por un enlace de datos que puede hacer uso de la red telefónica conmutada pública o de una línea dedicada. Si, como es normal, se emplea la red pública para este fin, la mesa de pruebas puede comunicar teóricamente con cualquier central local dotada de unidad distante. Sin embargo, las Administraciones telefónicas dividen normalmente la red entera en zonas a las que tiene acceso convenientemente el personal de reparación de cada centro de mantenimiento. No obstante, puede tenerse una cobertura completa, si se desea; por ejemplo, los períodos de menor dotación de personal (durante la noche, fines de semana, etc.) pueden exigir una concentración temporal de las pruebas desde un menor número de centros.

Las medidas y pruebas del teléfono y del par de un abonado se realizan mediante la unidad distante bajo control del operador de la mesa de pruebas, a la que se envían los resultados de las medidas. La transmisión de datos en ambos sentidos entre la mesa de pruebas y la unidad distante se hace por manipulación del desplazamiento de frecuencia (FSK), utilizando módems, a 150 baudios por dos hilos. El circuito transmite la voz al tiempo que los datos, de modo que se puede hablar con el abonado durante las pruebas, si es preciso.

Consiguientemente, el funcionamiento del sistema no precisa conexión a CC entre la mesa y la unidad distante y es independiente del medio de transmisión (Fig. 2). Este aspecto del sistema no sólo elimina los problemas de enmascaramiento de las medidas propios de la filosofía del centro de pruebas a distancia, sino que permite su utilización en líneas con la creciente incidencia de rutas de enlaces multiplexados (PCM, FDM) y enlaces de radio.

Como la mesa de pruebas necesita sólo el acceso normal de los abonados a la red telefónica conmutada pública, puede estar localizada en cualquier central. El sistema lleva incorporada la protección contra el acceso indebido a la red de pruebas.

Funcionamiento

El diagnóstico de las averías en los aparatos de abonado y equipos locales de línea exige medir ciertas características

de esos equipos. La precisión y la repetición de las medidas son esenciales para detectar las variaciones de los parámetros cuando se encuentran averías apenas perceptibles, o cuando debe realizarse mantenimiento preventivo.

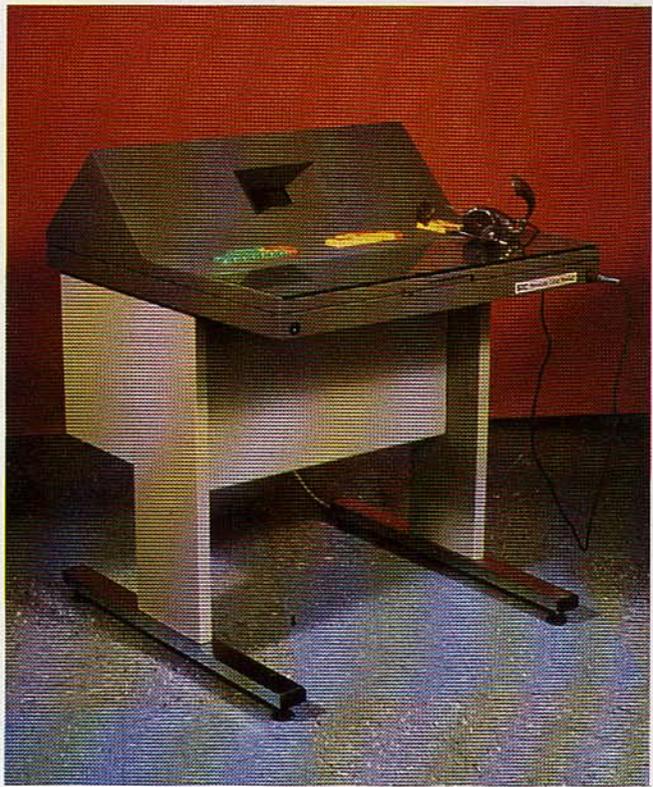
La unidad distante efectúa todas las pruebas, pero éstas se arrancan desde la mesa de pruebas, que controla una unidad distante en cada momento. La mesa de pruebas consta esencialmente de los siguientes elementos:

- un tablero con tres conjuntos de teclas: teclas de control, teclas de pruebas y teclado numérico para envío de cifras
- una unidad de presentación visual (VDU)
- un cuadro con tarjetas electrónicas enchufables, que comprenden el procesador, el módem, el interfaz de conversación y el interfaz de la impresora, así como las unidades de alimentación para batería o red.

La unidad distante es un cuadro con tarjetas enchufables montadas en un armazón que contienen los circuitos de medida, proceso, módem e interconexión con la central y un convertidor con entrada de batería.

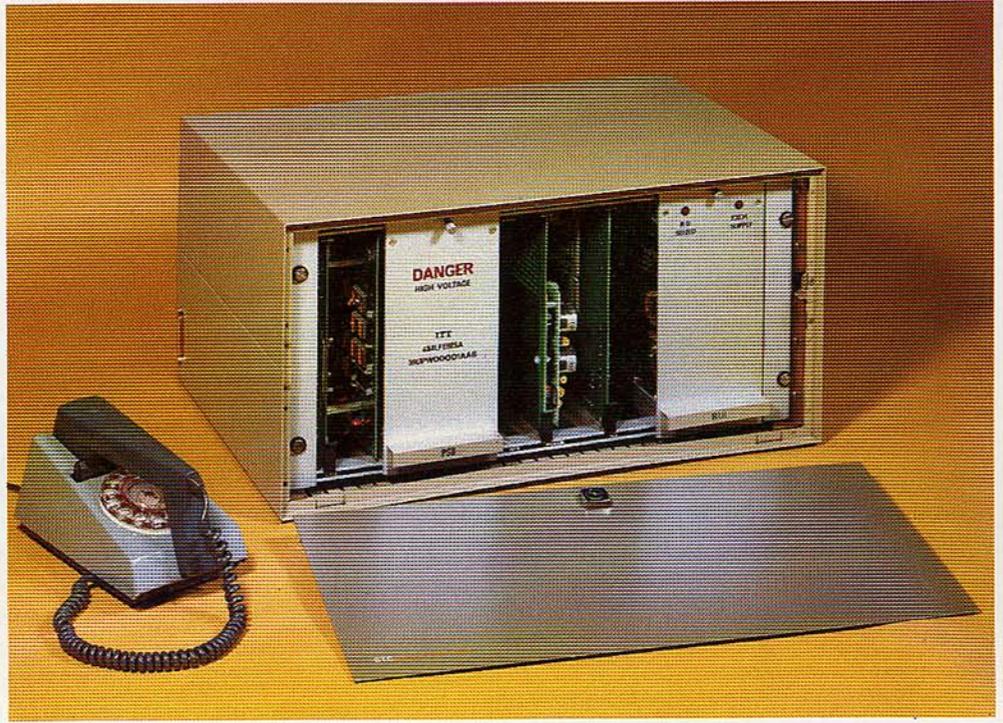
Las medidas que pueden hacerse con el equipo de prueba de líneas a distancia son:

- | | |
|--|------------|
| - resistencia de aislamiento | } clase I |
| - tensión de CA | |
| - tensión de CC | |
| - capacidad | |
| - resistencia de bucle | } clase II |
| - parámetros del disco con aperturas de bucle | |
| - parámetros del emisor multifrecuencia | |
| - verificación de impulsos de teléfonos de pago | |
| - verificación del contador particular del abonado (50/60 Hz). | |



Mesa de prueba del equipo de prueba de líneas a distancia.

Unidad distante del equipo de pruebas de líneas a distancia mostrando las unidades enchufables.



El operador puede establecer una llamada de pruebas al equipo de la central local por un circuito de línea de abonado en el caso de que haya una queja de éste de tener dificultades para hacerlo. También puede el operador aplicar a distancia corriente de llamada, señal de aullador y tonos de identificación de cables a un equipo de abonado.

Algunas de las medidas y pruebas indicadas anteriormente exigen la cooperación del abonado y se conocen como pruebas de Clase II. Las pruebas de Clase I pueden realizarse sin molestar al abonado.

El operador puede provocar las pruebas manualmente en cualquier orden que se desee. El resultado de cada prueba aparecerá entonces en la VDU. El emisor de teclado se emplea para establecer la conexión de pruebas, primero estableciendo contacto con la unidad distante correspondiente y luego con el circuito de línea de abonado deseado a través de los circuitos de acceso para pruebas de la central. Las teclas de control y de pruebas están dotadas de lámparas, de modo que puede observarse con una simple mirada el estado de las pruebas. La VDU muestra los resultados y el progreso de las pruebas y también presenta mensajes indicadores de fallos de transmisión y del estado de ocupación de los equipos. El número del abonado permanece en la pantalla durante todo el período de pruebas.

En la VDU aparecen también mensajes de error si se actúa alguna tecla fuera de la debida secuencia; esta característica es una ayuda en la formación de los operadores cuando están aprendiendo los procesos de pruebas.

Una alternativa a las pruebas manuales es la prueba automática. Actuando una sola tecla el operador puede arrancar una serie de pruebas que se efectúan automáticamente. Estas pruebas (sólo las de Clase I), junto con los límites aceptables para las medidas que resultan de ellas, están predeterminadas por la Administración, aunque

también puede cambiarse su configuración con el teclado. La VDU se limita a dar un mensaje de "Prueba satisfactoria" o, en el caso de que el resultado quede fuera de los límites, indica la prueba afectada y el valor medido.

Para simplificar el establecimiento de la llamada, la mesa de pruebas cuenta con un juego de memorias de repertorio para los números normalmente utilizados. La Administración puede definir un máximo de 16 no volátiles, entre los que figuran normalmente los números de guía de las unidades distantes. Otros 24 números son volátiles y están a disposición de las necesidades del operador de pruebas durante la jornada de trabajo. Otras dos memorias guardan automáticamente los números de guía de la última unidad distante y el último abonado a los que se ha accedido.

Cuando se toma una unidad distante, y después de haber efectuado las comprobaciones iniciales de validez entre la mesa de pruebas y aquella, la unidad distante realiza automáticamente una breve autoverificación antes de permitir que empiecen las pruebas. De hecho, esta prueba consiste en la medida de una resistencia incorporada y en la verificación de su valor en relación con unos límites almacenados en su propia memoria. Al hacer esto, naturalmente, se realiza una comprobación muy completa de su función de proceso.

Además, desde la mesa de pruebas puede ordenarse una más completa autocomprobación de los circuitos de medición.

Realización

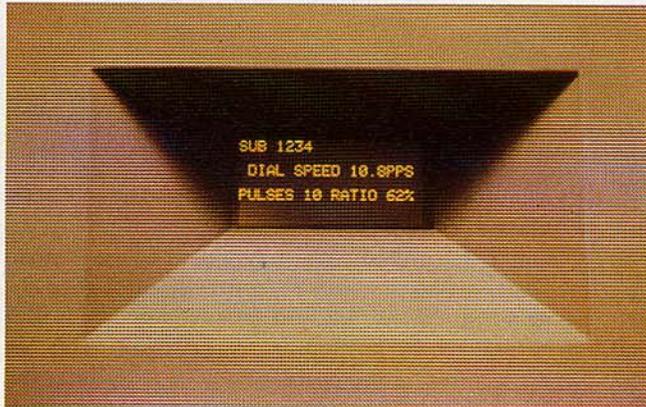
Un objetivo importante del equipo de prueba de líneas a distancia fue obtener flexibilidad con un equipo fijo. Un primer intento con una versión de lógica alambrada demostró rápidamente la dificultad de su adaptación a los

previsibles variantes de los clientes y, por ello, se prefirió un diseño a base de microprocesador. Esto tenía varias ventajas inmediatas. Su capacidad de cálculo aseguró la precisión y la repetibilidad de las medidas. Fue posible contar con dispositivos de presentación visual y teclados sofisticados, realizándose las secuencias automáticas de pruebas cuando se necesitaban. Se simplificaron los procedimientos de operación y se les hizo a prueba de errores, y las rutinas automáticas de autodiagnóstico se facilitaron muy considerablemente.

En conjunto, el sistema resultó a un menor coste y con mayor flexibilidad, como consecuencia directa del empleo de las técnicas de microprocesadores.

En términos generales, las tareas que corren a cargo de la mesa de pruebas son:

- permitir la función de interfaz con el operador (teclas, lámparas, generación de mensajes en la VDU)
- proporcionar la lógica de secuencia de pruebas y las rutinas automáticas de pruebas
- emisión y recepción de mensajes del sistema con detección de errores; nuevo intento automático si hay error
- marcación abreviada
- interfaz estándar con el equipo periférico.



Pantalla del equipo de pruebas.

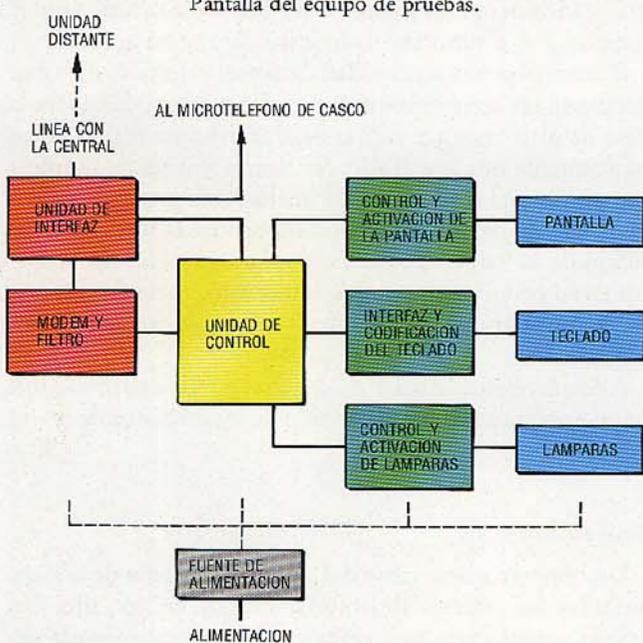


Fig. 3 Esquema de bloques de la mesa de pruebas.

Las tareas realizadas por la unidad distante son:

- establecimiento de los circuitos de medición
- conversión analógica-digital y cálculo, a partir del parámetro medido, de su valor numérico
- establecimiento de los interfaces de relés con la red telefónica
- emisión y recepción de mensajes.

Se utilizan técnicas de programación para corregir los efectos de deriva en los circuitos de medida de la unidad distante mediante autocompensación automática y periódica.

La mesa de pruebas tiene una memoria de programas de unos 8 koctetos, además de 1 kocteto de tablas de datos y 256 octetos de memoria de acceso aleatorio para almacenamiento temporal y marcación abreviada. La unidad distante tiene normalmente unos 5 koctetos de programas.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de la mesa de pruebas. Su núcleo lo constituye la unidad de control (procesador central) que realiza la mayor parte de las funciones lógicas y de control. El equipo del procesador, común a la mesa de pruebas y a la unidad distante utiliza un microprocesador LP 8000 (de 8 bits) con unidad de entrada-salida, memoria de acceso aleatorio y memoria de programas asociados. Los paquetes de memoria de lectura programable electrónicamente (2708) son enchufables, según las necesidades, minimizando así el coste de la mesa de pruebas y de la unidad distante para cada aplicación en particular. Un emisor-receptor asíncrono universal (UART) proporciona las conversiones serie-paralelo y paralelo-serie necesarias para la comunicación con la unidad distante y para las líneas de datos en serie. Un oscilador de cristal incorporado (7,68 MHz) proporciona el reloj del procesador (480 kHz), el reloj de 2,4 kHz del UART para el enlace de datos de 150 baudios y un reloj de 300 Hz para la programación del procesador.

Se emplea un codificador de teclado para detectar, codificar e indicar a la unidad de control la actuación de cada tecla. La unidad de control lee el codificador, comprueba que las teclas se actúan en una secuencia válida y luego provoca el encendido de la lámpara de la tecla.

La unidad de presentación visual comprende dos tarjetas que contienen un panel de presentación electroluminiscente de CC con sus circuitos asociados de decodificación y activación. La memoria de presentación es de acceso aleatorio y tiene 256 x 8 bits, y cuenta con la lógica de control de activación y generación de caracteres bajo el gobierno de un oscilador continuo local. La unidad de control escribe en la memoria de presentación los datos de los caracteres a presentar. Los datos que aparecen en la pantalla se renuevan cada 2 ms para obtener una imagen sin parpadeo.

Un modem y una unidad de interfaz permiten la comunicación simultánea de datos y voz con la estación distante.

Una unidad de interfaz en serie opcional permite la comunicación en ambos sentidos con el equipo periférico exterior para efectuar rutinas de pruebas.

En la figura 4 se muestra un diagrama de bloques de la unidad distante. La unidad de control (procesador central) y el modem son físicamente idénticos a los de la mesa de pruebas. Sólo la programación de control es diferente.

La unidad de interfaz proporciona terminales de comu-

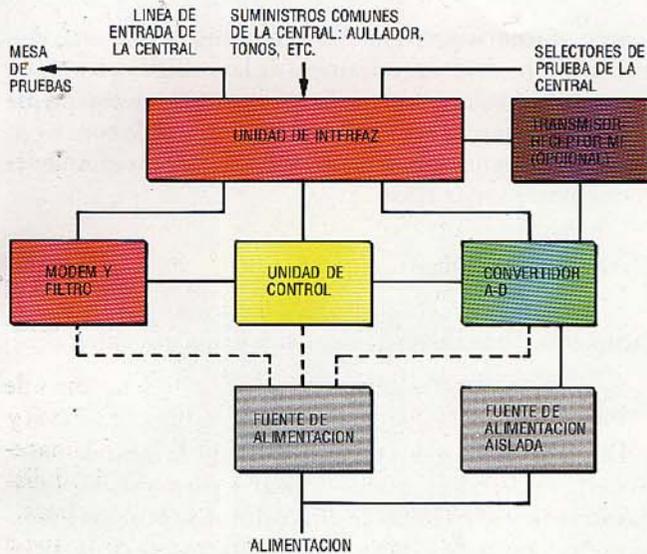


Fig. 4 Esquema de bloques de la unidad distante.

nificación y de medida a la unidad distante. Un interfaz de acceso para pruebas permite a la unidad de control por orden de la mesa de pruebas, tomar y establecer una conexión con la línea de abonado. Un interfaz de medida contiene los relés de prueba, detectores y divisores de tensión necesarios para realizar las pruebas.

Los circuitos de medida analógico-digitaes traducen las tensiones producidas por el interfaz de medida a cantidades digitales que la unidad de control utiliza para enviar los resultados de las medidas a la mesa de pruebas.

Una unidad de alimentación flotante, equipada en la unidad distante, permite que las pruebas sean independientes de la tierra de la central.

A pesar de la flexibilidad que ofrece la programación, se han creado varias versiones del equipo para la interconexión con diferentes tipos de centrales en el lado distante del sistema. En principio, el equipo de prueba de líneas a distancia puede trabajar con cualquier central que tenga circuitos de acceso para pruebas. Las diferencias características que existen entre los circuitos de acceso de los muchos tipos de equipos de central han dado lugar hasta ahora a siete diseños de tarjetas de interfaz. Sin embargo, por la experiencia obtenida durante su especificación y desarrollo, parece probable que el número de variantes necesarias para cubrir el mercado potencial podría reducirse razonablemente a dos o tres.

La mesa de pruebas es independiente del tipo de central y puede interconectarse con cualquier tipo de central en que se haya instalado una unidad distante.

En la tabla 1 se da un resumen de los datos básicos del sistema.

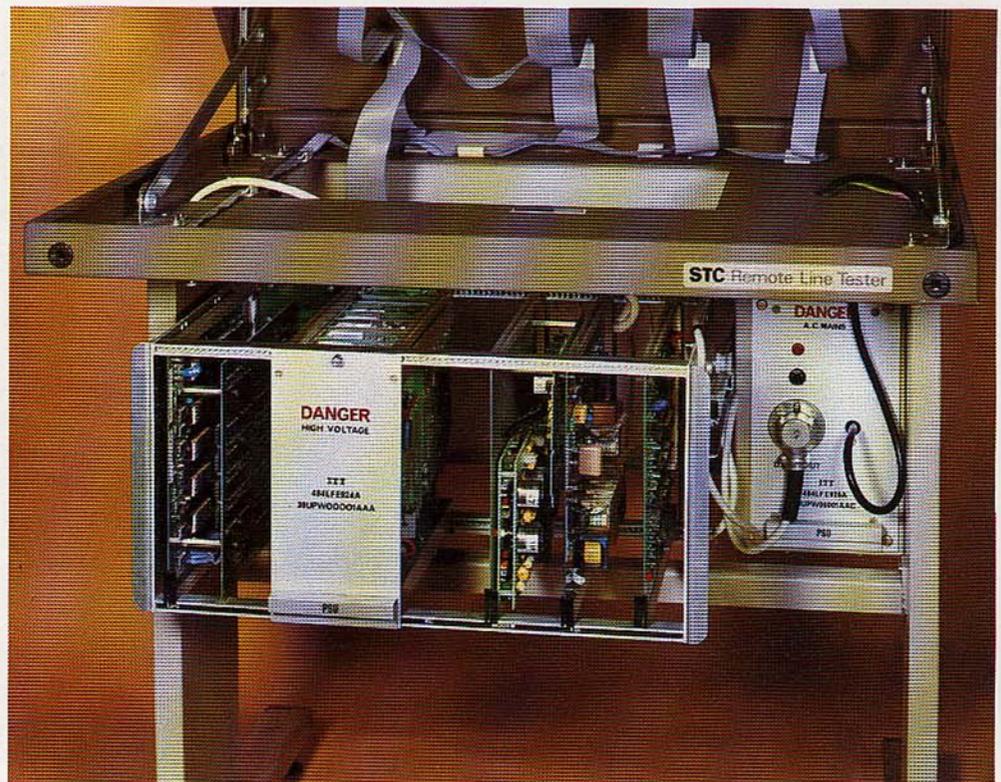
Construcción física

La mesa de pruebas es una unidad autosoportada, básicamente hecha de acero con la parte superior moldeada en espuma de poliuretano, donde van alojados los teclados, la unidad de presentación visual y sus circuitos activadores. Un cuadro en el pedestal contiene el modem, la unidad central de proceso, el interfaz con los periféricos, el interfaz de línea y las fuentes de alimentación; va montado sobre guías que permiten sacarlo para facilitar su acceso.

La unidad de presentación visual es una pantalla electroluminiscente de CC de 80 caracteres (en 4 filas de 20).

Las teclas de control y de pruebas están rotuladas y tienen funciones específicas. Estas teclas se iluminan cuando se actúan, tanto en funcionamiento manual como en el automático.

Vista de la mesa de pruebas mostrando el tablero levantado y el cuadro de equipo electrónico sacado.



Equipo de pruebas

El operador puede enchufar un microteléfono de casco convencional en la mesa para supervisar los tonos y hablar con el abonado o con el personal de mantenimiento.

La unidad distante va alojada en una caja metálica que puede montarse en un bastidor o colocarse sobre cualquier superficie plana. Lleva la unidad central de proceso, el modem, la tarjeta de medidas, la tarjeta de interconexión con la central local, la tarjeta de multifrecuencia y la fuente de alimentación.

Equipamiento

El número de mesas de prueba y unidades distantes a equipar depende de la previsión de tasas de fallos en las líneas, la eficacia de los operadores y el número de líneas de la central. Como orientación, puede estimarse una mesa de pruebas por cada diez a veinte mil líneas y una unidad distante por cada cuatro mil líneas. (El mínimo de una por

Tabla 1 - Datos del sistema

Alimentaciones	
Mesa de pruebas	-32 V a -66 V CC, 210 VA máximo; ó 98-132 V/198-264 V CA, 45 a 65 Hz
Unidad distante	-32 V a -66 V CC, 100 VA máximo
Mesa de pruebas; comunicación con la unidad distante	
Voz y datos (semidúplex) por conexión a 2 hilos correspondiente al canal 10 de la R.37 del CCITT (frecuencia de corte de la voz, 2,2 kHz).	
Condiciones ambientales	
Temperatura	0° a +50° C ambiental
Humedad	hasta el 70% a 50° C
Márgenes de medida*	
Tensión de CC	0 a ±99 V en pesos de 1 V
Tensión de CA	0 a 500 Vef en pasos de 10 V
Resistencia de aislamiento a 90 V de CC	0 a 9,9 MΩ con selección automática de escala en cuatro escalas de: 0 a 9,9 kΩ en pasos de 0,1 kΩ 10 a 99 kΩ en pasos de 1 kΩ 100 a 990 kΩ en pasos de 10 kΩ 1 a 9,9 MΩ en pasos de 0,1 MΩ
Resistencia a 40 V CC	0 a 9,9 kΩ en pasos de 0,1 kΩ
Capacidad	0 a 9,9 μF en pasos de 0,1 μF
Prueba de disco con aperturas de bucle	Velocidad del disco: 0 a 30 impulsos por segundo en pasos de 0,1 i.p.s. Cifras marcadas: 0 a 99 cifras Relación cierre-apertura: 0 a 99% en pasos de 1%
Prueba de aparatos de pago (impulsos en bucles de 5 kΩ)	Velocidad de impulsos: 0 a 30 i.p.s. en pasos de 0,1 i.p.s. Número de impulsos: 0 a 99 cifras Relación cierre/apertura: 0 a 99% en pasos de 1%
Emisor multifrecuencia	Valor de la cifra recibida
Dimensiones	
Mesa de pruebas	88 cm de altura × 71 cm de anchura × 71 cm de profundidad
Unidad distante	25 cm de altura × 52 cm de anchura × 35 cm de profundidad

* Las cinco primeras medidas pueden hacerse entre A y B, B y A, A y E y B y E, siendo A y B los hilos del par telefónico y E la tierra.

central puede suponerse si la Administración está dispuesta a considerar la realización de las pruebas a través de circuitos de enlace; sin embargo, aunque el equipo de pruebas a distancia permite los parámetros de la conexión, esta técnica tiene ciertas limitaciones y por tanto no es la configuración más eficaz.)

Otras características

El equipo de prueba de líneas a distancias puede ofrecer fácilmente otras características con pequeñas adiciones.

Pruebas rutinarias

Durante los períodos de tiempo en que la mesa de pruebas está desatendida, puede utilizarse para realizar medidas automáticas en líneas de abonados. Las pruebas a efectuar están especificadas en la propia memoria de la mesa. Las líneas a probar se determinan con el teclado o con cualquier terminal de datos exterior. La mesa de pruebas contiene un interfaz V.24 del CCITT para equipo periférico, junto con una salida opcional por impresora con bucle de 20 mA.

Los resultados de las medidas son comparados por los programas de la mesa de pruebas con los límites de aceptación de los parámetros propios de la Administración, y todo el que no se ajusta a esos límites se registra en una impresora exterior, cinta magnética u otro medio estándar de grabación. El operador puede volver a verificar estas líneas defectuosas cuando regrese.

Dependiendo del número de medidas realizadas sobre cada línea durante las pruebas rutinarias, una sola mesa de pruebas puede probar normalmente entre 800 y 1.800 líneas en un plazo de diez horas. Para pruebas rutinarias, una sola impresora puede ser compartida por un máximo de diez mesas.

Detección de alarmas a distancia

Si los contactos de los relés de alarma de una central se conectan a través de redes de resistencia a un par dedicado en la central, el operador de la mesa de pruebas centralizada puede pedir e identificar a distancia el estado de las alarmas en cualquier momento midiendo la resistencia del circuito.

Telemetría

Si la Administración necesita verificar cualquier magnitud analógica en una central local (tal como temperatura, presión de los cables, tensión de las baterías, etc.) que pueda convertirse a una tensión mediante un transductor adecuado, se pueden hacer medidas desde la mesa de pruebas conectando las salidas del transductor a hilos dedicados de la central.

Control a distancia

La unidad distante puede equiparse con relés que, al ser actuados desde la mesa de pruebas, pueden utilizarse para realizar cualquier operación de conmutación (por ejemplo arrancar generadores, conmutar equipos, activar dispositivos de seguridad, etc.).

Conclusiones

El equipo de prueba de líneas a distancia es un sistema económico basado en el uso de microprocesadores, diseñado modularmente para que su costo inicial sea reducido y pueda ampliarse al crecer la red. Su instalación es barata y el coste de formación de los operadores es despreciable. Permite a las Administraciones centralizar la función de pruebas de líneas de abonado mejorando al mismo tiempo la precisión y capacidad de repetición de las medidas. Puede identificarse la naturaleza de una avería con mayor seguridad antes de enviar a un técnico de mantenimiento, minimizando así las visitas perdidas.

La filosofía del sistema permite añadir económicamente a la red de mantenimiento otras facilidades de supervisión y control a distancia, no siendo la menos importante de ellas la función de pruebas rutinarias, que posibilita la utilización del sistema 24 horas al día.

Agradecimiento

El autor está en deuda con sus colegas de la División de Nuevos Productos de Conmutación de STC por sus contribuciones al proyecto y a este artículo.

Bibliografía

- [1] R. W. A. Scarr y R. I. Swindle: The Remote Line Tester, Proceedings of the Conference on Microprocessors in Automation and Communications, 19-22 de septiembre, 1978, University of Kent, Canterbury. London IERE, 1978, conferencia n° 41, págs. 457-474.

Edward Brading nació en Londres en 1935. Obtuvo un grado de especialización en Ingeniería Eléctrica por el Politécnico de Woolwich como estudiante de STC en Woolwich en 1960. Hasta 1975 fue ingeniero de desarrollo de la División de Transmisión, trabajando en sistemas de líneas coaxiales FDM y líneas PCM de 2 Mbit/s y 34 Mbit/s. Desde entonces ha trabajado en la División de Nuevos Productos de Conmutación en New Southgate.

Simulador universal de llamadas para prueba de centrales

Se trata de un simulador de llamadas controlado por microprocesador que simplifica la comprobación del grado de servicio de centrales telefónicas con una amplia gama de sistema de señalización. Pueden imprimirse los datos estadísticos procesados del modo que sea necesario, coadyuvando las indicaciones visuales a la rápida localización de fallos.

R. M. METZGER

E. STABER

Standard Telephon und Radio AG, Zurich, Suiza

Introducción

Durante la instalación de una central telefónica y una vez terminada la misma, se necesitan unas pruebas completas que confirmen el cumplimiento de los requisitos del cliente y la corrección del funcionamiento. Más tarde, cuando la central está en servicio, deben verificarse regularmente pruebas para asegurar que se mantiene el alto nivel de calidad de servicio exigido de una central telefónica moderna.

En tiempos anteriores se ha empleado una gran diversidad de medios para la prueba de centrales, que abarcan desde el destornillador hasta aparatos y simuladores manuales, semiautomáticos o automáticos, llegando a utilizarse equipos de prueba muy pesados y voluminosos bajo control de ordenadores. Sin embargo, la evaluación de la calidad del servicio prestado por una central telefónica requiere equipos rápidos y universales, que puedan comprobar la central entera sin necesidad de conectarse directamente a los sistemas de control de la misma. Esto se aplica especialmente a los modernos sistemas de control por programa almacenado, aunque tales centrales incluyan frecuentemente sus propios medios de prueba.

Con objeto de comprobar objetivamente cualquier instalación, el equipo de prueba debe poder simular el entorno de la central en todos sus aspectos (esto es, crear tráfico de prueba en líneas de entrada y salida y conectarse como una línea normal cualquiera al grupo de líneas en cuestión).

Todavía existen en la telefonía actual un número excesivo de tipos de señalización diferentes, sólo en parte normalizados y especificados por el CCITT - en particular los

aplicables a líneas internacionales. Por ello cualquier equipo versátil de pruebas tendrá que poder trabajar con una extensa gama de sistemas de señalización.

La obtención de resultados con valor estadístico exige el establecimiento automático de un gran número de llamadas de prueba. Más aún, para asegurar que se someten a una carga suficiente las unidades críticas de control común, hay que realizar frecuentemente pruebas de concentración, estableciendo de modo sincrónico un grupo de llamadas del mismo tipo.

El simulador universal de llamadas que describimos, fue diseñado para satisfacer la necesidad de un equipo de prueba apropiado para una gama tan amplia de mediciones. Además de ser móvil y compacto (véase la fotografía), es fácil de manejar y proporciona datos procesados y de fácil interpretación sobre clases de fallos y su frecuencia de aparición.

Principio y campo de aplicación

El simulador puede utilizarse en centrales locales, tándem y de tránsito. Por cada uno de sus 14 canales puede tratar separadamente una llamada de prueba distinta. Todos los canales están preparados para simulación universal de líneas, pudiendo conectarse según se necesite a grupos de enlaces entrantes o salientes y a líneas de abonado en la central que se está probando. Por medio de un conmutador especial (indicado en la fotografía de los simuladores de línea) puede preseleccionarse una determinada señalización para cada canal, con total independencia.

Las señales de línea y de registrador pueden transmitirse con duraciones y, si fuera necesarios, nivele de valores

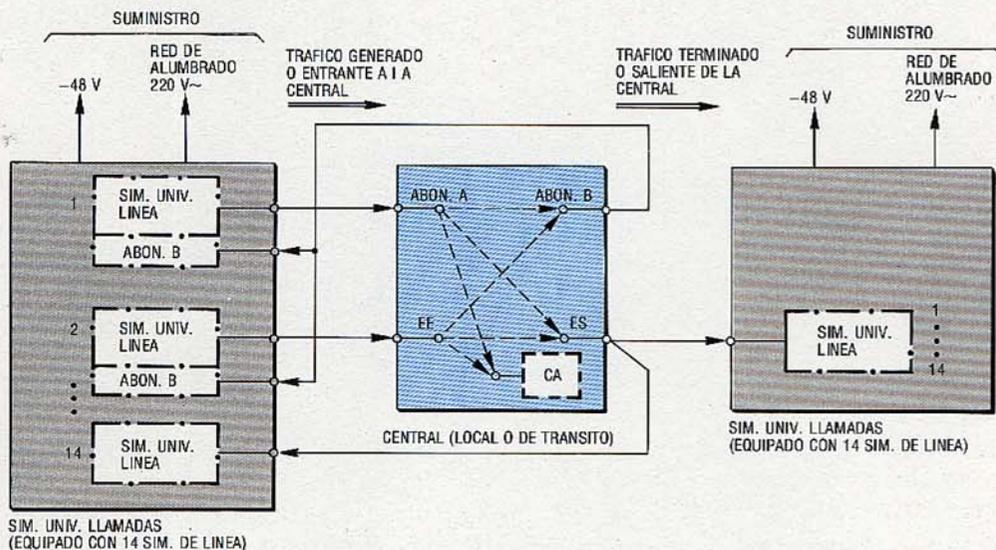


Fig. 1 Modos posibles de conexión del simulador universal de llamadas a una central telefónica.

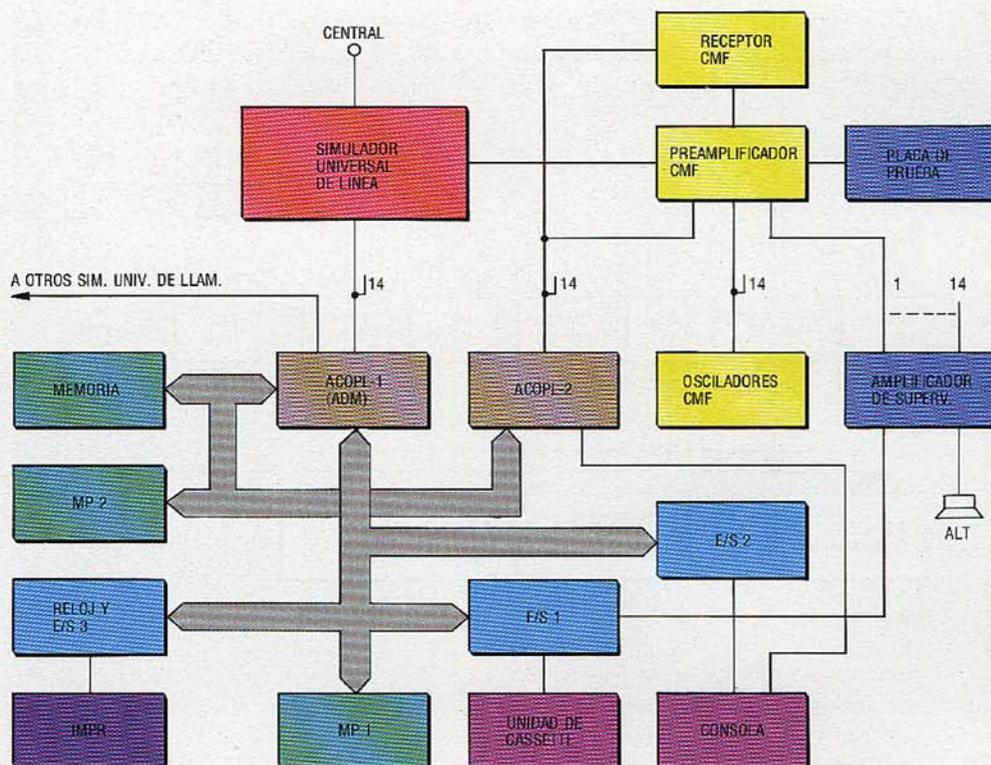


Fig. 2 Diagrama de bloques del simulador universal de llamadas.

nominales, mínimos o máximos. Análogamente la duración y el nivel de las señales recibidas se miden y se comparan con las tolerancias admisibles.

Los 14 canales pueden sincronizarse total o parcialmente para realizar pruebas de sincronización. Puede incluso llegarse a sincronizar varios simuladores en paralelo, si las necesidades así lo exigen.

Un simulador universal de llamadas puede establecer un máximo de 5.000 llamadas por hora, supervisándolas para detectar fallos. Se hace el recuento de las llamadas tratadas correctamente, de las llamadas defectuosas y de los números ocupados, imprimiendo o visualizando en pantalla los resultados como datos estadísticos procesados.

En la figura 1 se indican los distintos modos de conexión del simulador universal de llamadas para la prueba de una central. Cuando actúa como generador de llamadas, se le conecta a una línea de abonado normal (ABON. A). Para simular tráfico procedente de otra central, el simulador se conecta a un enlace entrante. En uno y otro caso pueden escogerse tres diferentes rutinas de prueba. Para establecer llamadas dirigidas a una línea de abonado (ABON. B), esta línea se conecta a un sencillo circuito de contestación en la misma unidad de simulación de enlace. De este modo pueden establecerse al mismo tiempo 14 llamadas de prueba. En la figura 1 se indica otra variante más: la posibilidad de dirigirse a contestadores automáticos incorporados en la propia central.

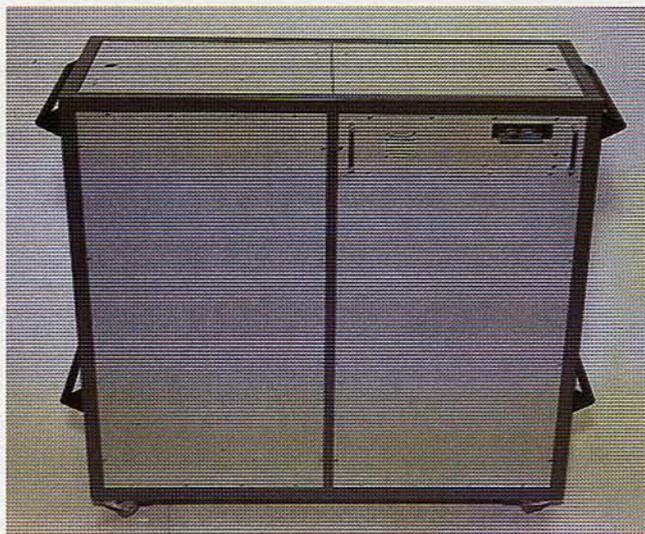
Para someter la central a una prueba de tráfico saliente, hay que conectar los enlaces de salida a un simulador universal de línea diferente ya que hay que simular complicadas secuencias de señalización. Esto implica que si sólo se dispone de un simulador universal de llamadas no se podrán hacer más de siete llamadas de prueba simultáneas,

aunque es perfectamente posible utilizar un simulador universal de llamadas adicional para simular la central llamada.

Constitución del simulador universal de llamadas

La figura 2 presenta en su mitad inferior el sistema de control común, y en la mitad superior los 14 circuitos del equipo de simulación de enlaces. El amplificador monitor puede conectarse a cualquiera de los 14 canales según se desee.

Con el fin de conseguir una adaptación flexible a los diversos sistemas de conmutación y señalización, la unidad



El simulador universal de llamadas es móvil y puede utilizarse para probar centrales con gran variedad de señalizaciones.

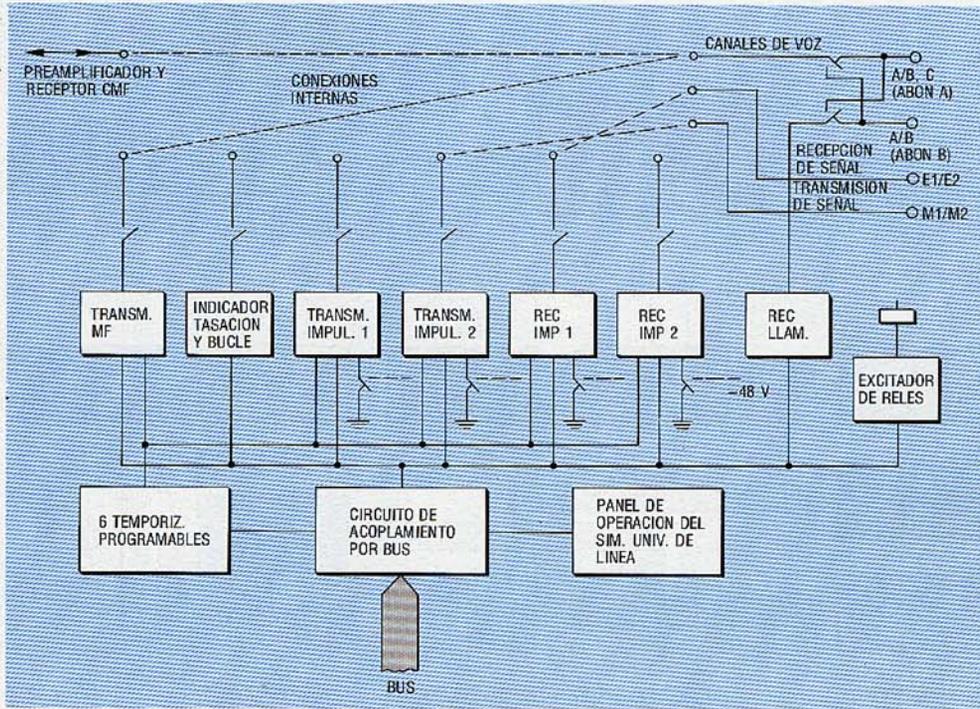


Fig. 3 Diagrama de bloques de un simulador universal de línea.

de control incluye dos microprocesadores, que pueden intercambiar información a través de un circuito de acoplamiento. En una memoria de acceso aleatorio, al alcance de ambos microprocesadores, se almacenan los datos comunes.

El microprocesador 1 realiza las funciones siguientes:

- comunicaciones entre el operador y la máquina
- evaluación estadística de llamadas y fallos
- control de la unidad de cassette
- control de la impresora y el reloj
- preparación de los datos almacenados para el procesador 2.

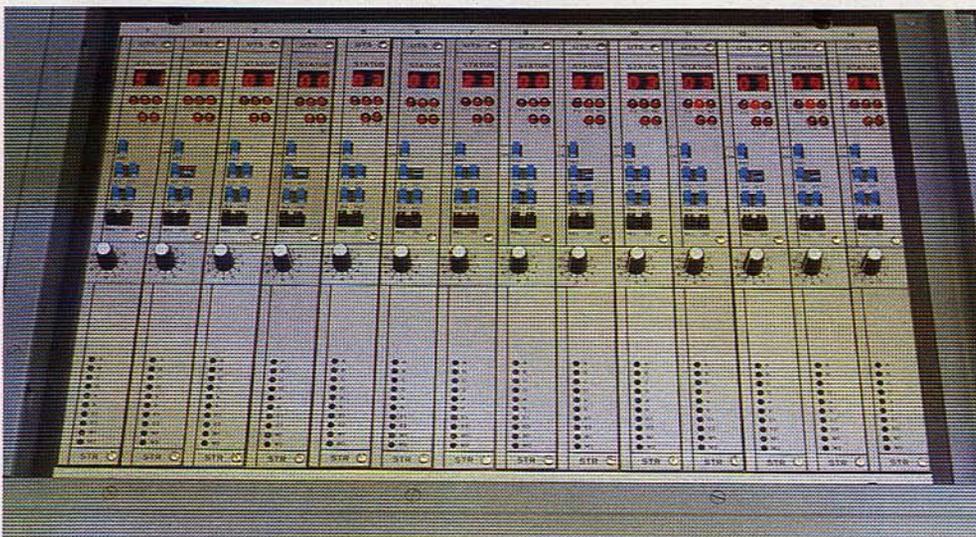
Las teclas e indicadores visuales existentes en la consola de operación principal sirven para la entrada y salida de datos. Se pueden cargar programas de prueba, bien desde el

teclado de la consola, o bien desde una cassette preparada de antemano.

El microprocesador 2 controla las rutinas de prueba, para lo cual tiene acceso a los 14 canales a través de un segundo circuito de acoplamiento y un sistema bus. Primeramente, cada canal se adapta a la señalización o configuración requerida, y después el microprocesador 2 controla y verifica el intercambio de señales con la central telefónica que constituyen la secuencia de prueba deseada.

Simulador universal de enlaces

Para el tratamiento de las señales que se intercambian con la central, la unidad de simulación de enlaces está constituida por hasta 14 simuladores universales de enlaces



Paneles de operación de los 14 simuladores de línea.

idénticos que generan las necesarias señales de línea y de registrador. Para la marcación en código multifrecuencia se asignan a cada canal circuitos de manipulación y receptores de teclado individuales, siendo las frecuencias de transmisión necesarias generadas por osciladores comunes.

En la figura 3 se presentan los elementos funcionales más importantes de la unidad universal de simulación de enlaces. En cuanto a la función de señalización, éstos son:

- dos transmisores de impulsos
- dos receptores de impulsos
- un transmisor multifrecuencia de doble tono
- un dispositivo electrónico de supervisión del bucle
- un circuito receptor de impulsos de tarificación (12 ó 16 kHz)

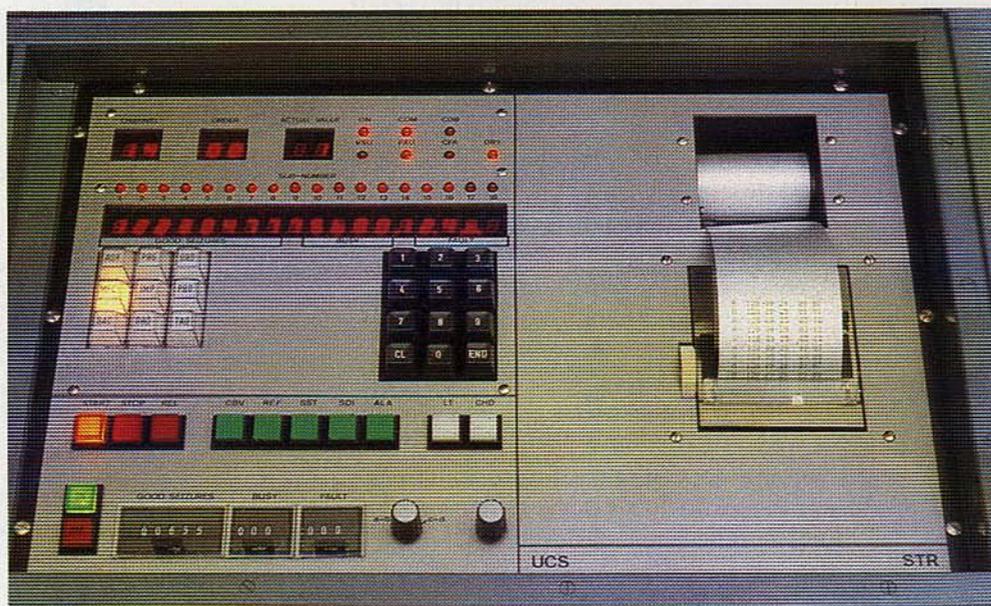
simular enlaces. La configuración correspondiente al método de señalización requerido se almacena en la memoria de sólo lectura, programable electrónicamente, del microprocesador 2.

Sistemas de señalización

Además de los códigos de multifrecuencia ya mencionados, el simulador puede operar con los siguientes tipos de señalización:

- código multifrecuencia R.1 (EE.UU)
- código multifrecuencia R.2 (CEPT/CCITT)
- código multifrecuencia SOCOTEL
- sistema CCITT nº 4 (dos frecuencias)
- sistema CCITT nº 5 (multifrecuencia)

Consola principal de operación del simulador universal de llamadas.



- un circuito de transferencia de alimentación
- un receptor de llamadas (para simular una línea de abonado).

Por medio de una pirámide de contactos pueden conectarse varias resistencias delante de cada transmisor y receptor para adaptarse a los valores de corriente que requieran las diferentes señales de línea. También pueden conectarse transmisores y receptores a cuatro diferentes tensiones, o bien en un bucle.

Finalmente, a cada canal se le asigna su propia placa de prueba, mediante la cual pueden evaluarse las señales audibles que a continuación se enumeran, comparándolas con los parámetros especificados en una tabla de señalización: tono de marcar (continuo o intermitente); tono de llamada; abonado ocupado; línea ocupada; señales específicas de información; señales no definidas. Todas las señales audibles pueden supervisarse por medio del amplificador monitor.

Los simuladores universales de enlaces pueden conectarse bajo el control del microprocesador con relés para

- sistemas de conmutación paso-a-paso y de uniselectores a motor
- sistemas de conmutación A42, A48 y A52
- sistemas de conmutación por selectores rotatorios
- abonados con disco o teclado multifrecuencia de dos tonos.

Cada unidad universal simuladora de enlaces tiene su propio panel de operación (véase fotografía) sobre el cual puede supervisarse directamente el progreso de cada llamada. En cualquier momento de la prueba, el estado de la llamada o el tipo de avería viene indicado por un visualizador de dos cifras en código hexadecimal. Pueden asimismo introducirse instrucciones específicas (retener, por ejemplo) utilizando el teclado. Mediante jacks o tomas de medición incorporadas, se obtiene acceso directo a los hilos de conversación y de señalización de las distintas líneas.

Equipo del simulador universal de llamadas

Todas las unidades del simulador universal, incluso la alimentación, se alojan en un carrito móvil con ruedas

orientables. Los circuitos que conducen corriente están realizados sobre placas de circuito impreso, de dimensiones 264 x 254 mm, montadas en cuatro cuadros de 482,6 mm (19 pulgadas), según se muestra en la figura 4.

Todos los mandos y elementos de manejo son accesibles desde arriba, con el fin de facilitar su empleo en los pasillos de una central, a menudo muy estrechos; dichos elementos no sobresalen y pueden cubrirse durante el transporte. De igual modo, los enchufes múltiples para conexión de los cables van montados en paneles escondidos en cavidades en las partes inferiores de los laterales del carrito.

Modalidades de prueba y de funcionamiento

Modos de funcionamiento común

Según la aplicación, puede programarse el simulador universal de llamadas con ayuda de los mandos de la consola principal para funcionar en uno de los modos siguientes, comunes a todos los canales:

- Desarrollo libre con liberación en caso de fallo, funcionando con entera independencia cada canal. Si se produce un fallo, se imprimen todos los detalles relativos al mismo, se libera la línea y se vuelve a intentar la llamada.
- Desarrollo libre con retención en caso de fallo. Si ocurre un fallo, la llamada se retiene en el estado que tenga en ese momento, dando al mismo tiempo detalles sobre el fallo por impresión y visualización. La liberación de la llamada deberá ser manual.
- Desarrollo sincronizado, con liberación en caso de fallo. Los canales pueden sincronizarse total o parcialmente en cuanto a la toma, marcación y liberación.
- Desarrollo sincronizado, con retención en caso de fallo. Si se produce fallo en uno de los canales sincronizados, todos los demás se retienen en el mismo estado.
- Prueba de tolerancias. Todas las señales pueden transmitirse a los valores mínimos o máximos admisibles.

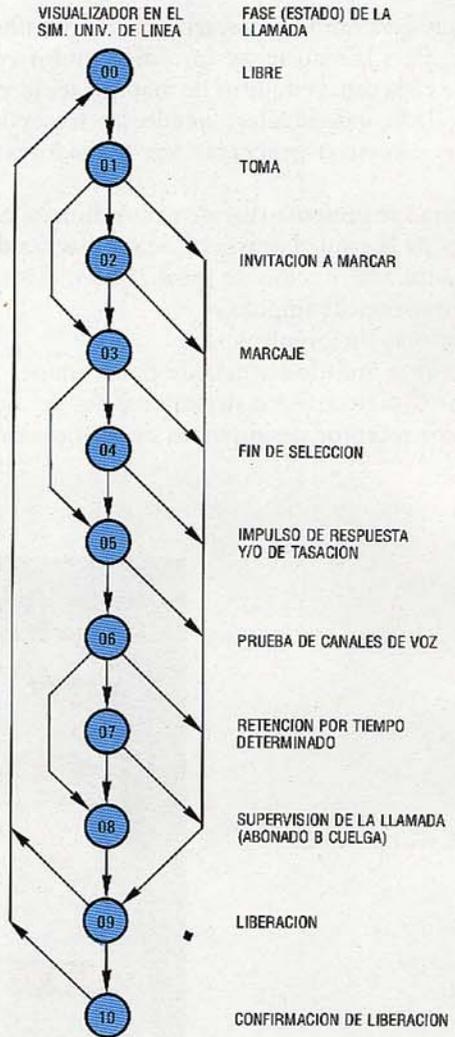


Fig. 5 Proceso de prueba durante el establecimiento de una llamada.

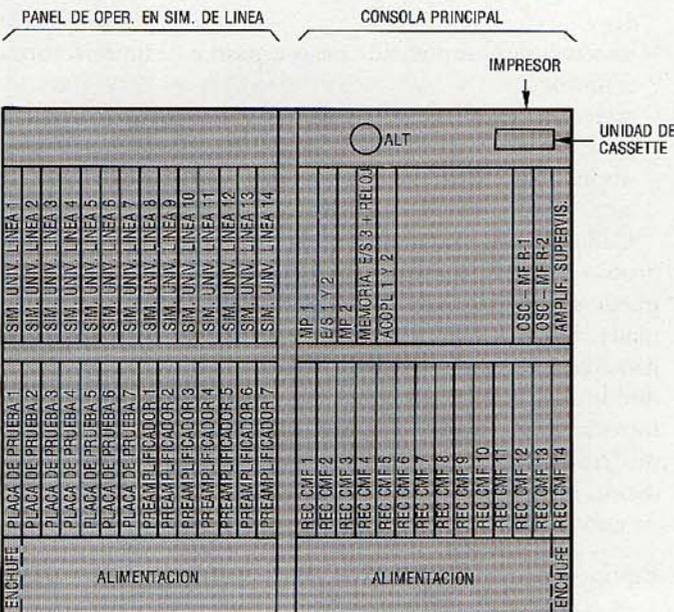


Fig. 4 Vista frontal de la colocación de las distintas unidades en el carrito del simulador de llamadas.

Modos de funcionamiento particulares de canal

Accionando un selector rotatorio situado en el panel del simulador de línea, puede escogerse el sistema de señalización con el que ha de operar dicho simulador. Una vez hecha esta elección, el microprocesador solicita los parámetros específicos de las tablas de señalización.

Mediante el teclado común de la consola principal de operación pueden introducirse órdenes distintas para cada canal, solicitando las diversas pruebas funcionales comprendidas en la llamada de prueba. Son éstas la llamada normal (llamada bajo parámetros nominales y con liberación hacia adelante), la prueba de condiciones límite, la llamada a un contestador automático, la retención prolongada de una llamada a un contestador automático, la liberación hacia atrás y la liberación de una llamada cuando encuentra ocupado. En cada uno de estos modos de operación puede prescribirse el envío o no de la corriente de llamada. También se puede liberar prematuramente la llamada después de una cifra cualquiera.

Introducción de números de llamada en los canales

Después de seleccionar el modo de operación deben introducirse (mediante el teclado) los números de marcación. Hasta 16 cifras pueden almacenarse en la memoria, lo cual permite simular llamadas internacionales.

Aunque en principio debe realizarse separadamente para cada canal la programación de números de llamada y de modos de operación, es posible copiar el programa destinado a un canal en todos los canales restantes. Otra posibilidad es la lectura de estos programas en una cassette, donde estaban almacenados por razones de protección mientras duraba la introducción manual de datos.

Cuando se ha completado la fase anterior, puede iniciarse el procedimiento de prueba. Sobre la base de una programación previa de los canales individuales, como se describía en el apartado anterior, a medida que progresa la llamada en la secuencia de prueba (Fig. 5) se siguen ciertos caminos y ciertas fases del establecimiento se saltan, según se requiera. El estado de la llamada en cualquier momento intermedio viene continuamente indicado por medio de un visualizador de dos cifras en el panel del simulador de línea.

Obtención de resultados de las pruebas

La cantidad y el grado de detalle de los datos necesarios para la localización de un fallo o la evaluación de la calidad

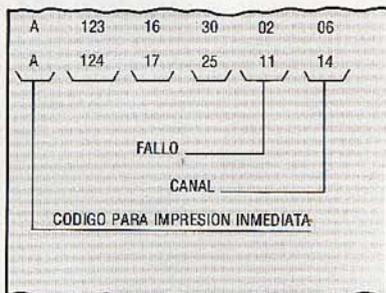


Fig. 6 Clásica impresión de un fallo: se indica un fallo por línea con los detalles de día, hora y canal.

del servicio de una central, está relacionada con el número de fallos y su naturaleza. Por estar dotado de control por microprocesador, el simulador universal de llamadas puede realizar eficazmente estadísticas de las pruebas y presentar los resultados de diversas maneras.

- El simulador universal de llamadas dispone de tres contadores electromecánicos con reposición a cero, que registran el número de llamadas completadas con éxito, el de las que encuentran ocupación y el de las afectadas por fallo. Estos contadores totalizan los resultados del conjunto de los canales.
- Pueden seguirse diversos procedimientos de impresión. Todos los datos recogidos se almacenan en la unidad de cassette, lo cual permite que puedan solicitarse resultados estadísticos en cualquier momento, bien canal por canal o totalizados.

Tabla 1 - Significación de los códigos de fallo impresos

Código de fallo	Naturaleza del fallo
1	Señal de no dispuesto para enviar
2	Sin señal de multifrecuencia hacia atrás a partir de la segunda cifra
3	Señal hacia atrás de multifrecuencia errónea o cifra incorrecta
4	Sin señal de fin de selección
5	Sin señal de respuesta
6	Canales de voz interrumpidos o con atenuación excesiva
7	Nivel fuera de tolerancia en la señal multifrecuencia
8	Impulsos fuera de tolerancia
9	Un enlace entrante no libera completamente
10	No hay señal de supervisión de la llamada
11	Ruta ocupada
12	Código incorrecto en una señal multifrecuencia hacia atrás
13	Abonado ocupado

- Como alternativa, pueden totalizarse los distintos datos cada 15 minutos, con impresión automática.
- Otra posibilidad más es la impresión por separado de los detalles de cada fallo, como la fecha, hora, naturaleza del fallo y número de canal (Fig. 6). En la tabla 1 se explica el significado de los diferentes códigos de fallo utilizados.
- Por último, el visualizador de dos cifras hexadecimales situado en el panel de cada simulador universal de enlace puede dar información sobre el fallo, si ello es necesario para simplificar la localización del defecto (por ejemplo, la duración del impulso de toma está fuera de los límites de tolerancia).

Control por microprocesadores

Todas las rutinas de prueba del simulador universal de llamadas están controladas por los dos microprocesadores. El almacenamiento de toda la programación de los mismos requiere aproximadamente 37 koctetos. La memoria de trabajo tiene una capacidad de 9 koctetos, de los que 1 kocteto es accesible desde el microprocesador 1 y - a través del acceso directo a memoria - desde el microprocesador 2. En esta zona de memoria se intercambian datos entre ambos procesadores.

La programación básica de los dos microprocesadores está escrita en PL/M 80, lenguaje de programación de alto nivel que ofrece las ventajas de una mayor claridad, facilidad de lectura y sencillez de modificaciones. En esta parte de la programación no están incluidas las tablas de señalización.

- Anteriormente se mencionaron las funciones controladas por el microprocesador 1, entre las que se incluyen:
 - operación de los elementos de entrada de la consola principal (teclas y pulsadores)
 - operación de los elementos de indicación visual (visualizadores, pulsadores iluminados, diodos luminiscentes)
 - operación de los contadores electromecánicos
 - control de la impresora de cinta.

Además gobierna tres funciones internas de carácter esencial: la gestión de los datos de prueba, de estadísticas

Tabla de abreviaturas

ABON	- abonado
ACOPL	- circuito de acoplamiento
ADM	- acceso directo a memoria
ALT	- altavoz
CA	- contestador automático
CCITT	- Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
CEPT	- Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicación
CMF	- código multifrecuencia
E/S	- entrada/salida
EPRM	- memoria borrable y programable de sólo lectura
EE	- enlaces entrantes
ES	- enlaces salientes
IMP	- impulso
IMPR	- impresora
IT	- indicador de tasa
MP	- microprocesador
OSC	- oscilador
RAM	- memoria de acceso aleatorio
REC	- receptor
TRANS	- transmisor
SIM. UNIV. LINEA	- simulador universal de líneas
SIM. UNIV. LLAM	- simulador universal de llamadas

de fallos, y la protección de los datos después de la desconexión del servicio.

El segundo microprocesador controla las funciones siguientes:

- interpretación de órdenes en las tablas de señalización
- control de los procesos de señalización (señales de línea y de registrador) en el simulador universal de enlace, haciendo funcionar adecuadamente a los transmisores y receptores (código multifrecuencia, impulsos de disco, multifrecuencia de dos tonos)
- visualización del estado y fallos por canal
- supervisión de tiempos en la rutina de prueba
- sincronización de varios canales.

Tablas de señalización

Estas tablas pueden manejar hasta 12 sistemas de señalización diferentes y contienen todos los parámetros necesarios para una perfecta señalización con la central telefónica, incluyendo todas las señales de línea y de registrador. La señalización que se elija para un determinado simulador de enlace puede aplicarse tanto a grupos de enlaces entrantes como de enlaces salientes.

La capacidad máxima de estas tablas es de 16 octetos. Forman parte de la programación del microprocesador 2, si bien están ubicadas en un sector de direcciones especialmente asignado y se almacenan en una memoria de sólo lectura, programable electrónicamente.

Están escritas en un lenguaje desarrollado especialmente, realizando un programa traductor su conversación a un código comprensible para el programa interpretador.

A este respecto, hay que señalar que la preparación de la tabla ha de coordinarse con la adición de puentes a las PABs de los equipos simuladores de enlaces. Puede también suceder que el número de osciladores y receptores de multifrecuencia existentes dé origen a algunas restricciones ocasionalmente.

Las tablas de señales de línea contienen los datos siguientes:

- órdenes de conmutación para configurar (por interconexión de los simuladores universales de enlaces) el equipo simulador universal de enlace
- todas las señales de línea necesarias y sus combinaciones para producir la deseada rutina de prueba
- todos los datos de temporización correspondientes a estas pruebas (longitudes de los impulsos, intervalos, tiempos de espera, etc.)
- datos para la visualización del estado de la llamada y la naturaleza del fallo.

Las tablas de señales de registrador suministran información sobre el método de marcación:

- tipo de marcación (impulsos, código multifrecuencia, etc.)
- longitud de impulsos o de caracteres de código multifrecuencia
- tabla de conversión para las diversas codificaciones de las cifras (dos entre seis, por ejemplo).

Conclusiones

El simulador universal de llamadas puede utilizarse en muchos tipos diferentes de centrales locales y de tránsito, ya que puede funcionar hasta con 12 combinaciones diferentes de señalizaciones de línea y de registrador.

Las pruebas del grado de servicio y de concentración de llamadas, las realiza el simulador universal de llamadas estableciendo automáticamente un gran número de llamadas similares, obteniendo con rapidez datos estadísticos sobre frecuencia de fallos, y por lo tanto sobre la calidad del servicio que presta la central. Para simplificar la localización del fallo, los indicadores visuales pueden facilitar información detallada sobre clase del mismo, reteniéndose la llamada si es necesario. Por todo esto, el simulador universal de llamada constituye un instrumento útil y eficiente para la instalación y el mantenimiento de sistemas de conmutación telefónica de todos los tamaños.

R. M. Metzger nació en 1927. Es doctor en ciencias e ingeniero graduado en el Colegio Federal suizo de Tecnología. Desde su ingreso en STR hace 24 años, ha participado en el desarrollo de circuitos para centrales automáticas interurbanas. Ha ocupado los cargos de ingeniero-jefe y de jefe de la oficina de proyectos de centrales telefónicas. El Dr. Metzger se dedica actualmente a estudios de las técnicas de telecomunicación para el departamento de ventas.

E. Staber nació en 1936. Ha estudiado ingeniería eléctrica en una escuela superior de tecnología. Entró en STR hace trece años, ocupándose en la actualidad del desarrollo de sistemas y productos para los servicios de telecomunicación.

Simuladores de llamadas locales

Se ha desarrollado un nuevo simulador de llamadas locales que puede conectarse a 32 líneas y establecer hasta 16 llamadas simultáneas. Entre las ventajas que ofrece frente a equipos de generaciones anteriores figuran bajo coste, sencillez de operación y mantenimiento y el ser un equipo portátil.

W. JOHNER

Standard Telephon und Radio AG, Zurich, Suiza

Introducción

Los generadores de llamadas, que son dispositivos para generar tráfico telefónico artificial, se han venido usando durante muchos años para probar centrales telefónicas durante las fases de inspección final y puesta en servicio. En un principio se diseñaron con circuitos de relés, pero debido al gran número de actuaciones necesarias, se producía un desgaste mecánico considerable, por lo que pasado un corto período de tiempo el equipo ya no era fiable. Estos equipos también dejaban mucho que desear en cuanto a una utilización fácil y cómoda.

A principios de la década de los 70, aparecieron en el mercado los primeros simuladores de llamadas controlados por procesador. Sin embargo, como por entonces los procesadores eran todavía grandes y caros, solamente resultaban económicamente viables en el caso de equipos de una complejidad relativamente elevada (por ejemplo, 64 o más llamadas simultáneas). Los equipos de esta generación eran, por lo tanto, relativamente costosos, difíciles de transportar y utilizar, y necesitaban técnicos de mantenimiento especialmente entrenados. En consecuencia, con la llegada de los microprocesadores, resultaba lógico desarrollar un nuevo simulador de llamadas, el SLL (en inglés LCS). Este nuevo simulador, que puede conectarse a 32 líneas y establecer 16 llamadas simultáneas, evita las limitaciones de sus predecesores y presenta varias importantes ventajas:

- bajo precio y favorable relación precio/características
- funcionamiento muy sencillo
- fácil de transportar y utilizar
- mantenimiento sencillo.

Aplicaciones potenciales del SLL

Como consecuencia de sus especiales características, el simulador de llamadas locales SLL puede usarse para probar centrales locales durante la fase de instalación en la fábrica o en el campo, o para pruebas de mantenimiento en centrales ya en funcionamiento. A continuación se describen las aplicaciones más importantes.

Prueba de concentración

EL SLL puede simular tanto tráfico telefónico normal como condiciones de sobrecarga. Así es posible calcular la proporción de fallos y determinar si la central cumple o no sus especificaciones.



Simulador de llamadas locales SLL desarrollado por Standard Telephon und Radio. Este simulador compacto, controlado por microprocesador, permite establecer en forma sencilla hasta 16 llamadas simultáneas.

Prueba funcional para localizar averías

Las llamadas defectuosas quedan retenidas mientras se localiza y analiza la avería. Este tipo de pruebas pueden llevarse a cabo antes de que una central entre en servicio, así como en centrales que ya están en funcionamiento.

Prueba sistemática de elementos individuales de la central

El simulador puede usarse para sincronizar las llamadas simuladas y para liberarlas tan solo cuando se hayan establecido todas las conexiones. Liberando sólo un número de elementos igual al de llamadas simuladas simultáneamente, es posible comprobar si todos los elementos se encuentran utilizables y funcionando correctamente.

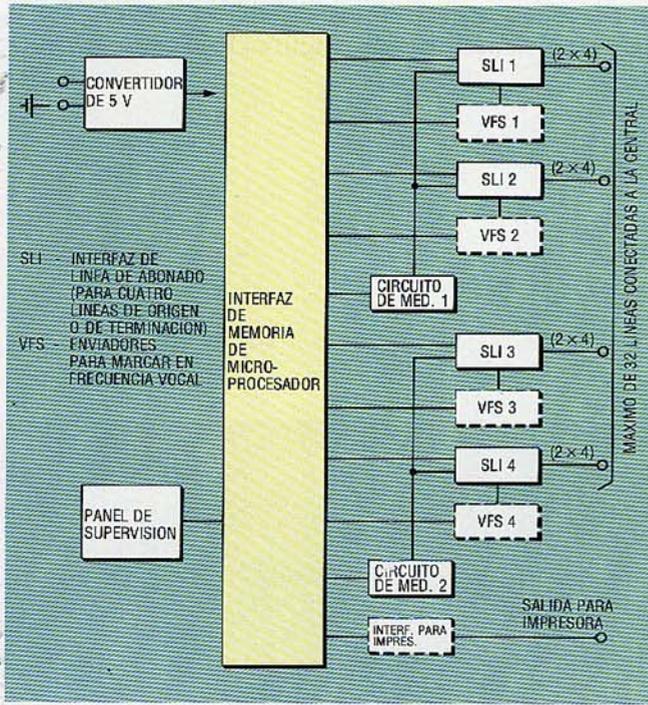


Fig. 1 Diagrama de bloques del simulador de llamadas locales SLL, representando el control por microprocesador.

Prueba sistemática de líneas de abonado

Antes de que una central entre en servicio deben probarse sistemáticamente todas las líneas de abonado. El SLL simplifica enormemente este trabajo al simular tanto llamadas salientes como entrantes a través de un cierto número de líneas conectadas al repartidor principal. Después de efectuada la reconexión al siguiente grupo de líneas, incrementa automáticamente todos los números en una cantidad preseleccionable, con lo que continua probando con una mínima pérdida de tiempo.

Cálculo de la proporción de fallos en centrales

Usando el simulador de llamadas locales, es posible establecer llamadas de prueba desde cualquiera de sus con-

Tabla 1 - Datos técnicos básicos del simulador de llamadas locales

Número de líneas (pseuo abonados):	hasta 32
Número de llamadas simultáneas:	hasta 16
Número de dígitos por número:	hasta 16
Señalización de abonado:	impulsos y frecuencia vocal
Hilos por línea:	2 hilos de conversación + 1 hilo de retención (preseleccionable) + 1 hilo de tarificación (preseleccionable)
Longitud de impulso y de intervalo:	preseleccionable de 20 a 110 ms
Intervalo para marcar:	preseleccionable de 100 a 1.100 ms
Voltajes de alimentación:	-48 V (aproximadamente 2 A) -60 V (opcional)
Dimensiones:	450 x 430 x 280 mm
Peso:	aproximadamente 16 kg

xiones a todas las demás, así como a contestadores en otras centrales. Para evitar perturbar el funcionamiento normal, el número de llamadas simultáneas y el intervalo entre llamadas pueden ser preseleccionados de forma que resulte imposible que la central se sobrecargue.

Diseño del simulador de llamadas locales

El diseño básico del SLL se representa en la figura 1. Un microordenador con un microprocesador 8085 controla los circuitos de adaptación a las líneas de abonado. Los circuitos de adaptación para un total de 16 líneas están contenidos en cuatro módulos de interconexión de líneas de abonado. Pueden equiparse envióes para marcar por frecuencia vocal según necesidades. Se necesitan cuatro módulos para un total de 16 envióes. Los complicados receptores de frecuencia vocal y circuitos de medida, que sólo se necesitan durante un breve intervalo de tiempo mientras se está estableciendo una llamada, están montados en los módulos de circuitos de medida (conectables por 8 pares de hilos). Todos los elementos relacionados con la operación del equipo, tales como conmutadores, botones y lámparas indicadoras están asimismo alojados en un módulo de circuitos de medida; un convertidor de CC/CC reduce la alimentación de -48 V ó -60 V a los +5 V que se necesitan.

En la tabla 1 se resumen los datos técnicos principales del simulador de llamadas locales.

JUN 25/80	00H59	0	L13-L29	F58	C10/10
JUN 25/80	00H59	0	L13-L29	F58	C10/10
JUN 25/80	01H00	0	L13-L29	F58	C10/10
JUN 25/80	01H01	0	L13-L29	F58	C10/10
JUN 25/80	01H02	0	L13-L29	F58	C10/10
JUN 25/80	01H03	0	L13-L29	F58	C10/10
JUN 25/80	01H04	0	L13-L29	F58	C10/10
JUN 25/80	01H04	0	L13-L29	F58	C10/10
JUN 25/80	07H36	TM01	SP30000000	SS000000	
	CALLS	FAULTS	UNsuc		
0 TOT	065536	000000	000000		
0 L00	004096	000000	000000		
0 L01	004096	000000	000000		
0 L02	004096	000000	000000		
0 L03	004096	000000	000000		
0 L04	004096	000000	000000		
0 L05	004096	000000	000000		
0 L06	004096	000000	000000		
0 L07	004096	000000	000000		
0 L08	004096	000000	000000		
0 L09	004096	000000	000000		
0 L10	004096	000000	000000		
0 L11	004096	000000	000000		
0 L12	004096	000000	000000		
0 L13	004096	000000	000000		
0 L14	004096	000000	000000		
0 L15	004096	000000	000000		
0 F58		000000			
0 L13/F58		000			

Fig. 2 Representación gráfica de fallos y estadísticas de fallos.

Principio del funcionamiento

Una vez que se ha conectado el SLL a las líneas de abonado de la central local a probar, se introducen, mediante un teclado del panel frontal, todos los datos que se desee (por ejemplo, los números de las líneas conectadas, características de líneas individuales, parámetros del sistema, y modo de prueba), y puede empezar la prueba. El SLL arranca hasta un total de 16 llamadas simultáneamente, conmutándose los bucles de dichas líneas a baja impedancia, bajo el control del microprocesador. Cuando se recibe el tono de marcar de la central, se transmiten los números de las líneas llamadas a seleccionar, bien como secuencias de impulsos o como señales de marcar de frecuencia vocal.

Cuando se recibe la señal de llamada en la línea terminal, el SLL simula la respuesta conmutando el bucle a baja impedancia, y comprueba el circuito de conversación que se ha conectado transmitiendo una señal de 800 Hz desde el abonado llamado al abonado que llama. Dependiendo de los datos de entrada iniciales, pueden comprobarse también los impulsos de tarificación. Es posible asimismo realizar llamadas a contestadores en otras centrales, en vez de usar conexiones internas.

Si se produce un fallo, puede retenerse la llamada defectuosa o bien, simplemente, registrarse el fallo en contadores (por línea, por tipo de fallo y totales), liberándose a continuación la llamada y pasándose a realizar la siguiente.

Como opción, se dispone de un equipo impresor. Con éste se puede, si es necesario, registrar cada fallo por separado e imprimir estadísticas de fallos. En la figura 2 se muestra un ejemplo de este tipo de representación.

Dependiendo del modo de prueba que se haya seleccionado, las llamadas pueden iniciarse bien en forma síncrona o bien en forma asíncrona desde las conexiones 00/15 a las conexiones 16/31 o alternativamente desde cada línea de origen a cada línea de terminación con o sin inversión de la dirección del tráfico.

Programas

Los programas para el simulador de llamadas locales están escritos en PL/M, un lenguaje de programación de alto nivel. Necesitan unos 20 kbytes de memoria y se almacenan en memoria de lectura solamente, situada en el módulo del microprocesador y en un módulo de memoria suplementario.

Los programas están subdivididos en módulos, como se indica en la figura 3. Después del arranque, en el que los circuitos y la memoria de acceso al azar se colocan en una posición de arranque definida, el control pasa al bucle principal en el que el programa de organización, el programa de tratamiento de llamadas y los programas de entrada y salida son llamados periódicamente.

Todas las funciones de coordinación entre llamadas correspondientes al modo de prueba seleccionado (por ejemplo sincronización o asignación de las líneas que llaman a las líneas llamadas, etc.) las realiza el programa de organización.

El programa de tratamiento de llamadas se ocupa de las líneas en forma sucesiva. Cada una de las posibles fases de marcaje en una llamada se corresponde con una corta

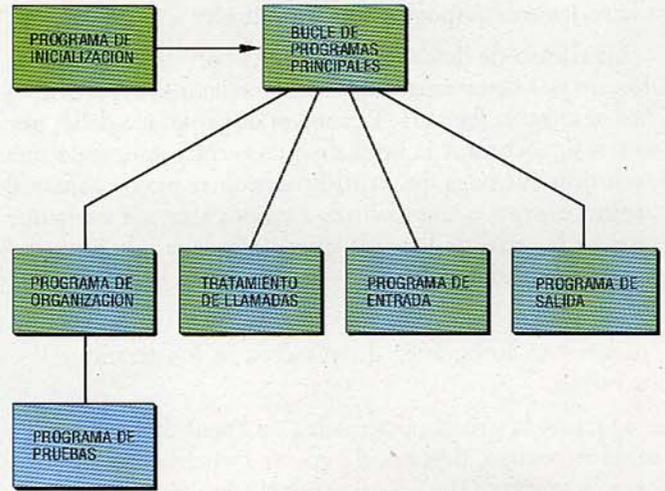


Fig. 3 División de la programación del SLL en módulos de programas.

secuencia del programa que lleva a cabo el tratamiento de llamada que se necesite.

Operación

Todos los controles y elementos para la operación del equipo están situados en la parte superior del mismo. La operación es sencilla: sólo se necesita preseleccionar la función y la línea a la que se refiere el dato de entrada y teclear a continuación los datos deseados. La línea y la función seleccionadas quedan indicadas por medio de lámparas y los datos de entrada aparecen en un panel de representación visual. Entre las funciones de entrada posibles se incluyen las siguientes:

- entrada de dígitos por línea (16 dígitos)
- entrada de categoría por línea (2 dígitos)
- entrada de parámetro de sistema (8 dígitos)
- entrada de modo de prueba (2 dígitos)
- selección de temporizaciones (2 dígitos)
- entrada de número de llamadas simultáneas (2 dígitos)
- entrada de fechas y hora (10 dígitos).

El SLL está diseñado como equipo universal para usar con todos los sistemas. Mediante parámetros del sistema, se pueden seleccionar distintos modos de funcionamiento para adaptarse a un sistema de conmutación o a otro. Después de que se ha comenzado la llamada pueden mostrarse en el panel de representación visual el estado de los contadores, las fases de establecimiento de determinadas llamadas y los datos de entrada. Existe una lámpara de señalización por cada línea, que indica si se está estableciendo una llamada por la línea, si la línea está conectada al circuito de medida (destellos rápidos), o si se ha producido un fallo o error (destellos lentos).

Características especiales

Batería de soporte

Todos los datos de entrada y los datos de estado de contadores se transfieren a memorias de bajo consumo que están alimentadas por una pequeña batería de reserva, con lo que, en caso de un fallo de alimentación, se conservan los datos contenidos en ellas durante más de 24 horas.

Llamadas en equipos de líneas múltiples

En el caso de llamadas a centralitas privadas de abonados, no está determinada de antemano la línea a través de la cual se cursa la llamada. El control de programa debe, por lo tanto, encontrar la línea de que se trata aplicando una exclusión que haga que tan solo una línea pueda contar al mismo tiempo el dígito final. La línea llamada en la que aparece la señal de llamada queda asignada a la línea llamante adecuada.

Incremento automático de números en los arranques sucesivos

Durante la prueba sistemática de líneas de abonado ya no es necesario, después de volver a enchufarse en el siguiente grupo de líneas, pasar por la larga operación de teclear otra vez los números de los abonados: al volver a arrancar, el SLL incrementa automáticamente los números en un valor preseleccionado.

Arranque remoto y salida de alarma

El SLL puede ser arrancado por medio de una señal procedente de una fuente externa. Si se detiene la prueba como consecuencia de un fallo o error, se genera una señal de alarma en la salida de alarmas.

Facilidad de autocomprobación

El programa de autocomprobación hace posible verificar rápidamente y en cualquier momento que el SLL está funcionando correctamente en todos los aspectos. La memoria de acceso al azar, el direccionamiento de todos los módulos, todos los elementos de operación y, finalmente, los distintos circuitos de adaptación son probados sucesivamente junto con el circuito de medida. Los fallos aparecen en el panel de representación visual.

Conclusiones

El simulador de llamadas locales SLL proporciona un método de probar el funcionamiento de la central de una forma económica. Es fácil de usar y de mantener y puede transportarse sin dificultad. Estas ventajas se derivan de la aplicación de control por procesador.

W. Johner nació en 1936. Entró a trabajar en STR en 1956 después de estudiar en el Instituto Técnico Senior de Electrotecnia en Graz, Austria. Tomó parte en el desarrollo del sistema de conmutación PENTACONTA* para la red suiza, y, a continuación, en el sistema METACONTA*. Más tarde fue nombrado jefe del departamento responsable del desarrollo de nuevos productos de conmutación. El Sr. Johner es responsable en la actualidad de la modernización de productos de telecomunicación existentes, aplicando técnicas de control por microprocesador.

* Marca registrada del sistema ITT

Desviador de llamadas CADI

El desviador de llamadas CADI, controlado por microprocesador, es un procedimiento flexible y económico para disponer de un servicio de transferencia de llamadas. Aunque el equipo está situado en la central, los abonados pueden elegir una modalidad de funcionamiento que les permite activar y desactivar la transferencia de llamadas, según se necesite, e introducir el número al que hay que transferirlas.

W. JOHNER

Standard Telephon und Radio, Zurich, Suiza

Introducción

Los desviadores de llamadas se han venido usando en diversos países desde hace muchos años. Estos equipos desvían todas las llamadas que llegan a una línea de abonado hacia otro número de teléfono mientras el abonado se encuentre ausente. Esto puede lograrse usando un dispositivo que desvíe las llamadas entrantes, bien conmutando la línea, o bien estableciendo una llamada de desviación hacia otro número designado por el abonado. El número alternativo puede estar preseleccionado en forma permanente o ser variable. En el segundo caso el abonado debe introducir en el desviador el número alternativo que elija en cada caso.

Por la experiencia en países que usan desviadores de llamadas, se ha puesto de manifiesto que satisfacen una necesidad real de los abonados. En Suiza, por ejemplo, más del 1% de los abonados telefónicos tienen desviadores de llamadas. Esta facilidad la usan principalmente los médicos, abogados y hombres de negocios, para transferir las llamadas que lleguen al número con el que figuran en la guía durante sus ausencias. Las llamadas pueden ser desviadas a su domicilio particular, a una persona delegada por ellos, o a un servicio de contestación telefónico.

La facilidad de transferir llamadas es interesante para los responsables de las Administraciones telefónicas por la sencilla razón de que una llamada transferida raramente es una llamada no contestada. De hecho, el disponer de este servicio significa que pueden obtenerse ingresos adicionales en forma de alquiler de equipo y de más llamadas tarifadas.

Soluciones alternativas para el desvío de llamadas

En el pasado los desviadores de llamadas se instalaban siempre como equipos separados, bien en la central telefónica o bien en casa del abonado. Sin embargo, con la introducción de sistemas de conmutación telefónica controlados por ordenador se permitió la integración parcial del servicio de transferencia de llamadas en las centrales telefónicas. En la mayoría de los casos esto se limitaba todavía a casos sencillos sin problemas especiales de tarificación o de atenuación, para evitar el tener que hacer programas de control demasiado complicados. En consecuencia, si hay que extender también el servicio a casos más complejos, existe una clara necesidad de equipos desviadores de llamadas que no estén integrados en las facilidades de la central.

Pueden fabricarse, básicamente, tres tipos de desviadores de llamadas, como se muestra en la figura 1.

- desviadores de llamadas instalados en casa del abonado
- desviadores de llamadas que usan equipos adicionales de abonado y de central
- equipos desviadores, como el CADI, para instalar en la central solamente.

Los tres tipos necesitan dos líneas de central, estableciéndose la llamada desviada a través de la segunda línea. Los importes de las llamadas desviadas (ruta B-C) se cargan al abonado B.

Características especiales del desviador CADI

El CADI necesita tan sólo una línea de abonado, según se representa en la figura 1. Esto, además de reducir costes, disminuye también la atenuación. No se necesita instalar ningún equipo adicional en casa del abonado, reduciéndose de este modo los costes de instalación y mantenimiento. Asimismo el abonado no necesita ninguna conexión a la alimentación eléctrica ni a tierra. El desviador funciona también en caso de fallo de alimentación.

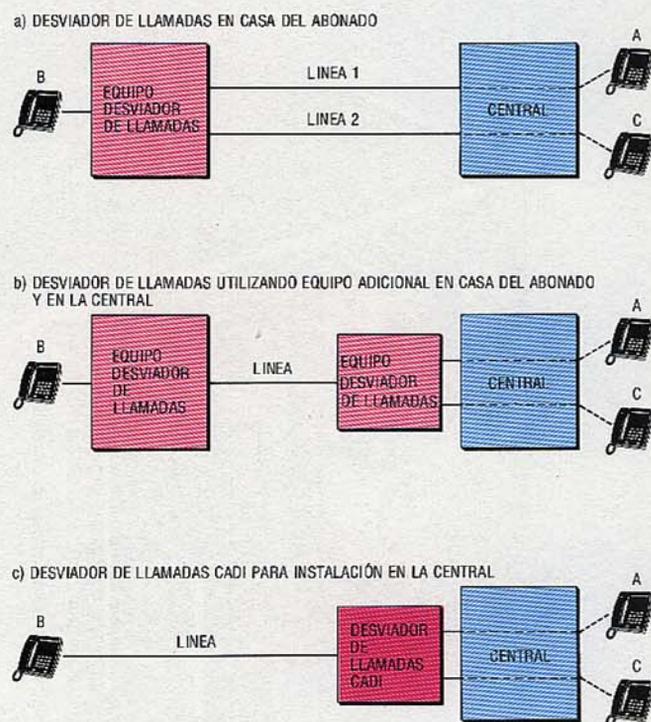


Fig. 1 Tres métodos posibles para implantar un servicio de transferencia de llamadas:

- desviador de llamadas en casa del abonado
- equipo desviador de llamadas repartido entre la casa del abonado y la central, y
- desviador de llamadas instalado en la central.

Desviador de llamadas

Las operaciones a realizar en el terminal B para arrancar y cancelar la desviación de llamadas o para introducir el número al que se desvían las llamadas, pueden realizarse de la misma forma que en las centrales controladas por procesador. Se pueden editar, por tanto, normas estándar para centrales antiguas y nuevas. Otras ventajas del nuevo equipo CADI son las siguientes:

- pueden liberarse todos los circuitos al final de una llamada, de una forma técnicamente elegante y fiable
- puede equiparse con un amplificador controlado por la voz para compensar la atenuación de la línea de desviación
- puede utilizarse con teléfonos de teclado multifrecuencia
- almacena números de desvío de hasta 16 dígitos; éstos pueden ser introducidos bien por el personal de la central o bien por medio del teléfono del abonado.

Diseño básico

Este nuevo tipo de desviador de llamadas, que ofrece una excelente relación precio/características, se basa en control por microprocesador. Como quiera que, en la mayoría de los casos, son varios los abonados de una misma central que desean un desviador de llamadas, el equipo está montado en un cuadro sencillo o doble de 483 mm (19 pulgadas), de forma que el control por microprocesador común puede servir hasta 16 desviadores de llamada. Además del cuadro de microprocesador, el equipo básico común incluye también un convertor de CC/CC para suministrar la tensión auxiliar de +5 V, una unidad enchufable con bo-

tones de control y transmisores-receptores para teléfonos de multifrecuencia de una configuración especificada. Las unidades de desviación enchufables individuales y los amplificadores de desviación se añaden a este equipo básico, según se necesiten. En cada unidad de desviación enchufable están montados los circuitos para un abonado.

El cuadro CADI se conecta al repartidor principal de la central por medio de un cable. En el repartidor principal se asigna un desviador de llamadas mediante una conexión a cada abonado a este servicio. El desviador debe conectarse a una línea de abonado y a dos líneas de central.

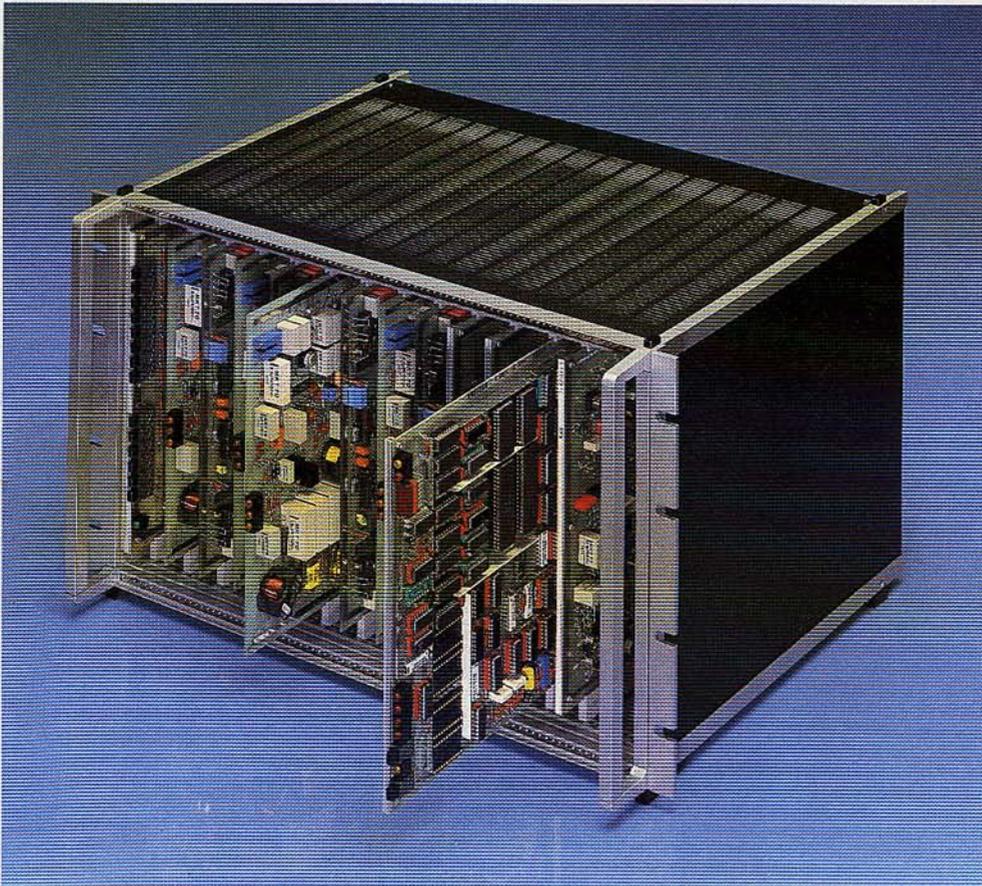
El CADI funciona como una unidad independiente. Del exterior necesita tan sólo el voltaje de la central y una señal acústica (por ejemplo, 425 Hz) y tal vez una señal hablada grabada previamente. Esta señal hablada se necesita cuando se haya de dar información al abonado que llama mientras se está transfiriendo su llamada.

Modos de funcionamiento

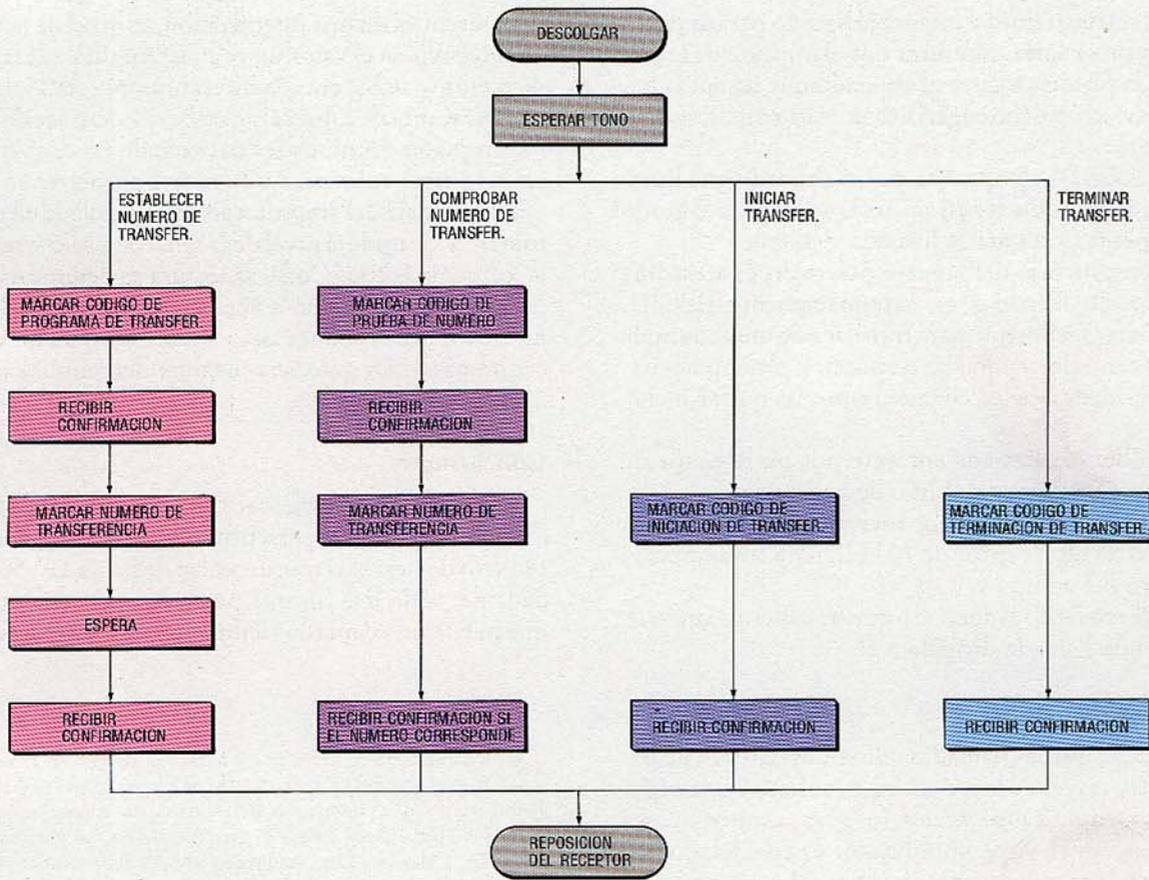
Mediante botones de control puede seleccionarse para cada desviador uno de los siguientes modos de funcionamiento:

Modo P (Programable)

Este modo se utiliza para los abonados que desean desviar sus llamadas hacia otro número programable. El abonado, realizando las operaciones adecuadas con su propio teléfono, puede seleccionar cualquier número de desvío que desee y puede también arrancar y suspender la transferencia en cualquier momento.



El desviador de llamadas CADI. Se han sacado la tarjeta del microprocesador y una de las de transferencia.



Fi. 2 Control de transferencia de llamadas por el abonado.

Modo C (Controlable)

Esta facilidad es adecuada para los abonados que desean desviar sus llamadas siempre al mismo número, pero que quieren poder activar y desactivar el desviador por sí mismos cuando lo necesiten.

Modo F (Fijo)

Este tercer modo es empleado por las Administraciones telefónicas cuando las llamadas que llegan a una línea determinada deben ser desviadas permanentemente hacia otro número. En estos casos el desviador está constantemente activado y no tiene conectada ninguna línea de abonado.

Arranque por el abonado del desvío de llamadas

En los modos de funcionamiento programable y controlable el abonado puede arrancar o suspender el desvío de llamadas desde su propio teléfono. En el primer caso puede asimismo introducir un nuevo número de desvío en cualquier momento y comprobar el número almacenado. Las secuencias de impulsos de llamada se ven en la figura 2.

Tratamiento de llamadas

Puesta en marcha del desviador

El abonado B puede recibir llamadas entrantes y realizar llamadas salientes de forma normal a través de la línea de

central 1. Sin embargo, los dígitos marcados por el abonado B no sólo se transmiten a la central, sino que también son recibidos por un circuito detector de alta impedancia en el desviador CADI.

Cuando el equipo desviador recibe un número de código que significa la activación o programación de la transferencia de llamadas, interrumpe la conexión entre la línea de abonado y la central, transmite al abonado la señal de reconocimiento y pasa seguidamente a alimentar y a supervisar la línea de abonado. Puede marcarse entonces un nuevo número de desvío siguiendo el número de código adecuado. Si a continuación el abonado cuelga, queda activado el desvío de llamadas.

Desvío de llamadas

Si llega una llamada entrante del abonado A mientras el desviador está activado, se cierra el bucle en el lado de la segunda línea de central (abonado C) y, si se escucha tono de marcar, el CADI transmite el número de la línea de desvío almacenado a la central por la segunda línea.

Mientras está teniendo lugar la transferencia se puede desconectar la llamada en el lado de la primera conexión y enviar un mensaje de señal hablada, previamente registrado. Después de que se ha establecido la llamada desviada, se interconectan las dos líneas, bien directamente o bien a través del amplificador de desviaciones.

Normalmente, la tarificación de la primera llamada comienza solamente cuando se ha recibido la señal de res-

puesta de la segunda línea y esta señal ha sido pasada por el CADI a la primera línea. Mientras que el importe de la primera llamada puede cargarse al abonado que llama, la llamada de desviación debe pagarla el abonado que alquila el desviador.

Cuando el CADI comprueba que el abonado que llama ha colgado, abre los bucles en ambas líneas y pasa al modo de espera, preparado para la llamada siguiente.

Como consecuencia del control por microprocesador, el desviador de llamadas es extremadamente flexible. Puede adaptarse fácilmente para trabajar con muchos tipos distintos de centrales y para dar respuesta a un amplio abanico de necesidades de los clientes, entre las que se incluyen:

- detección de una llamada entrante por un detector de llamadas o por tierra en el hilo de retención
- detección de la respuesta por inversión de polaridad o por medio de un receptor de 12 kHz para los impulsos de registro del cómputo
- llamada de recuerdo al abonado que transfiere cuando se le desvía una llamada dirigida a él.

Amplificador de desvíos

Como quiera que las llamadas que se desvían han de pasar dos veces a través de la red a 2 hilos, se necesita en algunos casos un amplificador de desvíos para compensar atenuaciones excesivas. Este amplificador es controlado por la voz y en cada momento amplifica tan sólo en una dirección. Se necesita cambiar alternativamente la dirección de la voz toda vez que las impedancias de conexión de las líneas no están definidas y se podrían inducir oscilaciones en un amplificador a 2 hilos normal.

Si, después de una intervención, el nivel de la voz en un lado sobrepasa el valor umbral, se amplifica la señal en esa dirección y se bloquea la dirección opuesta. Solamente es posible cambiar la dirección de la voz después de una corta interrupción del nivel de voz, cuando la señal en la dirección opuesta sobrepase un umbral predeterminado.

La ganancia del amplificador está regulada en forma automática. Se mide el nivel de la señal de audio y se almacena la lectura más alta. Con esta lectura se determina la amplificación o ganancia en ambas direcciones, con lo que los niveles de salida son iguales y nunca sobrepasan la referencia nominal. La ganancia máxima del amplificador es de 22 dB.

Conclusiones

El desviador de llamadas CADI representa un método económico y eficaz para proporcionar a los abonados el servicio de desvío o transferencia de llamadas. Su flexibilidad, derivada del control por microprocesador, implica que puede ser adaptado fácilmente a distintas aplicaciones.

W. Johner nació en 1936. Entró a trabajar en STR en 1956 después de estudiar en el Instituto Técnico Senior de Electrotecnia en Graz, Austria. Tomó parte en el desarrollo del sistema de conmutación PENTACONTA* para la red suiza, y, a continuación, en el sistema METACONTA*. Más tarde fue nombrado jefe del departamento responsable del desarrollo de nuevos productos de conmutación. El Sr. Johner es responsable en la actualidad de la modernización de productos de telecomunicación existentes, aplicando técnicas de control por microprocesador.

* Marca registrada del sistema ITT

Sistema de traducción centralizada para central intercontinental PENTACONTA

La expansión de las comunicaciones telefónicas y la demanda de nuevos servicios fueron las razones que justificaron el desarrollo del sistema de traducción centralizada para modernizar la central intercontinental PENTACONTA* de Acilia. Este sistema flexible y seguro, controlado por procesador optimiza el encaminamiento de las llamadas y permite la tarificación detallada.

F. LALICCIA

Laboratorio Centrale FACE, Pomezia, Italia

M. MAYER

Italcable, Roma, Italia

Introducción

El campo de las comunicaciones internacionales ha experimentado una expansión considerable durante los últimos años con una elevada tasa de crecimiento del tráfico, principalmente en telefonía. La mayor parte de los abonados del mundo dependen de centrales electromecánicas para el servicio telefónico. Sin embargo, esta generación de equipo, ya superada, ha empezado a revelar sus limitaciones en parte en cuanto al crecimiento del tráfico, pero sobre todo con relación a la prestación de nuevos servicios. Aunque la actual generación de centrales con control por programa almacenado (SPC) ofrece una amplia gama de modernos servicios a los abonados y las administraciones, las centrales electromecánicas representan una inversión enorme; además, muchas centrales electromecánicas recientemente instaladas tienen por delante una vida útil muy superior a los 20 años.

Por tanto, el problema consiste en encontrar algún medio de dotar a las centrales electromecánicas de los más modernos servicios y características. A continuación se indican algunas de las consideraciones principales tenidas en cuenta para el diseño de un equipo apropiado para la modernización de una central intercontinental PENTACONTA tal como la de Acilia de Roma:

- La expansión de las comunicaciones telefónicas con los países en vía de desarrollo supone un aumento en el número de rutas disponibles.
- Los inesperados aumentos de tráfico en determinadas rutas (debidos a efectos de "resonancia" en la red mundial) exigen una mayor flexibilidad de la red y de las centrales con relación a los cambios de encaminamiento.
- La competencia comercial implica que las decisiones de encaminamiento deben basarse en condiciones de tráfico reales.
- El servicio automático intercontinental entre abonados exige la incorporación de técnicas automatizadas para la facturación detallada a los abonados.

Estas consideraciones específicas junto con la necesidad de prolongar la vida económica útil de las centrales electromecánicas fueron las razones principales que justificaron el desarrollo del sistema de traducción centralizada. Una ventaja adicional es que, al demorar la introducción de centrales SPC donde aún no se necesitan, puede instalarse equipo más avanzado económica y tecnológicamente cuando haga falta.

El sistema de traducción centralizada desarrollado para la central intercontinental de Acilia de Italcable no sólo satisface los requisitos anteriores, sino que además tiene en cuenta unas rigurosas exigencias de instalación y corte, que resultaron necesarias debido a que el equipo tenía que ponerse en servicio en una central en funcionamiento y cursando un elevado tráfico.

Para introducir el sistema de traducción centralizada es preciso realizar sólo pequeñas modificaciones en la central electromecánica. El servicio puede continuar durante la instalación y la calidad de éste se ve sólo mínimamente afectada durante las completas pruebas necesarias para el corte.

Arquitectura del sistema

La necesidad de conseguir un sistema que no estuviera expuesto a fallos catastróficos influyó mucho en la elección de la arquitectura del sistema de traducción centralizada. Consta de cierto número de subsistemas, cada uno de los cuales está constituido por una o más unidades duplicadas. Aunque los subsistemas tienen una substancial interdependencia funcional, trabajan con un elevado grado de autonomía, de modo que incluso en el caso improbable de fallos múltiples el servicio no puede interrumpirse, si bien el grado de servicio puede degradarse de diversas maneras.

El propósito de este artículo no incluye la descripción detallada del sistema PENTACONTA para el que se diseñó el traductor, pero se hace una breve revisión de su estructura a fin de facilitar la comprensión de los problemas de interconexión entre los dos sistemas.

El sistema PENTACONTA es un sistema de selección indirecta. Las centrales pueden dividirse en tres partes: la red de conmutación (dos etapas de selección que emplean selectores de barras cruzadas), los enlaces (que se conectan a las líneas de transmisión que se conmutan), y el equipo de control centralizado (estructurado modularmente en bloques de registro independientes). La central de Acilia está equipada con 10 bloques de registro para un total de unos 2.000 enlaces intercontinentales.

Cada bloque de registro está conectado en esta central a entre 300 y 700 enlaces de llegada; consta de registradores, conectadores de selección y traductores, con un grado creciente de centralización, y de equipo auxiliar tal como buscadores de líneas y conectadores de traductor.

Los haces conectadores permiten la interconexión entre el equipo de control y la red, conectándose por un lado a

* Marca registrada del sistema ITT

los conectadores de selección de los bloques de registro y por el otro a los marcadores de la red.

Cada bloque de registro está atendido por una pareja de traductores, que funcionan con reparto de carga. Los traductores reciben información de encaminamiento de las llamadas (cifras marcadas, categoría de los enlaces, etc.) y producen los códigos de marcaje correspondientes a los destinos deseados; esta función se realiza para cada etapa de selección, de forma que se precisa una intervención de traductor para los haces de enlaces de salida conectados a la primera etapa, y dos intervenciones para encaminar las llamadas hacia los haces de enlaces conectados a la segunda etapa de selección.

El sistema de traducción centralizada se integra en esta estructura substituyendo los traductores electromecánicos por unidades traductoras electrónicas (Fig. 1). Estas unidades controladas por procesador se interconectan activamente con la central PENTACONTA, no sólo adaptándose a los métodos PENTACONTA de intercambio de señales sino intercambiando con ella las mismas señales lógicas y eléctricas. En consecuencia, el interfaz funcional y físico entre los traductores y el resto de la central queda virtualmente inalterable.

intermedios con objeto de obtener la información necesaria para optimizar el encaminamiento a través de la central y hacia la red. También almacena todos los datos correspondientes a la tarificación de todas las llamadas automáticas entre abonados dirigidas a la red intercontinental.

El sistema de recogida de datos, consistente en unidades duplicadas para un total de unos 16.000 terminales de supervisión, recibe información sobre la disponibilidad de todos los enlaces de salida y enlaces intermedios e información del estado de conversación de los enlaces de llegada correspondientes al tráfico automático. Transmite todos los cambios al subsistema traductor centralizado disponible en unas pocas decenas de milisegundos después de cada evento.

Estructura funcional

Se destacan aquí las dos principales funciones del sistema: el encaminamiento de las llamadas y el almacenamiento de los datos de tarificación. Por ello, las correspondientes funciones de programación constituyen los elementos clave del sistema, junto con la función de recogida de datos, que proporciona información preprocesada sobre el estado de los enlaces.

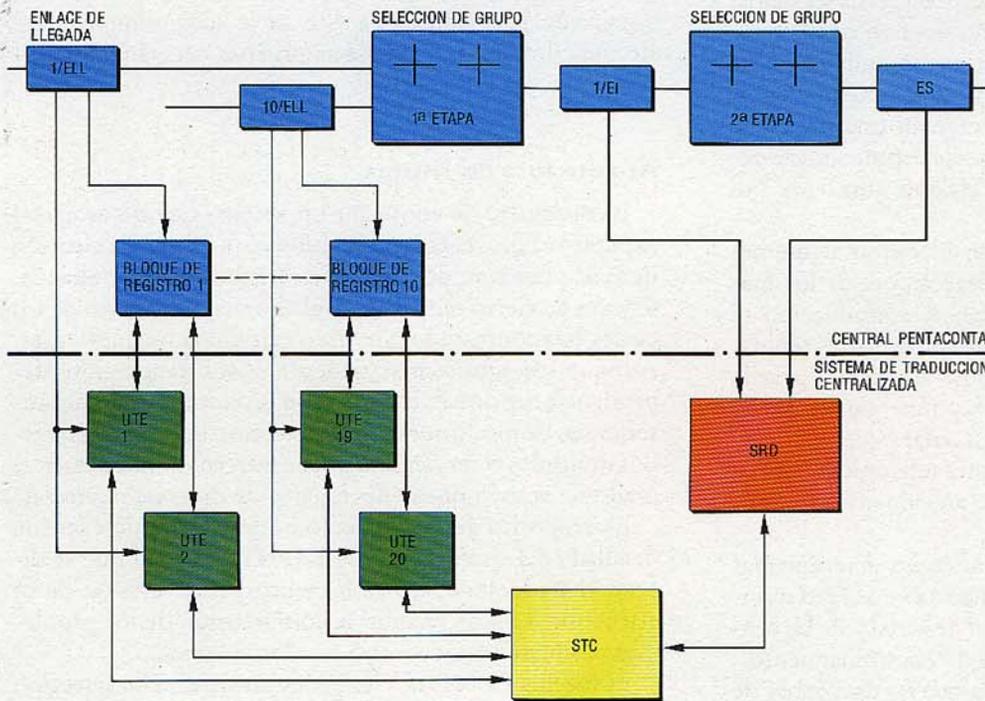


Fig. 1 Conexión del sistema de traducción centralizada a la central PENTACONTA a nivel de los traductores. Como las unidades traductoras electrónicas tienen el mismo interfaz con la central que los traductores electromecánicos convencionales no es necesario hacer ninguna modificación en el resto de la central.

Las 20 unidades traductoras electrónicas se conectan también al subsistema de traductores centralizados que está compuesto de unidades traductoras centralizadas controladas por procesador y duplicadas por razones de fiabilidad. Su función primaria es la coordinación de las operaciones de encaminamiento del equipo de conmutación. Por un lado, este subsistema recibe peticiones de traducción de los traductores electrónicos y les envía las órdenes adecuadas; por otro lado, supervisa, mediante las unidades duplicadas del subsistema de recogida de datos, la disponibilidad individual de todos los enlaces de salida y enlaces

Estas tres funciones se entrelazan entre sí y con el resto del equipo; esta interacción tiene lugar mediante el intercambio directo e indirecto de información, como indica la figura 2. En esta figura se ven los dos tipos de eventos telefónicos que constituyen las entradas al sistema de traducción centralizada: peticiones de traducción y variaciones del estado de los enlaces (disponibilidad para los enlaces de salida e intermedios, conversación para los enlaces de llegada). Estos eventos están relacionados entre sí en cuanto a que una petición de traducción es el prelude de una variación de estado de los enlaces de llegada y de salida que de-

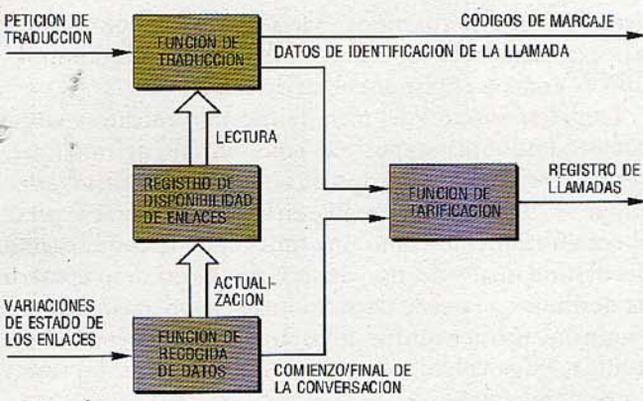


Fig. 2 Estructura funcional del sistema de traducción centralizada indicando las relaciones entre las funciones de traducción, recogida de datos y tarificación mediante intercambios directos e indirectos de información.

ben conectarse entre sí. Sin embargo, esta correlación tiene una naturaleza estadística, ya que en el progreso de cada llamada pueden influir numerosos factores externos e internos. Por ello, el sistema ha sido diseñado para tratar los dos tipos de evento por separado, asignando una lógica específica de proceso a cada uno.

La función de traducción determina el encaminamiento interno y externo de las llamadas (en base a información obtenida de las partes apropiadas de la central PENTACONTA), da las instrucciones necesarias (códigos de marcaje), y determina los datos de la llamada que deben pasarse a la función de tarificación (intercambio directo de información).

La función de recogida de datos procesa las variaciones de estado de los enlaces, pasando la información correspondiente a los enlaces de llegada a la función de tarificación (intercambio directo de información) y procesando también los datos de los enlaces de salida.

Hay que hacer notar que el sistema PENTACONTA no permite la selección de un enlace determinado; se limita a marcar un haz de enlaces, dentro del cual se elige un enlace mediante rutinas automáticas que aplican criterios de rotación y de prioridad. Por este motivo el subsistema del traductor electrónico no registra el estado de cada enlace de salida, contra lo que ocurre en una central con control por programa almacenado en memoria. En lugar de esto, se define un conjunto de contadores, que corresponden al número de enlaces disponibles, separados por haces y por su conexión topológica. Estos contadores, que básicamente definen la ocupación del haz, son actualizados por la función de recogida de datos al producirse un evento de transición y son leídos por la función de traducción al producirse un evento de petición de traducción (intercambio indirecto de información).

Finalmente la función de tarificación registra los datos de la llamada que le pasa la función de traducción, utilizando la identidad de cada enlace de llegada para relacionarlos con los eventuales mensajes de transición de comienzo y fin de conversación procedentes de la función de recogida de datos.

Funcionamiento en caso de fallo

La multiplicidad de unidades y subsistemas del sistema de traducción centralizada (STC) es un elemento clave para su reacción ante los fallos. El grado de redundancia incorporado permite que continúe dando pleno servicio aun en el caso de fallo completo de una unidad de cada subsistema, como se demuestra más adelante en otro apartado.

Un subsistema falla únicamente en presencia de una combinación determinada de fallos simultáneos de unidades. Incluso entonces el STC no está expuesto a un fallo catastrófico porque no hay una correspondencia exacta entre funciones y subsistemas, como puede deducirse de las figuras 1 y 2.

Debido a la importancia de la central de Acilia de Roma para el flujo correcto del tráfico telefónico intercontinental y a la necesidad del STC para modernizar el servicio de la central, se ha diseñado la estructura del STC para que sobreviva al fallo total de hasta el 50% de sus unidades sin degradación de la calidad de servicio y con sólo una ligera disminución de la capacidad de cursar tráfico. Incluso el fallo de subsistemas completos (salvo el subsistema traductor) no provoca el fallo del sistema, aunque degrada la calidad de servicio; en este caso se da prioridad a la ejecución de las funciones de encaminamiento.

Función de traducción de la UTE

El interfaz de la unidad traductora electrónica (UTE) con los registradores, conectadores de selección, etc., es idéntico al del traductor electromecánico original del sistema PENTACONTA. El intercambio de información sigue, por tanto, los protocolos de subordinación típicos de un sistema electromecánico.

En este punto es interesante mencionar la forma en que el cumplimiento de estos protocolos (diseñados originalmente para una máquina combinatoria como el traductor electrónico) por una unidad basada en una máquina secuencial (tal como un microprocesador) ha resuelto algunas dificultades básicas en la definición detallada de las especificaciones funcionales.

La UTE recibe y almacena todos los datos relativos a una petición de traducción, comprueba su formato y su congruencia, y envía los datos siguientes a una unidad traductora central (STC) para su posterior proceso:

- categoría de la llamada (llamada de servicio o de prueba)
- red llamada (nacional o internacional)
- dígitos importantes para selección (o sea los seis primeros)
- fase de selección (primera o segunda etapa)
- identidad del enlace de llegada
- identidad del bloque de conmutación.

La STC comprueba si la llamada puede continuar y proporciona el código de marcaje correspondiente. Una vez recibida la información, la UTE realiza las funciones precisas con la central PENTACONTA utilizando el protocolo correcto y luego se prepara para recibir la siguiente petición de traducción.

Si la STC no responde dentro de un tiempo predeterminado (por fallo en la STC), la UTE efectúa un análisis independiente de los datos recibidos de la llamada. Esto

permite a la UTE encaminar llamadas por sí sola con dos limitaciones:

- Los códigos de marcaje son sólo función del destino y no de la disponibilidad real de los correspondientes haces de enlaces de salida y enlaces intermedios.
- La UTE prohíbe ciertas clases de llamadas según unos criterios preestablecidos. La información de estas prohibiciones especiales, aunque reside en las UTE's, sólo puede ser cambiada por la STC utilizando procedimientos con un suficiente grado de automatización para una explotación rápida y sencilla. Esta característica es necesaria para controlar el tráfico de la red. La flexibilidad de encaminamiento que permite, se emplea para optimizar éste con respecto a la relación tráfico/tarifificación y también para prohibiciones temporales por razones políticas o comerciales.

También existe la posibilidad de que la STC haga trabajar a las UTE's en el modo autónomo, como consecuencia de haber detectado en sí misma fallos que podrían afectar al correcto encaminamiento de ciertos tipos de llamadas.

Función de traducción de la STC

Recepción de peticiones de traducción

Cuando la STC recibe una petición de traducción, después de su proceso previo en la UTE, busca el encaminamiento óptimo dentro de la central y hacia la red.

Para desarrollar esta función, el programa de la función de traducción utiliza dos tipos de información almacenada en la STC: datos variables en tiempo real referentes a la disponibilidad de los haces de enlaces y datos semipermanentes que caracterizan a la central (tablas de encaminamiento, conexiones de los enlaces al equipo de conmutación, agrupación en haces, etc.). Estos últimos datos se usan, por ejemplo, para verificar la consistencia de la información recibida de una UTE determinada, convertir códigos, y formatear adecuadamente la información implícita recibida de la UTE. De esta forma, se elaboran datos relativos al haz de enlaces de llegada y a la central de procedencia, junto con el área de destino determinada por los dígitos de selección, el grupo de códigos de marcaje para la llamada y el tiempo de servicio.

Una de las características de la central es que puede proporcionar diversos tipos de servicio con los mismos circuitos de conmutación y de conexión, como servicio manual y semiautomático de operadoras, servicio totalmente automático, servicio DATEL, servicio de tarifación detallada (para usuarios especiales) y servicio de tránsito internacional.

Como las estrategias de encaminamiento relativas a estos servicios pueden ser muy diferentes, es preciso determinar pronto el tipo de servicio para efectuar una traducción eficaz. Esta información se obtiene detectando la cifra característica empleada para diferenciar el tráfico automático del de operadora y determinando la identidad del haz de llegada a partir de la identidad del enlace de llegada y de los datos semipermanentes.

Elección del plan de encaminamiento

El tratamiento de la llamada continúa entonces para establecer el plan de encaminamiento, que consiste en una

lista de centrales (destinos) hacia las que puede encaminarse la llamada. Se especifica también para cada destino el tipo de toma a enviar al enlace de salida.

La determinación del plan de encaminamiento a elegir entre todos los planes posibles con el mismo destino final, es una función única del tipo de servicio de la llamada. Por ello se utiliza una tabla variable en línea en la que se expresa el encaminamiento como una función de la combinación del destino final y del tipo de servicio. El máximo número de destinos que puede darse en una sola operación de encaminamiento constituye un parámetro del sistema que, si cambia, exige volver a emplear los programas y las tablas correspondientes.

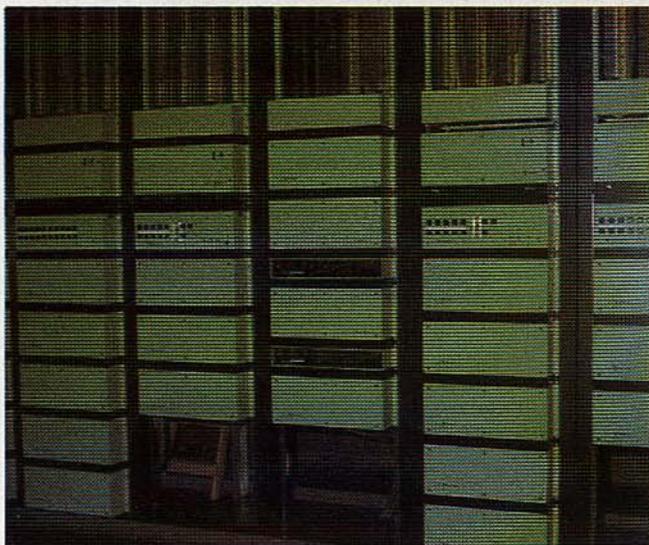
Una vez decidido el encaminamiento, y después de verificar las posibles prohibiciones aplicables entre las áreas afectadas, se comprueba la disponibilidad del haz para todos los destinos secuencialmente, si se han permitido rutas alternativas para el destino final y tipo de servicio implicados. Si están prohibidas las rutas alternativas, debe usarse la ruta de primera elección. Si se permiten, se comprueba la accesibilidad de ésta y, si está ocupada, se pasa a comprobar la segunda ruta y así sucesivamente.

Si aparece un destino en las tablas de encaminamiento con la indicación de *tránsito*, se realiza una comprobación preliminar para ver si puede llegarse al destino final a través de aquél, de acuerdo con la información exterior y con el esquema previsto de rutas alternativas. Debe notarse que el control de esa matriz constituye el punto de conexión de los métodos de administración de la planta exterior en éste proceso de encaminamiento.

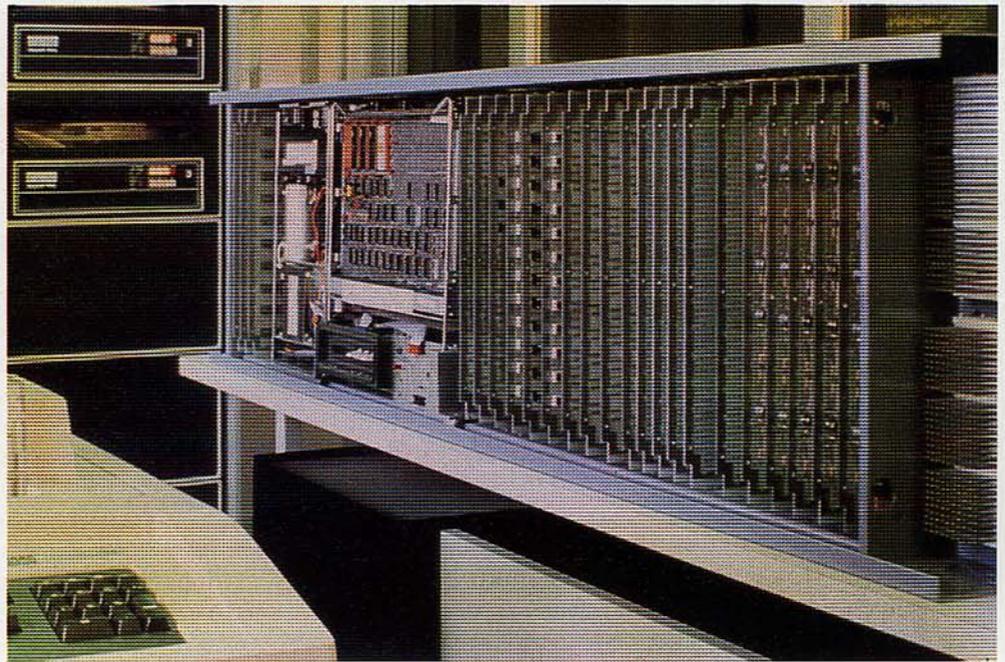
Si no hay acceso a ningún destino, se envía un mensaje a la UTE informándole sobre la indisponibilidad de los enlaces; la UTE toma entonces las medidas oportunas.

Comprobación de la accesibilidad de los destinos

Desde un punto de vista general, puede alcanzarse un destino a través de uno o varios haces de enlaces de salida (direcciones); unas tablas determinadas indican las direcciones que pueden tomarse para cada destino y la prioridad de los intentos de acceso a ellas en función del tipo de toma



Unidad traductora central.



Unidad traductora electrónica.

(terminal o tránsito) y del tipo de servicio. El número máximo de direcciones especificado para cada combinación de destino, tamaño y servicio son parámetros del sistema; si cambian, hay que volver a compilar una buena parte de los programas.

La elección de la dirección depende principalmente del número de enlaces disponibles en cada una de las direcciones correspondientes, con independencia de que estén multiplados en su conexión a la matriz (los enlaces de salida pueden conectarse a más de un bloque de las etapas primera o segunda de la red de conmutación).

Para cada dirección se establece desde la consola de operaciones un parámetro que indica el número de enlaces disponibles en el haz por debajo del cual debe pasarse a la siguiente dirección especificada para encaminar la llamada. Una vez elegido el nuevo haz, debe determinarse su accesibilidad en ese momento según la topología de la red. Si esta comprobación es negativa, se pasa a la siguiente dirección.

Si no puede encontrarse acceso a ninguna de las direcciones especificadas de acuerdo con la estrategia prescrita, empieza otra vez el proceso; esta vez no se tiene en cuenta el umbral de disponibilidad de enlaces, siempre que haya al menos un enlace libre en el haz. Si no puede alcanzarse ninguno de los haces de enlaces, se rechaza el encaminamiento a ese destino.

Comprobación de la accesibilidad de las direcciones

El proceso de encaminamiento determina finalmente el camino interno que hay que asignar a la llamada en curso. La técnica de conmutación PENTACONTA ofrece la selección conjugada para conectar las secciones primaria y secundaria de un elemento de selección de grupo dentro de la misma etapa de selección. El sistema de traducción centralizada extiende este concepto a toda la matriz de conmutación verificando la disponibilidad de los haces de enlaces

de salida y de enlaces intermedios. La principal ventaja es una reducción del número de intentos fallidos; una ventaja secundaria es el equilibrio del tráfico, ya que el encaminamiento es el resultado de un completo análisis en tiempo real del estado de la matriz.

Cada uno de los enlaces de un haz podría estar multiplado a las etapas primera y segunda de la matriz, aunque los enlaces de cada haz no estén multiplados en la misma forma.

En esta flexible arquitectura se consigue el control de la red en tiempo real registrando el número de enlaces disponibles para cada combinación de dirección y bloque de la matriz. La verificación de la accesibilidad a los haces conectados a la primera etapa se hace leyendo el número de enlaces de salida disponibles conectados al bloque del cual procede la llamada. Si este número supera un umbral prefijado, se procesa la llamada encaminándola por la primera etapa; de lo contrario, se comprueba la accesibilidad de todas las combinaciones de dirección y bloque de conmutación o haces de la segunda etapa.

Estas cifras se combinan con las de accesibilidad de los haces de enlaces entre etapas correspondientes y se compara la cifra más baja de cada pareja con la accesibilidad de la primera etapa; finalmente se encamina la llamada hacia el haz más accesible de la segunda etapa.

Si la disponibilidad de los haces de la segunda etapa es igual o menor que la de la primera, la llamada se encamina por la primera etapa sin tener en cuenta el umbral, siempre que haya al menos un enlace libre. Si todas las comprobaciones dan resultado negativo, se considera que la dirección no es accesible.

Definición de los códigos de marcaje y órdenes de encaminamiento

Una vez fijados los encaminamientos interno y externo de la llamada, se determinan los códigos de marcaje co-

rrespondientes. Sin embargo, hay que observar aquí cómo se ha superado otra limitación de las centrales PENTA-CONTA. Los marcadores de la matriz de conmutación sólo pueden aceptar un máximo de 100 códigos de marcaje. Consideraciones de fiabilidad y explotación han limitado la definición e identificación de los diferentes juegos de códigos de marcaje a un máximo de cuatro, lo que da un total de 400 códigos de marcaje en toda la central.

El sistema de traducción centralizada amplía este límite hasta un máximo teórico de 2.000 códigos asignando un juego de códigos de marcaje a cada grupo de bloques de conmutación. Los grupos de bloques de conmutación se definen de la siguiente manera: la matriz de la primera etapa está dividida en cuatro grupos (dos para la sección de entrada y dos para la de salida) y la segunda etapa en dieciséis grupos (ocho para la sección de entrada y ocho para la de salida). Cada grupo se identifica utilizando información topológica, de modo que pueden emplearse 20 juegos diferentes de códigos de marcaje; si una dirección está incluida en más de un juego de códigos, entonces el número máximo de direcciones que pueden marcarse es inferior a 2.000.

Una tabla da el código de marcaje a partir de la información de la dirección y del juego de códigos.

Después de completar el proceso de encaminamiento con éxito, si hay que registrar información de la llamada para su tarificación, se pasan todos los datos pertinentes a la función administrativa de tarificación. Después la UTE recibe el resultado del tratamiento de la llamada, junto con el código de marcaje y otras informaciones auxiliares, si hay que encaminar la llamada.

Función de recogida de datos

La recogida de datos corre a cargo de cierto número de módulos de programación que hacen pleno uso de las unidades de recogida de datos. Estas pueden trabajar en dos modos: estático y dinámico. El primero, que sólo se adopta a petición, consiste en el envío secuencial de información de estado relativa al número solicitado de terminales de captación en formato binario. El segundo modo permite a la unidad responder a la variación de estado de cualquiera de un máximo de 10.000 terminales preparando y enviando un mensaje con la identidad del terminal (subdividida en banco, placa y terminal) y el nuevo estado, indicando el sentido del cambio.

Estos terminales se utilizan para detectar dos estados telefónicos: disponibilidad para los enlaces de salida y entre etapas, y conversación para los enlaces de llegada. Para un tratamiento más sencillo y más rápido sólo se asignan enlaces de la misma clase (entrantes, interetapa o salientes) a cada banco de 1.000 terminales.

Si la transición se produce en un terminal de un enlace de llegada, se envía el oportuno mensaje a la función de tarificación junto con la información horaria (hora, minuto y segundo) relativa al cambio.

Se realizan controles para comprobar que no se aceptan mensajes que violen un cambio de estado (p. ej.: dos ceros o dos unos consecutivos). Análogamente se rechaza un mensaje de iniciación de conversación cuando se refiere a un enlace entrante para el que la función de traducción no recibió petición.

Por otra parte, el tratamiento de los terminales de enlaces de salida supone la actualización de los correspondientes registros de disponibilidad de enlaces; esto se hace verificando para cada terminal el estado del enlace correspondiente (en servicio o fuera de servicio, disponible o no), la dirección (haz de salida) y la conexión topológica (bloques de la matriz donde está conectado el enlace).

La posibilidad de conectar a la matriz cada enlace de un haz de salida con una topología individual, permite un grado de libertad determinante para la óptima utilización de la red de conmutación.

El tratamiento de los enlaces de salida incluye, por tanto, el control de congruencia del equipo y la actualización (sumando o restando uno) del registro de disponibilidad de la dirección, y de los registros de disponibilidad de todos los bloques de conmutación y direcciones implicados. Se procede de forma similar para los cambios en los terminales de los enlaces intermedios.

El modo estático se emplea para la puesta en marcha del sistema o durante posteriores arranques totales o parciales, y para funciones de diagnóstico.

Función administrativa de tarificación

La introducción del servicio automático para las llamadas originadas en Italia y dirigidas a la red intercontinental precisa el registro, en cinta magnética, de la información de tarificación correspondiente. Esta característica proporciona la información básica para el reparto de ingresos entre las compañías internacionales de explotación implicadas.

Los datos se procesan fuera de línea en el centro de proceso de datos de Italcable, donde se analizan las cintas y se decodifican los datos de las llamadas, de acuerdo con el contenido de la cinta y datos prefijados en los procesadores del centro. Para cada llamada se detectan cinco grupos de datos:

Tipo de servicio: diversos tipos de servicio pueden utilizar los mismos enlaces de llegada, que están sujetos a diferentes criterios de tarificación (por ejemplo, abonados, abonados especiales, Datel, tránsitos europeos). Esta información se detecta también en el sistema de traducción centralizada para realizar el encaminamiento adecuado, como ya se ha descrito.

Origen: para facilitar a la Administración italiana datos detallados de tarificación hay que dar la identidad de la central de procedencia. La identificación del haz de llegada también permite comprobar las tasas de enlaces ocupados establecidos por otras administraciones.

Destino: hay que proporcionar los prefijos de zona marcados, aunque el sistema de traducción centralizada sólo utiliza el destino, o prefijo del país, para el encaminamiento. Esta exigencia se debe a la introducción de nuevas normas de tarificación que suponen el envío directo de los ingresos correspondientes a todas las administraciones implicadas, en lugar de enviarlos a aquella con la que se tiene conexión directa.

Encaminamiento: es necesario tener una indicación de la central conectada directamente a la de Acilia (destino), junto con el tipo de toma (terminal o tránsito). La infor-

mación del haz de enlaces (dirección) escogido permite la identificación de servicios y tarifas especiales (conmutación de datos, acceso bajo demanda, etc.).

Coste: este grupo final incluye los datos necesarios para determinar el cargo correspondiente a la llamada. Hay que combinar la duración de la llamada con la tarifa apropiada: ésta se determina en el centro de proceso de datos en base a las cifras de selección y a las horas de comienzo y final de la conversación. Cuando el número de llamadas afecta también a la tarifa, hay que detectar las llamadas *sin respuesta* para poderlas diferenciar de los reintentos de llamada realizados automáticamente por el registrador de la central PENTACONTA, que podrían ser interpretadas como enteramente nuevas llamadas si no fuesen adecuadamente marcadas.

La función de traducción proporciona la información de

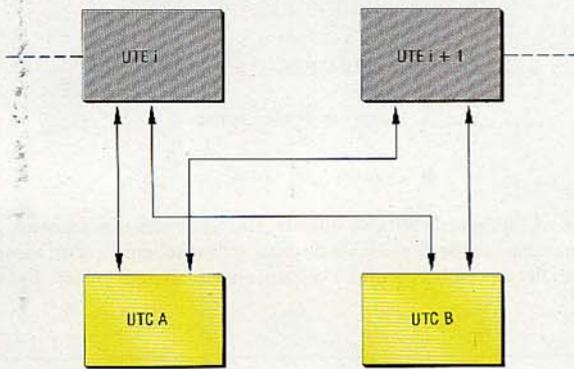


Fig. 3 Duplicación de las unidades traductororas electrónicas indicando las conexiones con las unidades traductororas centralizadas duplicadas.

identificación de la llamada, mientras que la función de recogida de datos da las horas de comienzo y fin de la conversación. La gran cantidad de datos a recopilar, junto con la limitada memoria disponible, ha obligado a registrar los mensajes de los eventos en tiempo real. A cada llamada corresponden hasta tres mensajes sucesivos no consecutivos, encaminamiento, comienzo y fin relacionados entre sí por la identidad del enlace de llegada.

Los programas de facturación realizan también verificaciones de congruencia (los tres eventos de cada llamada deben aparecer en su orden) y envían alarmas a la consola en caso de fallo. También se registran en cinta mensajes falsos de corrección o relleno para facilitar su posterior tratamiento.

Las cintas registradoras están diseñadas para funcionar 24 horas; el operario puede prefijar la hora en que se cambian las unidades para proceder a la sustitución de la cinta. También se produce el cambio de cintas automáticamente cuando se detecta que una unidad tiene un fallo.

Organización de la redundancia

Como cualquier sistema público de conmutación, el sistema de traducción centralizada debe tener una elevada disponibilidad. Esto se ha conseguido mediante duplica-

ción en todos los subsistemas y reserva múltiple, lo que permite la supervivencia del sistema aun cuando haya unidades defectuosas en todos los subsistemas.

La duplicación de las UTE's consiste en tener dos unidades, trabajando en reparto de carga, para cada bloque de registro. En caso de fallo, o cuando hay una llamada de mantenimiento, una unidad cursa todo el tráfico, lo que produce un ligero aumento del tiempo de espera durante las horas pico. Esto es consistente con los procedimientos adoptados en PENTACONTA para el equipo centralizado.

El equipo PENTACONTA realiza la distribución de las llamadas, dirigiendo todo el tráfico, en caso de fallo, a la unidad restante.

Para que no se pierdan llamadas, debe impedirse el acceso a la UTE tan pronto como aparece un fallo. Esto se consigue de tres modos:

- Un temporizador de vigilancia en cada UTE provoca automáticamente la puesta fuera de servicio, si no se produce su actualización cada 100 ms más o menos; esto detecta cualquier parada o puesta en bucle del procesador.
- Los programas de supervisión de la UTE arrancan un temporizador antes de pasar el control a cualquier programa de aplicación. Si vence la temporización, se provoca una interrupción de alta prioridad, generada en las rutinas de gobierno del reloj, lo que a su vez da lugar a un arranque automático de la unidad. Esto salva los fallos del temporizador de vigilancia que pueden producirse debido a un ajuste incorrecto de una de las varias temporizaciones necesarias para controlar la intercomunicación con el equipo PENTACONTA centralizado siguiendo el protocolo de subordinación.
- El autodiagnóstico del equipo PENTACONTA de interfaz provocará que un fallo reinicialice el temporizador de vigilancia, lo que da lugar indirectamente a una pérdida de disponibilidad (la acción directa podría ser ineficaz a causa de los fallos del equipo).

Estas protecciones están diseñadas para responder a fallos del equipo y de la programación, siendo estos últimos defectos ocultos de los programas o datos o indicadores incorrectamente introducidos. La configuración de la programación puede considerarse que es resistente, es decir que puede superar sus propios fallos.

La UTC está completamente duplicada, realizando cada unidad por separado todas las tareas y cursando todo el tráfico. Cada UTE envía las peticiones de traducción para todas las llamadas a las dos UTC's y compara las respuestas (Fig. 3). Si éstas son idénticas, la UTE ejecuta inmediatamente la tarea; si son diferentes, se efectúan verificaciones de congruencia. Cada UTC envía con el código de marcaje correspondiente el código de marcaje que hubiera producido la UTE si estuviera trabajando en el modo independiente.

La UTE también procesa la llamada y obtiene este último código independientemente, lo que le permite comprobar si la UTC ha analizado correctamente las cifras de selección y otras informaciones, dando en consecuencia una respuesta congruente.

Si las dos UTC's dan respuestas congruentes, pero diferentes, todas las UTE's pares eligen una respuesta y todas

las UTE's impares la otra. Esto puede suceder, ya que las URD's (unidades de recogida de datos) y las UTC's no son síncronas y los datos de disponibilidad pueden estar registrados en una secuencia ligeramente distinta, dirigiendo por ello el tráfico a diferentes partes de un haz. Los procedimientos adoptados permiten manejar correctamente estas situaciones anómalas pero perfectamente legítimas.

También hay redundancia en el mensaje de petición de traducción: el código de destino deducido se envía junto con las cifras de selección recibidas, proporcionando a la UTC una forma de comprobar el correcto funcionamiento de las UTE's.

La moderna técnica de tener unidades duplicadas con controles exteriores al subsistema al cual pertenecen, elimina el problema de definir un árbitro supremo de los sistemas duplicados tradicionales. Mejora la disponibilidad del sistema de dos maneras: ofrece un respaldo inmediato (duplicación) y proporciona un control continuo del equipo y de los programas (comprobación por comparación).

La función de tarificación tiene un registro duplicado completamente independiente. Además, como cada UTC tiene dos unidades de cinta, el fallo de una unidad y los procedimientos de cambio de cinta se tratan independientemente en cada UTC.

En cuanto al contenido de la cinta debe recordarse que la decisión final de encaminamiento pertenece a las UTE's, de modo que las UTC's no pueden estar seguras del encaminamiento dado a la llamada. Se ha obviado este problema proporcionando la confirmación del código de marcaje de la llamada anterior siempre que una UTE inicia un mensaje de petición de traducción; se evita una operación separada para no sobrecargar el sistema.

Un contador en anillo de la UTE numera progresivamente los mensajes, con lo que permite a las UTC's detectar pérdidas de mensajes. También se numeran las llamadas, de forma que registros diferentes disponen de una clara identificación de las llamadas para facilitar la comprobación por comparación fuera de línea.

La función de recogida de datos está totalmente duplicada para cada terminal; los eventos se transmiten a los dos lados de la UTC mediante equipo independiente. Canales de reserva permiten la transferencia en línea en caso de fallo (ver la figura 4).

Todos estos factores, junto al hecho de que el comportamiento del sistema no se ve afectado por el fallo de una UTE en cada bloque de registro, confirman que se ha conseguido el objetivo de un sistema resistente frente a fallos en todos los subsistemas.

Funciones auxiliares

El núcleo del sistema de traducción centralizada está representado por las funciones de traducción, recogida de datos y tarificación. Sin embargo, además de estas funciones principales, el sistema debe ejecutar una amplia gama de funciones auxiliares, tales como diagnósticos, actualización de la base de datos, recopilación de estadísticas del sistema, etc., que facilitan el control y la explotación de éste.

Los programas de comunicación hombre-máquina

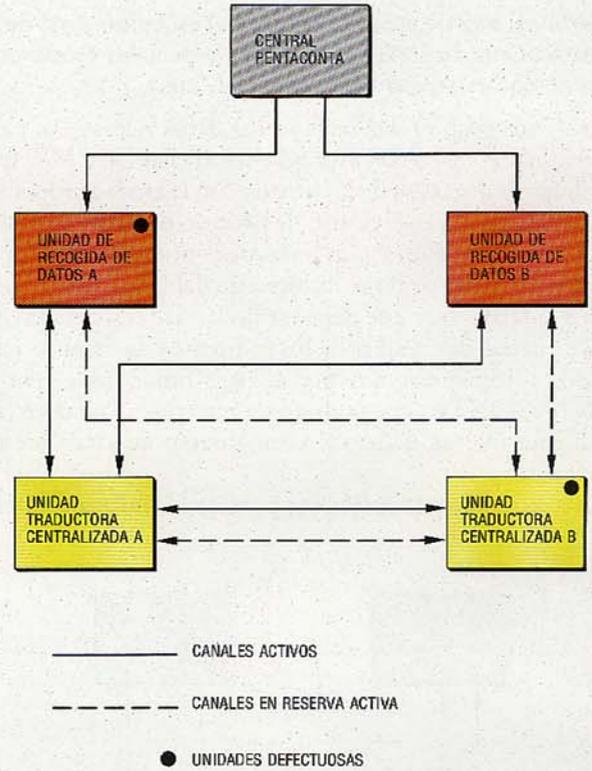


Fig. 4 Diagrama de bloques que muestra las conexiones entre los subsistemas duplicados de recogida de datos y de traductores centralizados. Los canales de reserva permiten la transferencia en línea en caso de fallo.

constituyen la clave de la ejecución de esas funciones, ya que representan el interfaz entre las funciones del sistema y el control humano. El sumo cuidado que requiere la intervención humana en un sistema complejo con control en tiempo real, tal como el sistema de traducción centralizada, exige un control riguroso del sistema sobre los mensajes de entrada del operador. Por ello, sólo puede accederse al sistema a través de las consolas utilizando un protocolo rígido orientado hacia la protección del sistema que ignora todos los mensajes de entrada del operador que no siguen este protocolo.

Dos conceptos importantes en la realización de este protocolo son el acceso restringido y la entrada conducida. Acceso restringido quiere decir que sólo los operadores que teclean contraseñas secretas pueden acceder al sistema, pedir servicios y obtener respuestas. La entrada conducida significa que el interfaz hombre-máquina está controlado paso a paso por el sistema; a cada paso se comprueba la corrección de las órdenes y se rechazan todas las peticiones que parezcan incorrectas.

Una vez que el operador tiene acceso al sistema, éste le dirige en la formatación de los mensajes de petición, siguiendo un patrón secuencial, mediante declaraciones legibles en forma de preguntas. Respondiendo a las sucesivas preguntas, el operador se ve guiado paso a paso hasta que la función deseada puede ejecutarse. Se ha puesto atención en asegurarse de que los criterios de acceso para diferentes tipos de operaciones sean similares para simplificar el entrenamiento.

Las funciones de comunicación hombre-máquina pueden dividirse en funciones bajo demanda y funciones automáticas (alarmas). El operador pide las primeras de acuerdo con los criterios correspondientes y se utilizan para cambiar información de la base de datos o simplemente para proporcionar información. Las funciones de cambio se emplean para poner en servicio o fuera de servicio equipos (como enlaces de llegada o de salida) o modificar sus características (categoría, haz, etc.). También se pueden poner en servicio o fuera de servicio unidades del sistema de traducción centralizada.

La actualización de la base de datos se efectúa primero en la UTC conectada a la consola activa; se transfiere luego la información actualizada a la otra UTC y, finalmente, a las UTE's afectadas.

Las funciones de información se emplean para proporcionar información de topología o sobre el estado del equipo. Como estas funciones no implican actualización alguna, pueden ser realizadas independientemente por cualquier lado del subsistema de traducción centralizada.

Las funciones de alarmas son ejecutadas automáticamente por cada UTC independientemente; proporcionan información sobre anomalías producidas en el equipo PENTACONTA o en el sistema de traducción centralizada en base a la detección de errores que realizan los programas de las funciones principales y los de mantenimiento preventivo. Los mensajes de alarma tienen prioridad frente a las funciones pedidas por el operador.

Terminales del sistema

Los terminales de comunicación hombre-máquina del sistema de traducción centralizada (Fig. 5) comprenden una consola del sistema para cada UTC, una consola de operación, y una pantalla con impresora. La UTC de reserva cuenta también con una consola y una impresora.

Las consolas del sistema son teletipos que se utilizan para operaciones de gobierno del procesador, como instalación de cintas y discos, alteración de la prioridad de los programas y ejecución de pruebas de diagnóstico. Como estos terminales están bajo el control directo del sistema operativo, los operadores tienen que tener algún conocimiento de éste.

Se permite el acceso a las consolas al personal de operaciones para el mantenimiento del sistema de traducción centralizada, al personal de entretenimiento de los teletipos, y a los diseñadores de programas para la modificación, instalación y prueba de éstos.

La consola de operación, que es del mismo tipo que las demás del sistema, está reservada para operaciones telefónicas tales como:

- obtención de información sobre la configuración del sistema de traducción centralizada, la configuración de la red de conmutación y las órdenes de cambio relativas a ellas
- obtención de información y órdenes de cambio relativas a los procesos de encaminamiento
- obtención de información y órdenes de cambio relativas a las estrategias de prohibición, en relación con la accesibilidad del destino final para la categoría del servicio de la llamada, si la central puede establecer conexiones en-

tre las centrales de origen y destino (restricciones de tráfico), y, para llamadas en tránsito, si el destino final puede alcanzarse por la central saliente.

Esta consola se controla con lenguaje de comunicación hombre-máquina y, por tanto, puede ser utilizado por personal sin experiencia de programación. Su acceso está permitido al personal técnico de la central de Italcable.

La consola de reserva tiene las mismas características de las consolas del sistema. Además, se emplea para las siguientes tareas:

- desarrollo de programas para las UTC's y las UTE's bajo control del sistema operativo
- gobierno a distancia de la UTE usando el lenguaje de comunicación hombre-máquina para carga de programas, estadísticas y envío de alarmas.

Cuando se utiliza para el segundo grupo de tareas el protocolo adoptado simula un terminal conectado directamente a una UTE; puede usarse de esta forma si surge alguna emergencia o necesidad de mantenimiento local.

La impresora asociada a la consola de reserva se emplea en la realización de las funciones de la UTC de reserva.

El terminal de tráfico es un terminal inteligente que consta de pantalla e impresora. Los técnicos de tráfico tienen acceso a ella para recoger informaciones de tráfico e introducir opciones prefijadas de rutas alternativas. Más detalladamente, este terminal se utiliza para registrar, procesar, formatear y presentar información sobre:

- el plan de encaminamiento en vigor (incluyendo los cambios de encaminamientos a horas prefijadas)
- las rutas alternativas válidas para cada destino final
- la presentación en tiempo real de la disponibilidad de los haces de salida
- la presentación del índice de calidad de servicio.

Durante las emergencias el terminal de operación dispone de las funciones del terminal de tráfico (solo órdenes).

El uso del terminal de tráfico no exige experiencia en programación; lo utilizan expertos del servicio telefónico

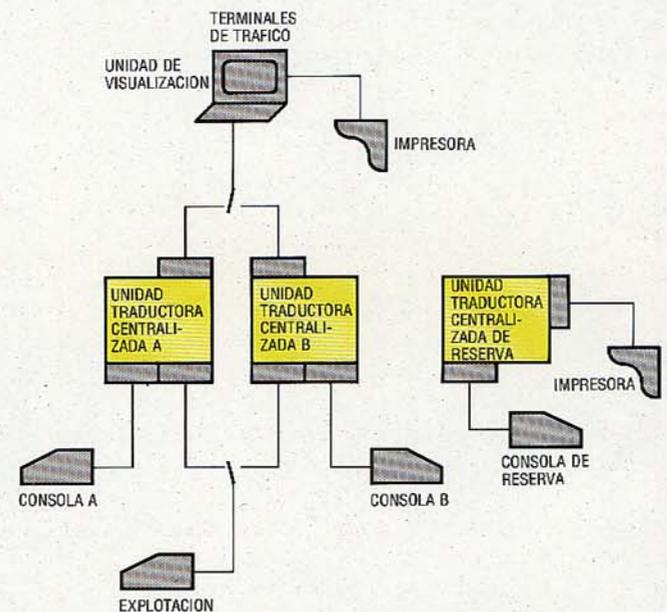


Fig. 5 Comunicación hombre-máquina con el sistema de traducción centralizada.

capaces de juzgar los efectos de abrir y cerrar rutas alternativas sobre la calidad del tráfico y la capacidad del equipo de conmutación y que pueden comprender las implicaciones administrativas de tales decisiones.

Conclusiones

El sistema de traducción centralizada es una forma flexible y económica de dotar a la central PENTACONTA de Acilia con algunas de las modernas características que están pidiendo ya abonados y administraciones. Está constituido por unidades independientes controladas por microprocesador, interconectadas con equipo PENTACONTA convencional de conmutación electromecánica. La arquitectura del sistema, que incluye una amplia duplicación, garantiza la continuación del funcionamiento aun en el caso improbable de que falle una unidad en todos los subsistemas.

Federico Laliccia nació en Roma, Italia, en 1942. Se graduó en ingeniería electrónica por la Universidad de Roma en 1968 e ingresó entonces en la División de Comunicaciones de ITT Canadá en Ontario, donde trabajó como ingeniero de desarrollo en los campos de comunicaciones privadas y sistemas de teclado. En 1973 se incorporó a FACE Sud como adjunto técnico para comercialización, principalmente en el campo de la conmutación pública. Tres años después pasó a LCF (Laboratorio Centrale FACE) donde ahora es director de sistemas digitales, con responsabilidad en las actividades del laboratorio relativas a sistemas de conmutación públicos y privados, aparatos telefónicos y comunicación de datos.

Maurizio Mayer nació en Roma, Italia, en 1948. Se graduó en ingeniería electrónica por la Universidad de Roma en 1973, después de lo cual ingresó en GTE, donde trabajó en el Laboratorio de Investigación de Conmutación de Milán. En 1974 pasó al departamento de planes e ingeniería de Italcable (la empresa privada italiana concesionaria de las comunicaciones intercontinentales) donde está trabajando actualmente en sistemas de conmutación telefónica. Ha participado en el proyecto por parte de Italcable desde la fase de especificación del sistema de traducción centralizada.

Sistema electrónico de traducción centralizada: Estructura del equipo

El diseño del equipo del sistema de traducción centralizada para la central intercontinental de Acilia incorpora muchas de las ventajas de las filosofías del control centralizado y del control distribuido. El nuevo sistema se interconecta con la central electromecánica a nivel de los traductores. El control por microprocesador permite que la central modernizada ofrezca muchos nuevos servicios, y la amplia duplicación y las facilidades de autoverificación garantizan su fiabilidad y rápida reparación.

C. P. MAGGIO

Laboratorio Centrale FACE, Pomezia, Italia

Introducción

Uno de los más importantes objetivos de los diseñadores del sistema de traducción centralizada fue lograr un desarrollo que tuviera todas las ventajas de un sistema centralizado pero careciera de sus principales defectos.

Si examinamos la evolución del control centralizado, vemos que, después de una época en que estos sistemas se ampliaron hasta una enorme capacidad, los fabricantes empezaron a substituir la filosofía del control centralizado por las filosofías del control distribuido y de las funciones distribuidas. Entre los motivos de introducir estas nuevas filosofías se cuentan una mayor fiabilidad del sistema y una mejor distribución de las funciones operacionales internas. El precio que hay que pagar para conseguir este objetivo es una mayor estructura del equipo y un mayor intercambio de información entre las unidades.

El sistema que se describe aquí ha sido diseñado de forma que incluye las ventajas de ambas filosofías. Mayor fiabilidad del sistema, degradación gradual, en lugar de rápida, del sistema como consecuencia de un fallo, y mayor fiabilidad de instalación y mantenimiento son ventajas de la filosofía de control distribuido; y mayor rapidez en el control y el tratamiento de las funciones operacionales, son ventajas de la filosofía del control centralizado.

Además, el sistema traducción centralizada ha sido diseñado para minimizar las modificaciones en la central PENTACONTA* y reducir las pérdidas de tráfico durante la instalación y el coste.

Estructura del equipo del sistema

La figura 1 muestra el diagrama de bloques de la central intercontinental de Acilia. La central está diseñada de forma que puede ser ampliada añadiendo unidades de control central y ampliando los conmutadores de grupo. Las unidades de control centralizado consisten en bloques de registro, cada uno de los cuales puede atender a un máximo de 784 enlaces de llegada. La central intercontinental de Acilia tiene 10 bloques de registro, cada uno de los cuales consta de los siguientes órganos: 28 buscadores intermedios, 8 buscadores de registrador, 48 registradores, 16 conectadores de selección, 2 conectadores de traductor y 2 traductores.

El bloque de registro funciona en la forma siguiente. El enlace de llegada se conecta, a través del buscador intermedio y del buscador de registrador, a un registrador libre, que recibe todos los datos relativos a la llamada; el regis-

* Marca registrada del sistema ITT

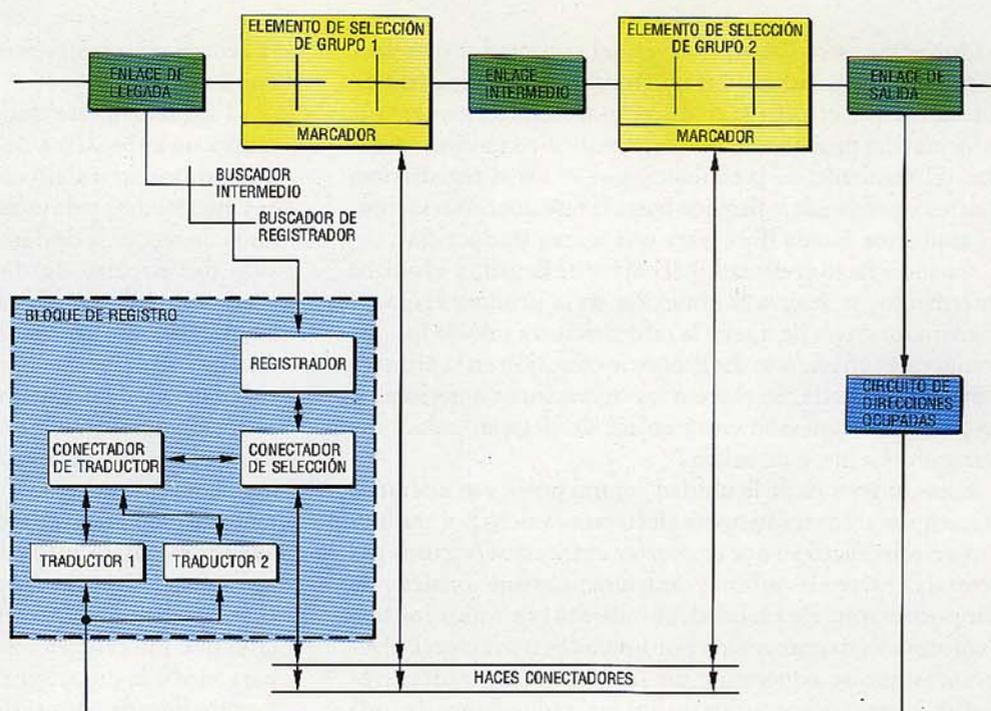


Fig. 1 Diagrama de bloques de la central PENTACONTA intercontinental de Acilia en Roma.

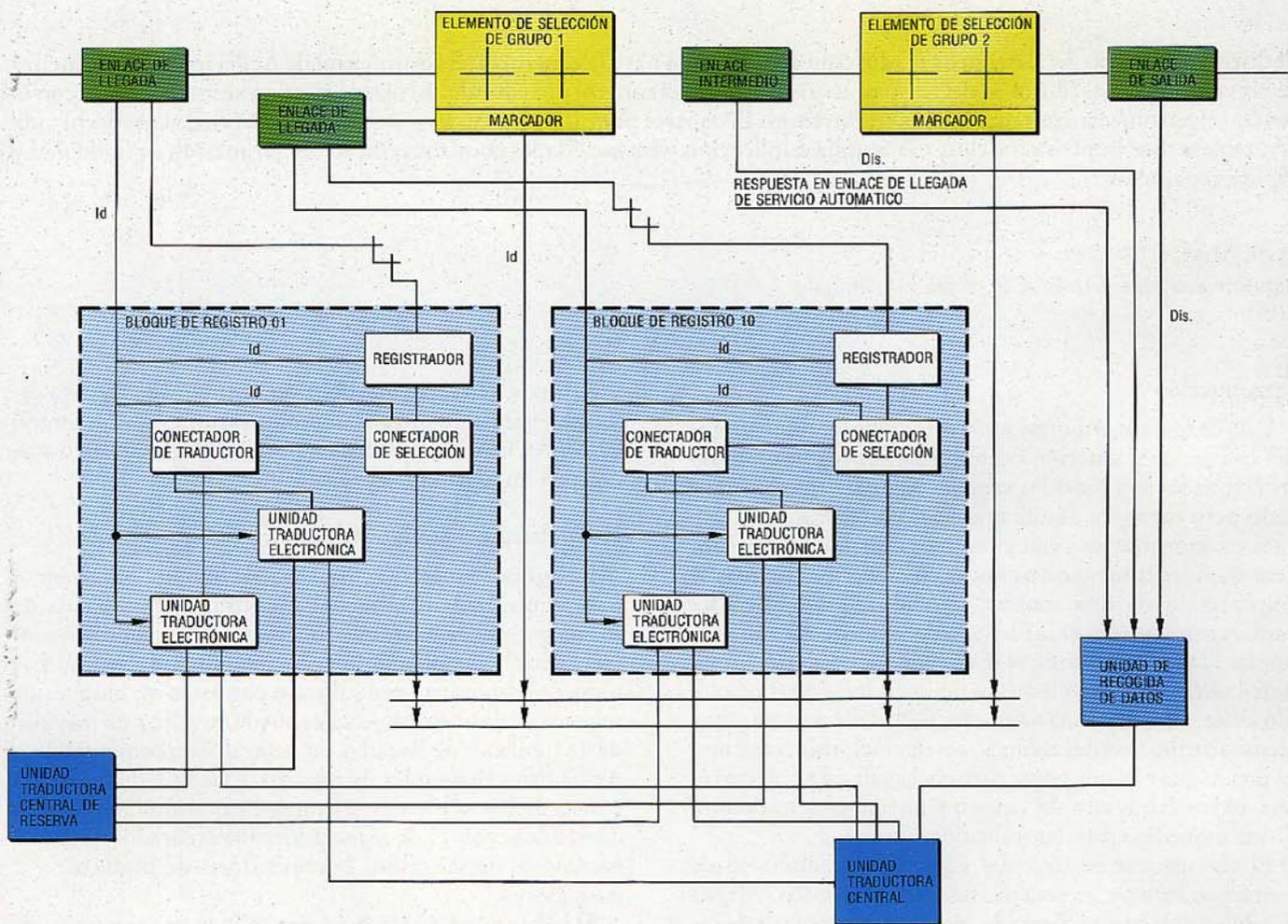


Fig. 2 Conexión del nuevo sistema electrónico de traducción centralizada indicando la sustitución de los traductores electromecánicos convencionales por las nuevas unidades traductoras electrónicas.
 Id - hilo de identificación Dis - disponibilidad

tradador envía estos datos, a través del conector de selección y del conector de traductor, a uno de los dos traductores, que efectúa la traducción teniendo en cuenta la información procedente del circuito de direcciones ocupadas. El resultado de la traducción se envía al registrador, que hace progresar la llamada hasta la fase de conversación. El traductor queda libre para una nueva traducción.

Cuando están conectados el enlace de llegada y el enlace intermedio, se realiza la conexión en la primera etapa; el registrador envía de nuevo la información a uno de los dos traductores añadiendo detalles de la conexión en la primera etapa ya realizada. Se repiten las operaciones anteriores y se efectúa la conexión entre enlace de llegada, enlace intermedio y enlace de salida.

Estas funciones de la unidad central no se ven alteradas al reemplazar los traductores electromecánicos por traductores electrónicos ya que el interfaz entre estos órganos y la central conserva las mismas características funcionales y de temporización. En realidad, se substituyen todos los traductores electromecánicos por unidades traductoras electrónicas que se conectan a un subsistema de traductores centralizados; éste no sólo realiza las traducciones de toda

la central sino también otras funciones que se describen a continuación.

El subsistema de traductores centralizados está conectado a un subsistema de recogida de datos en tiempo real que proporciona datos sobre la disponibilidad de los enlaces intermedios y de salida de toda la central. Así, el subsistema de recogida de datos es esencialmente una nueva versión del circuito de direcciones ocupadas. La figura 2 muestra un diagrama de bloques del sistema de traducción centralizada incorporado a la central PENTACONTA de Acilia.

Un enlace de llegada, un registrador y un conector de selección pertenecientes a un bloque de registro se conectan a la unidad traductora electrónica del mismo bloque mediante hilos de identificación (Id). Además, el subsistema de recogida de datos explora el enlace de llegada que atiende el tráfico automático entre abonados para detectar la respuesta. La primera conexión se utiliza para identificar el enlace de llegada, el registrador y el conector de selección que intervienen en la llamada; la otra conexión sirve para medir la duración de la conversación a través del enlace de llegada para tráfico automático entre abonados.

Utilizando estas conexiones se puede aumentar las posibilidades de encaminamiento y realizar el proceso administrativo de la tarificación.

Por razones de fiabilidad la unidad traductora centralizada y la unidad de recogida de datos están duplicadas. El sistema cuenta con un tercer miniprocésador que se utiliza normalmente como cargador de programas y multiplexor de salida impresa para las unidades traductoras electrónicas. En caso de avería en el equipo, difícil de reparar, puede usarse como fuente de repuestos para la unidad traductora centralizada. En tal caso, las funciones de carga e impresión para las unidades traductoras electrónicas pueden realizarse localmente con una lectora de cinta de papel y una pantalla.

Traductor con microprocesador

El subsistema de traductores electrónicos es la unidad más importante del sistema de traducción en cuanto a sus funciones operacionales y de prueba, y a su modularidad. Estas características permiten que el sistema se instale por fases; su modularidad garantiza la fácil adecuación del sistema a la capacidad de la central, así como su ampliación a medida que se amplía la central.

Las funciones que realiza el subsistema de traductores electrónicos se clasifican en dos grupos: funciones operacionales y funciones de pruebas. En el primer grupo están todas las funciones de interconexión entre el bloque de registro y el subsistema de traductores centralizados, tales como:

- recogida de datos del bloque de registro
- conversión de datos del código de la central al código de las unidades traductoras electrónicas
- intercambio de datos con el subsistema de traductores centralizados
- envío de datos al bloque de registro.

En el segundo grupo están todas las funciones que el subsistema de traductores electrónicos realiza para detectar fallos propios y en las unidades con las que trabaja, tales como:

- pruebas cualitativas y cuantitativas de la información que recibe del bloque de registro
- pruebas de temporización de las funciones operacionales
- pruebas de la información que recibe del subsistema de traductores centralizados mediante el proceso interno de los datos recibidos del bloque de registro.

Debe recordarse que las operaciones de proceso que efectúa este subsistema son traducciones reales. No se ejecutan de igual forma que en el subsistema de traductores centralizados (el traductor electrónico sólo controla datos relativos a una pequeña parte de la central) pero pueden utilizarse para comprobar si las traducciones del subsistema de traductores centralizados son razonables.

La figura 3 es un diagrama de bloques de la unidad traductora electrónica; el subsistema de traductores centralizados está constituido por dos unidades idénticas por motivos de fiabilidad. La unidad central (Fig. 4) consta de una UCP de 16 bitios por palabra con una memoria principal de 16 kpalabras, tres interfaces de línea serie y un interfaz paralelo.

Se escogió el modo de transmisión en serie a las unidades traductoras centralizadas duplicadas (y a la unidad de reserva) porque minimiza el número de conexiones con el subsistema de traductores electrónicos y elimina los circuitos distribuidor y receptor de línea que se necesita en la transmisión en paralelo.

La figura 5 es un diagrama de bloques del multiplexor que se usa para decodificar las órdenes que envía la unidad central del traductor electrónico y, según la orden que sea, enviar los datos a la central o a la unidad central. El interfaz entre la central PENTACONTA y el multiplexor sirve para cambiar el nivel de potencia de las señales procedentes del equipo PENTACONTA a los que requiere el subsis-

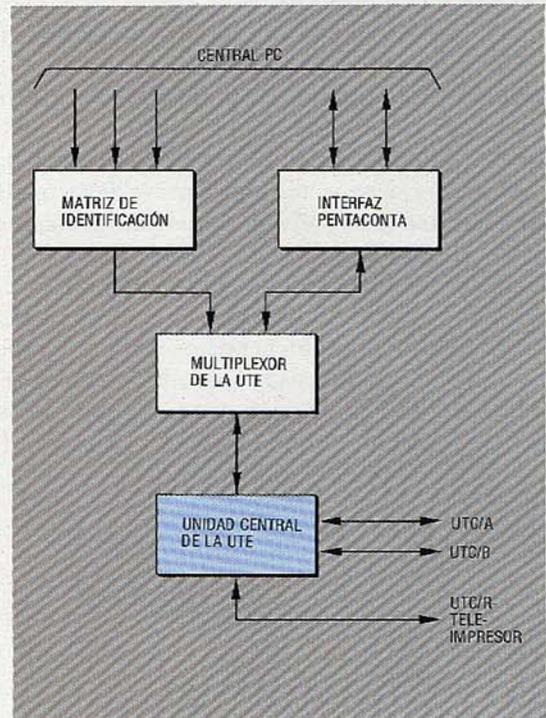


Fig. 3 Diagrama de bloques de la unidad traductora electrónica. El subsistema de traductoras electrónicas está constituido por dos grupos de diez unidades.

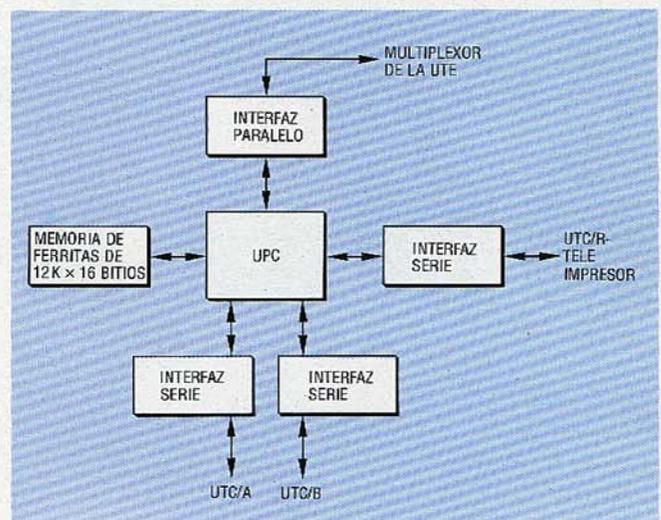


Fig. 4 Diagrama de bloques de la unidad central de una unidad traductora electrónica.

tema de traductores electrónicos, y viceversa. Para la función interfaz se utilizan relés, que también aíslan la central del subsistema de traductores electrónicos.

Cada unidad matricial de identificación cuenta con tres matrices de identificación que se utilizan para identificar el enlace de llegada, el registrador y el conector de selección que intervienen en la llamada. La matriz está estructurada en 28 grupos, cada uno con 28 entradas. El tamaño de la matriz depende del número de elementos que hay que identificar. Esto es posible gracias a una estructura modular que permite a la matriz crecer para trabajar con un máximo de 784 elementos. El resultado de la identificación se da en código 3 entre 7.

Subsistema de traductores centralizados

Este subsistema controla las traducciones de toda la central, supervisa el trabajo de todo el sistema y realiza funciones de tarificación.

Para efectuar las funciones de traducción el subsistema se conecta a las 20 unidades traductoras electrónicas del subsistema de traductores electrónicos para recibir datos de las llamadas, y se conecta al subsistema de recogida de datos para recibir datos relativos al estado de los enlaces intermedios y de salida.

La función administrativa de tarificación se lleva a cabo conectando los subsistemas de traductores centralizados y de recogida de datos para obtener datos sobre el tiempo de ocupación del enlace de llegada afectado; también se conecta a unidades de cinta magnética para registrar datos relativos a las llamadas automáticas entre abonados (por

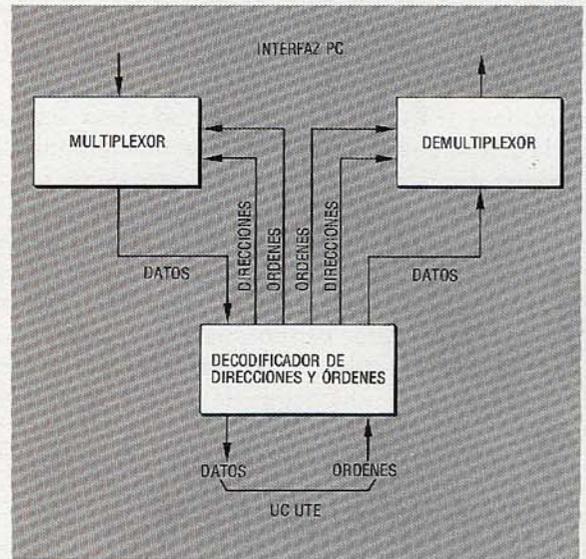


Fig. 5 Diagrama de bloques del multiplexor.

ejemplo: dirección, encaminamiento, horas de comienzo y fin de la conversación, etc.).

Para aumentar la fiabilidad del sistema, el traductor centralizado consta de dos unidades traductoras centralizadas que trabajan en una forma de duplicación activa; es posible cambiar, bajo control del operador, el modo de trabajo de la unidad traductora de activo/activo a reparto de carga. La

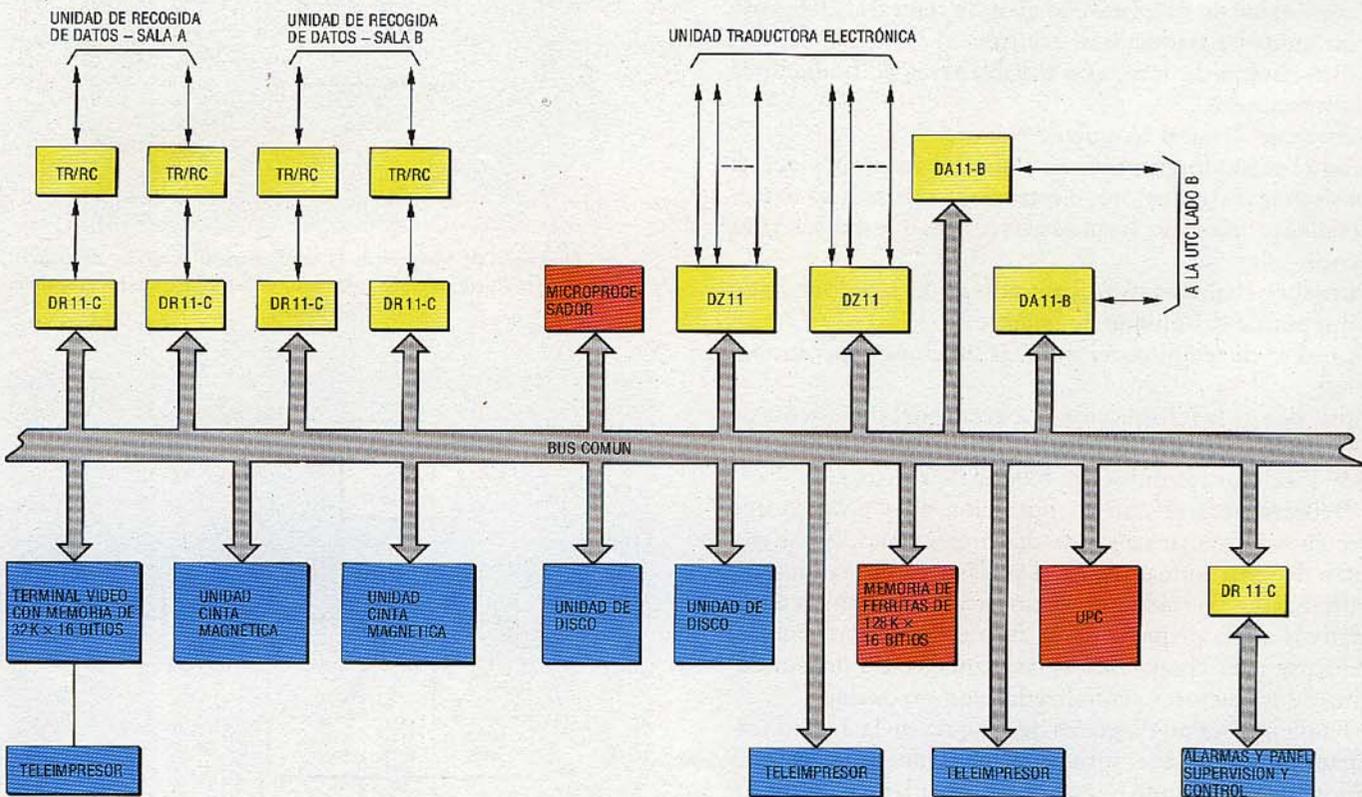


Fig. 6 Diagrama de bloques de un lado del subsistema de traductores centralizados.

comunicación entre ambos lados se hace por dos canales de transmisión de alta velocidad. La figura 6 muestra un lado del subsistema de traductores centralizados totalmente equipado con interfaces y periféricos.

Las 20 unidades traductoras electrónicas se conectan a las unidades centralizadas duplicadas mediante líneas serie; cada lado tiene 20 canales de este tipo. La velocidad de transmisión es de 9.600 baudios con un bucle de 20 mA de corriente. Estos canales pasan a través de dos interfaces DZ11 que almacenan los datos en una memoria intermedia; ésta es explorada por un microprocesador KMC11 que transfiere datos del interfaz a una zona programada de la memoria principal. El microprocesador llama a la unidad central de proceso mediante una interrupción cuando se han completado los datos de un canal. Este microproce-

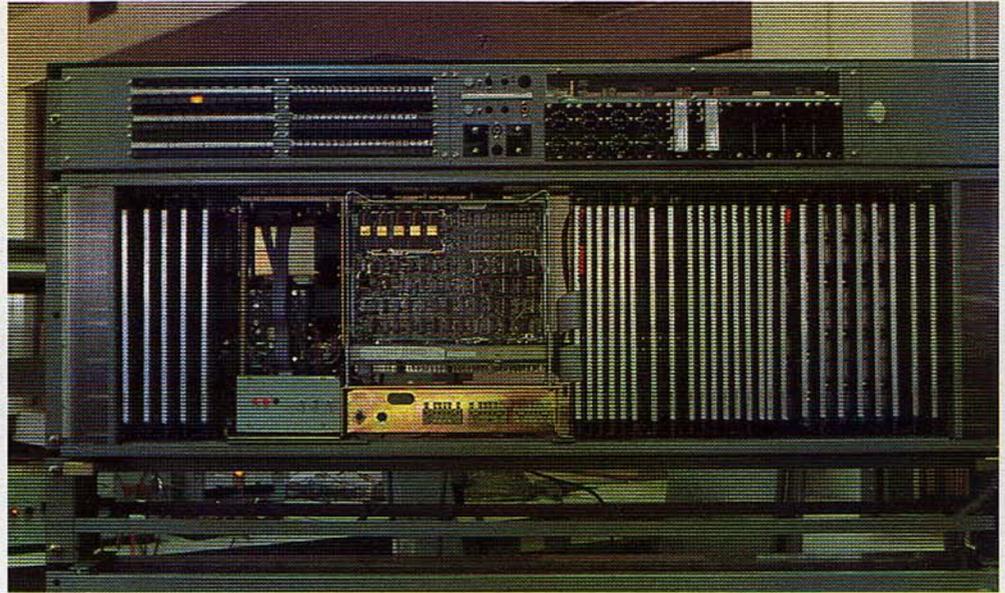
el mismo bus de datos. El sistema operativo está diseñado para proceso en tiempo real.

La comprobación y el control del sistema se hace a través de dos dispositivos de entrada-salida; uno se emplea como consola del sistema y el otro para ejecutar funciones telefónicas. Esto permite tener una documentación homogénea.

También hay una unidad de vídeo programable y un te-impresor conectados a cada lado del subsistema de traductores centralizados para el control a distancia de las rutas alternativas de las diferentes direcciones.

Subsistema de recogida de datos

El subsistema de recogida de datos explora la disponibilidad de los enlaces intermedios y de salida, explora el en-



Unidad traductora electrónica.

sador y este interfaz realizan también la transferencia de datos de las unidades traductoras centralizadas a las unidades traductoras electrónicas.

Cada lado del subsistema de traductores centralizados cuenta con dos unidades de discos, que se utilizan para arrancar de nuevo el sistema cuando es preciso y para cargar los programas no residentes (normalmente programas de utilidad). Cada lado tiene, además, una memoria principal de 128 kpalabras de 16 bitios.

La conexión al subsistema de recogida de datos se hace a través de unidades de interfaz paralelo y un amplificador diferencial debido a la distancia entre las unidades.

Las principales características de la unidad central de proceso son:

- longitud de palabra: 16 bitios
- máxima capacidad de memoria: 128 kpalabras
- direccionamiento por palabras y octetos.

Otra característica importante de este procesador es que puede tratar palabras de la memoria y registros periféricos utilizando las mismas instrucciones. Esto simplifica la transferencia de datos entre las unidades y permite emplear

lace de llegada de tráfico automático entre abonados para detectar la respuesta y envía, en tiempo real, cualquier variación con respecto a la exploración anterior.

La figura 7 muestra un diagrama de bloques de una unidad de recogida de datos, que es la mitad de un subsistema de recogida de datos; está dividida en cuatro unidades:

- Unidad de exploración, se interconecta con la central. Adapta los niveles de alto voltaje del equipo PENTA-CONTA al mucho menor nivel electrónico de los datos recogidos.
- Unidad de temporización y memoria de control, que proporciona las temporizaciones y las señales necesarias para la recogida de datos. También efectúa la discriminación entre los datos reales y el ruido (los datos sólo se admiten cuando se detectan en el mismo estado durante tres exploraciones consecutivas).
- Unidad de mantenimiento, que conecta el sistema de exploración con la unidad de transferencia en tiempo real. Suministra datos a esta unidad y comprueba el sistema de exploración bajo control de un operador.
- Unidad de transferencia en tiempo real, que envía datos

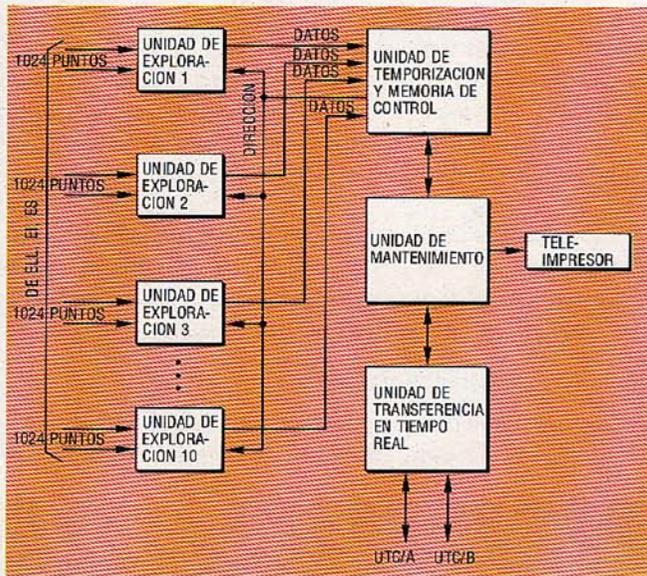


Fig. 7 Diagrama de bloques de una unidad de recogida de datos. Se equipan dos unidades por razones de fiabilidad.

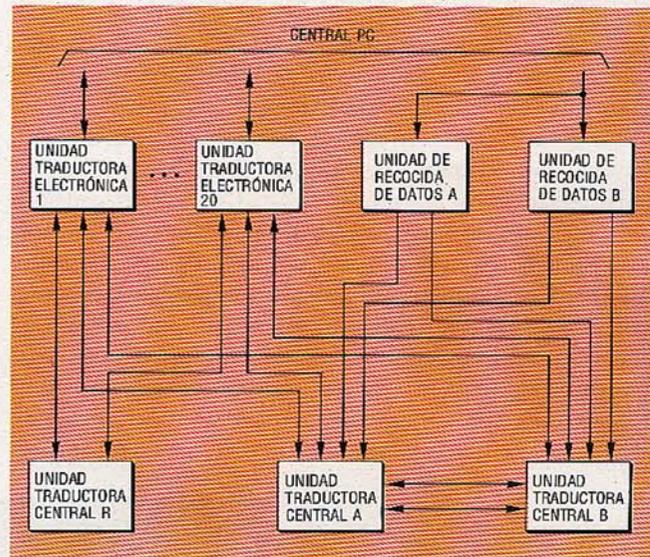


Fig. 8 Duplicación de los diversos subsistemas del sistema de traducción centralizada, con indicación de cómo puede funcionar éste aun en el caso de que haya fallos en varias unidades.

desde el sistema de exploración al subsistema de traductores centralizados de acuerdo con las órdenes recibidas y decodificadas.

Redundancia del equipo

Para obtener un sistema en el que uno o más fallos del equipo no puedan provocar una parada en el funcionamiento de la central, los diseñadores la dotaron de amplia redundancia. La unidad traductora centralizada y todos sus elementos están duplicados, así como el enlace entre procesadores que une los dos lados. Además, la unidad de recogida de datos está duplicada y cada lado tiene dos canales de conexión con las unidades traductoras centralizadas duplicadas.

La redundancia en las unidades traductoras electrónicas es la misma que en los traductores electromecánicos de la central PENTACONTA; cada bloque de registro está atendido por dos traductores que se reparten la carga.

La figura 8 muestra la duplicación existente en el sistema de traducción centralizada. Así se garantiza que el sistema pueda adoptar siempre una configuración de trabajo si los fallos del equipo corresponden a lados diferentes. En el caso improbable de que falle la unidad traductora centralizada, las unidades traductoras electrónicas pueden realizar las traducciones, pero sólo para las llamadas correspondientes al bloque de registro al que están asociadas.

Por otra parte, hay algunas redundancias de equipo para facilitar comprobaciones automáticas en caso de funcionamiento defectuoso del mismo. El subsistema de traductores electrónicos tiene canales de direccionamiento de datos que vuelven a enviar al subsistema central de proceso las direcciones y datos enviados a la central. La correspon-

dencia exacta entre estos datos y los enviados a la central confirma la validez de la operación.

La placa de la unidad traductora electrónica tiene circuitos redundantes que permiten el diagnóstico de fallos pasando programas de prueba en la unidad central de proceso.

Conclusiones

El sistema electrónico de traducción centralizada, desarrollado para la central PENTACONTA de Acilia en Roma, ha alcanzado sus objetivos de proporcionar un método de modernización de los traductores electromecánicos existentes con unidades que combinan muchas de las ventajas de las filosofías del control centralizado y del control distribuido. La amplia duplicación del equipo supone que el sistema es muy fiable. Las facilidades de autoverificación garantizan la rápida localización y reparación de las averías.

Gracias al amplio uso del control por microprocesador la central de Acilia puede ofrecer una gama de funciones más completa, en línea con las de las centrales con control por programa almacenado más modernas.

Claudio P. Maggio nació en Roma, Italia, en julio de 1941. Obtuvo un diploma en electrónica y telecomunicación en el Instituto Enrico Fermi de Roma, después de lo cual ingresó en el laboratorio de Olivetti, donde trabajó desde 1962 hasta 1964 como diseñador de fuentes de alimentación reguladas para procesadores. Después de trabajar con el Litton Industries Laboratory de Roma y la S. Giorgio Co. de Génova, abandonó el campo de los procesadores para trabajar en centrales electrónicas con el Grupo L. M. Ericsson en Estocolmo y en Roma. En 1974 ingresó en LCF (Laboratorio Centrale FACE) como ingeniero principal de electrónica para trabajar a las órdenes del director de los sistemas PENTACONTA.

Medidas de tráfico mecanizadas: Una aplicación global para una administración

La mecanización de las medidas de tráfico es esencial para los estudios de teletráfico y mantenimiento del servicio telefónico durante los cinco últimos años. CTNE ha instalado equipo automático de medidas de tráfico en sus centrales para obtener, entre otros aspectos, los datos necesarios para asegurar el grado del servicio y la previsión de necesidades futuras.

L. F. NOMBELA GOMEZ

Compañía Telefónica Nacional de España, Madrid, España

Introducción

Al considerar la instalación de un sistema mecanizado de medidas de tráfico en una red, conviene, primeramente, matizar algunos aspectos que disipen las dudas e interrogantes que, de manera lógica, surgen en los altos niveles de dirección de las compañías explotadoras del servicio telefónico; es decir, donde se toman las decisiones finales sobre la conveniencia, oportunidad y viabilidad de las inversiones de cierta importancia.

Estos interrogantes, esas justificaciones que se piden a los ingenieros solicitándoles que, con lógica de apisonadora, lleven los razonamientos a un punto en que sea imposible la duda y para las que, en último caso y por intuición, se recurre a esa fantasía exacta que son los números (las matemáticas) es la que tratamos de soslayar en parte con este trabajo.

En primer lugar, surgiría la pregunta: ¿Por qué un sistema mecanizado? A esta pregunta cabría responder por reducción al absurdo; es decir, porque es imposible de otro modo.

Desde principios de siglo, cuando empezó a tomar cuerpo la conmutación telefónica como tal, se sintió la necesidad de contrastar los modelos teóricos con la realidad y, si bien en los primeros cuadros de operadoras esta labor era relativamente sencilla, inmediatamente surgió la necesidad de expresar el trabajo de las operadoras en unidades del tiempo medio de ocupación que una conferencia local (las únicas existentes al principio) representaba para una operadora (11,75 segundos).

La rápida evolución de la telefonía automática introdujo la necesidad de órganos rápidos en la parte "más inteligente" de las centrales, cuya ocupación era del orden de unas pocas décimas de segundo y cuya medida, para que tuviera un mínimo de precisión, debía conseguirse por procedimientos automáticos.

Esta circunstancia aconsejó a los suministradores la instalación de dispositivos de cómputo automáticos en cuanto se refiere a la posibilidad de adquisición de los datos primarios*.

Estos dispositivos, generalmente contadores electromecánicos, recogían, por una parte, el número de conmutaciones en un órgano o grupo reducido de órganos y, por otra, a través de un dispositivo explorador, el número de ocupaciones de una amplitud determinada (el período de exploración) en un grupo de órganos.

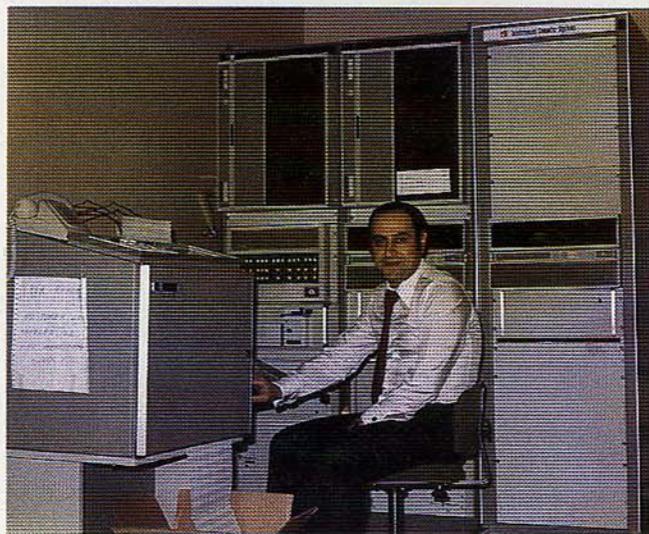
Este es el sistema que durante decenios y con ligeras variantes en cuanto a su técnica y concepción se ha venido utilizando (y aún se utiliza) en prácticamente el 100% de las centrales convencionales para auxiliar a los técnicos de tráfico.

Paralelamente se instalaban contadores que almacenaban datos característicos (defectos, congestiones, etc.) durante períodos largos, y que eran utilizados por los técnicos de mantenimiento de las instalaciones de conmutación. Pero, por una parte la necesidad de conocer en un intervalo de tiempo corto la existencia de determinadas situaciones delicadas (administración de tráfico) o peligrosas (mantenimiento), por otro la precisión, exactitud y acuracidad de los datos de intensidad de tráfico, y la coherencia entre las series cronológicas de éstos (previsión y planificación a corto y medio plazo) y la imposibilidad material de obtención de grandes volúmenes de datos para la realización de estudios tan importantes como puede ser la modificación de una política de tarifas, unidos al crecimiento paulatino y sistemático de la carestía de la mano de obra cualificada, necesariamente tenía que desembocar en el desarrollo de sistemas totalmente automáticos de captura, elaboración y presentación de resultados.

A las preguntas cómo, dónde y cuándo, trataremos de contestar a lo largo de las páginas que siguen.

Aspectos conceptuales básicos

Normalmente, dependiendo del campo específico en que van a ser aplicados, los datos de tráfico suelen clasificarse en diferentes tipos, tales como: datos para Ingeniería de Tráfico, datos para Mantenimiento, para Administración de Tráfico, de Control Económico y Estadístico (como puede ser la distribución del volumen total de tráfico a lo largo del día, etc.). Sin embargo, puede razonarse de una forma simple que, desde el punto de vista conceptual, el problema se reduce a considerar un conjunto único de datos primarios que, en función de su aplicación, son sometidos a diferentes procesos de tratamiento.



Vista general del sistema mecanizado de medidas de tráfico TE-300 y TE-315.

* Más adelante hablaremos de este aspecto.

En efecto, la palabra tráfico se deriva del verbo *transférico* que, literalmente significa cambio de un lugar a otro. Al intentar materializar este cambio se produce la ocupación de unos medios físicos, y al fenómeno físico de ocupación es al que llamamos tráfico. En esta línea, el teletráfico podría definirse como el fenómeno físico que se genera al intentar ocupar los medios adecuados para transmitir información en forma de señal hablada. La ocupación de estos medios se rige por las leyes estadísticas que se recopilan en los modelos teóricos, sujetos en cada caso, a las condiciones de contorno (restricciones) que caracterizan a cada sistema de conmutación.

Desde el punto de vista estadístico, para poder especificar estas ocupaciones sólo es necesario tratar dos tipos de datos: transición de estados de ocupación (sucesos o tomas) e intervalos de ocupación (volumen de tráfico). Estos dos parámetros (*sucesos* y *tráfico* en el argot de la técnica de teletráfico) son variables aleatorias dependientes del tiempo (procesos estocásticos).

En función de cómo se recopilen y acumulen estos dos parámetros básicos, de cual sea la frecuencia de elaboración, del período de recogida, del tiempo transcurrido entre la producción del dato primario y la obtención del dato elaborado, etc., su aplicación será distinta.

Consideraciones previas a la elección de un sistema de medidas

De acuerdo con las anteriores consideraciones, antes de decidir la configuración de un sistema de medidas, las Compañías Explotadoras deben considerar cómo se cubre cada una de las aplicaciones de las medidas que se contemplan en la figura 1.

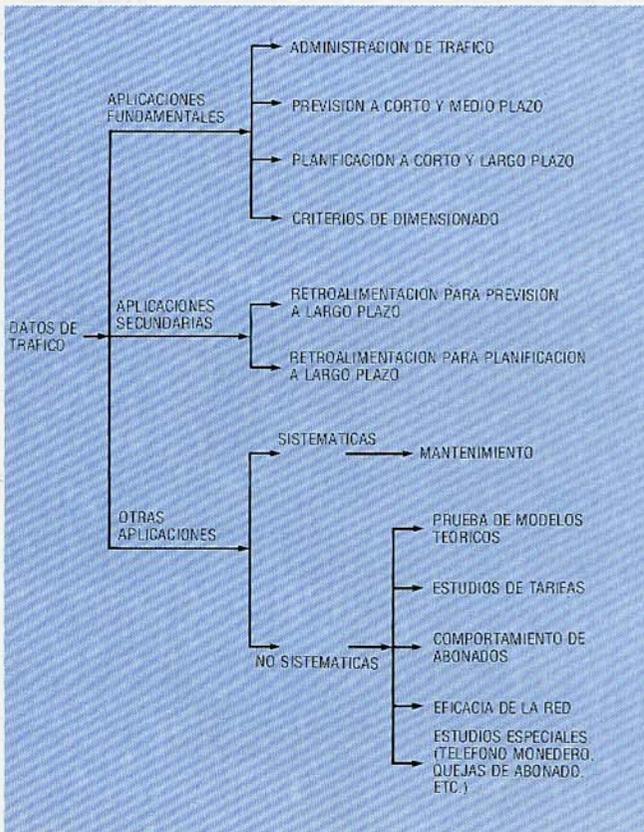


Fig. 1 Resumen de las aplicaciones de los datos de tráfico en las diferentes áreas.

Teóricamente, es evidente que podría concebirse un sistema (equipos terminales de medida en centrales más centros de tratamientos asociados) que pudiera cubrir todas estas aplicaciones, pues bastaría con instalar el número de equipos terminales suficientes y disponer de grandes centros de tratamiento de datos; pero la inercia propia de estos grandes centros iría en contra de la rapidez de respuesta que se necesite en algunas aplicaciones o, lo que es lo mismo, la gran capacidad del sistema iría en contra de su operatividad.

Normalmente, la mayor rapidez de respuesta, el tiempo real más crítico, viene impuesto por el área de mantenimiento. Una buena solución de compromiso entre gran capacidad, coste y operatividad (expresado en términos de tiempo de respuesta del sistema) debe constituir el objetivo a conseguir y, como resumen, puede decirse que los aspectos fundamentales que deben tenerse en cuenta cuando se ha de diseñar o adquirir un sistema automático de medidas de tráfico son dos: Los datos primarios son únicos y el área más crítica a cubrir es la de mantenimiento.

Estos dos aspectos deben ser tenidos muy en cuenta cuando se intente resolver el problema de la forma más eficiente posible. En relación con el primero de éstos condicionantes, y en opinión del autor, el énfasis debe ponerse en conseguir el almacenamiento de los datos primarios en el equipo de medida propiamente dicho, de una forma simple, sin someterlos a ningún tratamiento previo, y ello por las siguientes razones:

- Diseñar un tratamiento previo de los datos, además de encarecer el diseño, puede inutilizar los datos preelaborados en dos aspectos.
 - Pueden no ser utilizables en algún sistema de conmutación o, dentro de un sistema de conmutación, pueden no ser útiles para determinado tipo de estructura de una central.
 - El tipo de elaboración (procesado) a que tienen que ser sometidos los datos primarios puede ser contradictorio con la preelaboración.
- La simplicidad del hardware dedicada al almacenamiento de los datos primarios irá en beneficio de la economía en el cableado, de la calidad de los componentes (fiabilidad del sistema) y, en definitiva, de todas las características que deben exigirse a los equipos de tecnología moderna (durabilidad, mantenibilidad, etc.).

La posibilidad de reducir el cableado desde los terminales al equipo de medida propiamente dicho, si bien no afecta a ningún aspecto puramente conceptual, sí es de una gran trascendencia, pues incide muy significativamente en el capítulo más delicado de cuantos cabe tener en cuenta entre las competencias de los ingenieros, que es el de la economía.

Aunque en el aspecto económico incidiremos al final de este trabajo, sí cabe adelantar en este momento que, refiriéndonos a un punto de medida, la incidencia del coste de la unión física entre el terminal característico del órgano a medir y el "registro de almacenamiento" (incluidas mano de obra de instalación, cables, hilos y parte proporcional de los repartidores de apoyo, etc.) sobre el precio total por registro, es del orden de un 40%; por ello, en este sentido, poder utilizar un solo terminal para medir los dos sucesos elementales (tráfico y sucesos) de que hemos hablado al



Vista parcial de una instalación de equipo automático de medidas de datos para tráfico y mantenimiento.

principio, representa una reducción del orden de un 20% del precio total del equipo.

Las fotografías muestran algunos aspectos parciales del cableado de un moderno equipo de medida en una central interurbana de un sistema convencional electromecánico de barras cruzadas PENTACONTA*. Es una central de gran capacidad de conmutación (unos 9.600 erlangs/H. A. de entrada) en las que la distancia media entre los terminales característicos del órgano a medir y los registros de almacenamiento de datos primarios es del orden de 60 m. El número de terminales característicos de los que se ha de captar la información primaria es del orden de 45.000, con lo que el lector puede fácilmente hacerse una idea de lo que representa la posibilidad de reducir el número de terminales de medida en cuanto se refiere a la incidencia en el precio total de la instalación del sistema de medida.

Además de este aspecto económico de la reducción del coste de instalación por cableado, la reducción de los terminales de medida simplifica el problema de concentración de hilos de medida en repartidores y exploradores de tráfico, y, en definitiva, el número de registros necesarios.

Para el caso de la central antes indicada, midiendo con un terminal TE-300/2000 se necesitan 8.600 registros (contando con concentración 32/1 para la medida de intensidad de tráfico de enlaces de salida, que el tráfico en los órganos lentos de U. de C. se mide individualmente, que

las tomas en órganos lentos de la U. de C. se miden en buscadores por tipo y grupo y que las tomas en los órganos rápidos de la U. de C. se miden individualmente) lo que representa una relación de 0,9 Reg./Erlang. Si se desea una medida individual para cada tipo de órgano, bien sea de la red de conversión o de la unidad de control, cabrían dos alternativas.

Si se utiliza la filosofía de medida ICUP se necesitarían 3 registros/erlang, mientras que si no se utilizara ICUP harían falta 5,7 registros/erlang. Creemos que las cifras relativas hablan por sí solas.

Dentro de este capítulo de consideraciones, y continuando con un orden que intentamos siga las vicisitudes y tesituras por las que ha atravesado cualquier compañía explotadora que haya instalado un sistema de medidas, parece lógico preguntarse ¿qué tipo de sistema mecanizado de datos se debe instalar? La respuesta siempre estará mediada por la propaganda existente en el mercado, pues, en teoría, todos los equipos resuelven todos los problemas y el responsable de la decisión tiene que contar con que, por muchos datos que proporcione, siempre le ha de faltar el último, que es aquel dato que no consideró el responsable de la previsión o de la planificación y podría haber evitado la desviación que muy probablemente han de tener sus predicciones.

Además de las consideraciones realizadas hasta este momento, desde un punto de vista práctico, las etapas a cubrir en el proceso de selección, son:

- Antes de decidir qué se va a instalar debe realizarse, en colaboración con los posibles futuros usuarios (utilizadores) un estudio detallado de la información que se desea obtener.
- Con los responsables de la Ingeniería de Instalaciones y de Mantenimiento debe realizarse un estudio detallado sobre la existencia de terminales para la adquisición de información primaria (terminales característicos) y la necesidad de creación de algún terminal nuevo (su viabilidad, implementación y costo) o modificación de los existentes.
- Un estudio detallado de la necesidad de elaboración de la información (datos propiamente dichos), tipo de infor-

Tabla 1 - Terminales de medida PENTACONTA 1000 interurbano

Medida	Observaciones
1 Tráfico en enlaces de salida urbanos, interurbanos e internacionales. Operadoras y servicios especiales	*
2 Tráfico en relés de corte hilo m	
3 Tráfico en registradores, emisores y receptores	
4 Tiempo en que los enlaces de salida a internacional están ocupados al 100%	
5 Tomas en registradores, emisores y receptores	**
6 Tomas en traductores	
7 Tomas en conectadores de selección	
8 Tomas en vías de haz conector	
9 Llamadas completadas en registradores	
10 Intentos por destino en los traductores	**
11 Congestión interna de mallas	
12 Llamadas cursadas por ruta	

* Terminales de medida modificados en algunos esquemáticos

** Terminales de medida que ha sido necesario duplicar.

mación, destino de la información y frecuencia de obtención.

Aplicación de cada uno de estos condicionantes a los diferentes sistemas y tipo de centrales de conmutación según su ubicación dentro de la estructura de la red.

Para aclarar cuanto aquí se intenta condensar vamos a relacionar los datos que se obtienen desde un punto de vista de tráfico, dentro de la estructura jerárquica de la red de CTNE (que se condensa en la figura 2) en dos centrales PC-1000, una local, en un área multicentral y otra interurbana a nivel de área secundaria.

En las tablas 1 y 2 se ponen de manifiesto los terminales que ha sido necesario crear o modificar y se incluye también el tipo de información que se obtiene con el sistema de medidas de tráfico elegido.

Una vez analizadas las circunstancias antes enunciadas caben dos posturas: O se diseña un equipo "ad hoc" para las necesidades puestas de manifiesto (lo que lleva aparejada una demora considerable en la obtención de resultados finales), o se investigan las existencias del mercado. En este caso (que es el que normalmente se va a presentar debido a que cuando se decide instalar un sistema de recogida, elaboración y presentación de datos es porque la situación es urgente) deben tenerse en cuenta, además de las

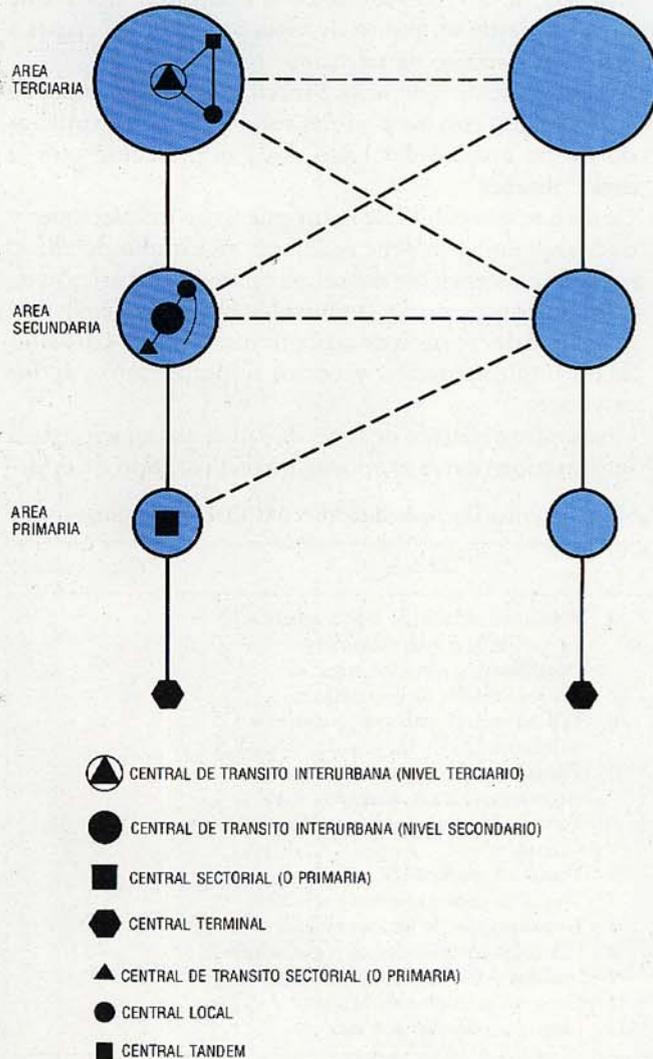


Fig. 2 Estructura jerárquica simplificada de la red de CTNE.

Tabla 2 - Terminales de medida en centrales urbanas PENTACONTA 1000

Medida	Observaciones
1 Tráfico total por grupo de 50 abonados	
2 Tráfico originado por grupos de 1.000 abonados	
3 Tráfico local	
4 Tráfico en grupos especiales de fuerte tráfico	
5 Tráfico en enlaces de salida	
6 Tráfico en registradores, emisores y receptores	
7 Tomas en registradores, emisores y receptores	
8 Llamadas completadas en registradores	
9 Tomas en traductores	
10 Tomas en conectadores de selección	
11 Tomas en conectadores de preselección	
12 Tomas en marcadores de líneas	
13 Tomas en marcadores de grupo	
14 Tomas en marcadores intermedios	
15 Tomas en vías de haz conector	
16 Congestión interna de mallas	***

*** Terminales de medida creados.

consideraciones que se hicieron anteriormente, que el equipo reúna las siguientes características:

Modularidad: Con ella se consigue implementar el principio de utilidad marginal ponderado por el precio.

Homogeneidad o compatibilidad: En el sentido de que a todos los tipos de equipos de medida que se instalen se les puede explotar de una forma análoga.

Flexibilidad: Posibilidad de que los equipos de medida se adapten con el menor número posible de modificaciones a cualquier cambio en la estructura de la red o a cualquier nueva aplicación, como puede ser la incorporación al centro de elaboración de datos, de los procedentes de nuevos sistemas de conmutación, etc.

Versalidad: En el sentido que pueda utilizarse para aplicaciones de tipo general o bien pueda utilizarse de manera exhaustiva en una aplicación concreta y, como consecuencia de estas dos últimas características, el sistema debe llevar incorporada la posibilidad de integrar dentro de sí la utilización de versiones portátiles para, entre otras ventajas, disponer de la posibilidad de utilizar los equipos en centrales que, por sus características (tamaño, inversión realizada, etc.) no justifiquen la inversión necesaria para la instalación de un equipo de medida fijo.

Materialización de la instalación de un equipo de medidas

La estrategia de instalación de un sistema de medida debe estar regida por el mismo tipo de "reglas de juego" que las de cualquiera de los equipos asociados a un sistema de telecomunicación y, aunque al final de este trabajo se sintetizan todas las fases de análisis de los factores y circunstancias que deben ponderarse en la instalación de un "sistema de datos", sí quisiéramos poner énfasis en que con los equipos de medidas, la instalación puede necesitar frecuentes actualizaciones durante su vida. Por muy bien que se hayan previsto las necesidades de información, pueden surgir nuevas necesidades. Muchas veces hasta ahora, al elaborar datos existentes, se identificaba el interés

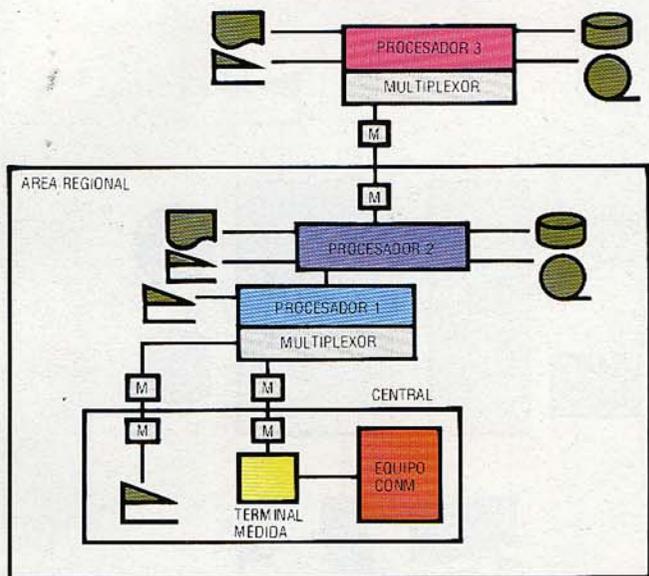


Fig. 3 Configuración ideal de un centro de cálculo regional de CTNE.

de nuevos datos. Considerando las limitaciones del equipo antiguo de medida se comprende que fuesen inimaginables estudios que ahora pueden acometerse. Piénsese, por ejemplo en lo poco que se ha avanzado desde el año 1943 en el estudio de los fenómenos de tráfico en los que las leyes de aparición no sean de tasa constante. En un plano más práctico, ¿qué se conoce cuantitativamente acerca de la reacción de los abonados ante un cambio de tarifas?

Cuestiones como las aquí apuntadas y de naturaleza muy varia pueden empezar ahora a resolverse y, con toda seguridad, los teóricos pedirán nuevos datos para contrastar, apoyar o modificar sus idealizaciones.

Por toda esta serie de circunstancias es aconsejable que, en la primera fase de la materialización de la instalación, se realicen pruebas exhaustivas y reales en una central, poniendo especial énfasis en conseguir el tipo de datos que se tenía previsto, por lo que, durante el ensayo deben probarse las modificaciones que se haya estimado conveniente realizar en los circuitos de conmutación para conseguir los datos deseados.

Esto por cuanto respecta al terminal de medida propiamente dicho (cuya prueba es más sencilla debido fundamentalmente al carácter primario y simple de la información a tratar), pero, en los centros de tratamiento de datos primarios, dadas la variedad de información a suministrar y los diferentes requerimientos en cuanto a tiempo de res-

puesta, es aconsejable concebir el sistema de procesamiento en tres niveles jerárquicos. En este sentido, en la figura 3 se presenta lo que sería, para nosotros la configuración ideal para un C.C.D. que controlara los datos primarios de las centrales de un área geográfica con entidad propia (área regional). Puede observarse que se proponen en estos centros dos niveles de tratamiento:

El primer nivel de procesamiento, dada la elevada frecuencia con que puede presentarse la necesidad de los informes así como el pequeño tiempo de respuesta que se necesita en mantenimiento correctivo, debe trabajar "ON-LINE" y es el que debe conectarse a los equipos terminales. Su sistema de tiempo real debe realizar las siguientes funciones:

- controlar la escrutación de los terminales
- verificar los formatos de la información recibida
- reiniciar la escrutación de terminales en caso de error de transmisión e impresión de alarmas
- elaborar la información básica más urgente (conservación correctiva)
- controlar el envío de la información elaborada a las centrales o centros de conservación dirigida.

Para la realización de estas funciones, tal como se muestra en la figura 4, se utilizarán las siguientes tablas básicas:

- *Tablas de entrada*, donde se indican los terminales a escrutar en cada ciclo de tiempo.
- *Tablas de asignación y umbrales* en las que se establece la correspondencia entre los equipos de conmutación y los registros del terminal de medida, así como aquellos límites de tomas u ocupaciones medidas que hagan presuponer un funcionamiento anómalo del equipo de conmutación.
- *Tablas de agrupamiento* cuyo objetivo será globalizar la información por grupos homogéneos (enlaces de una misma ruta, registradores de un mismo buscador, etc.)

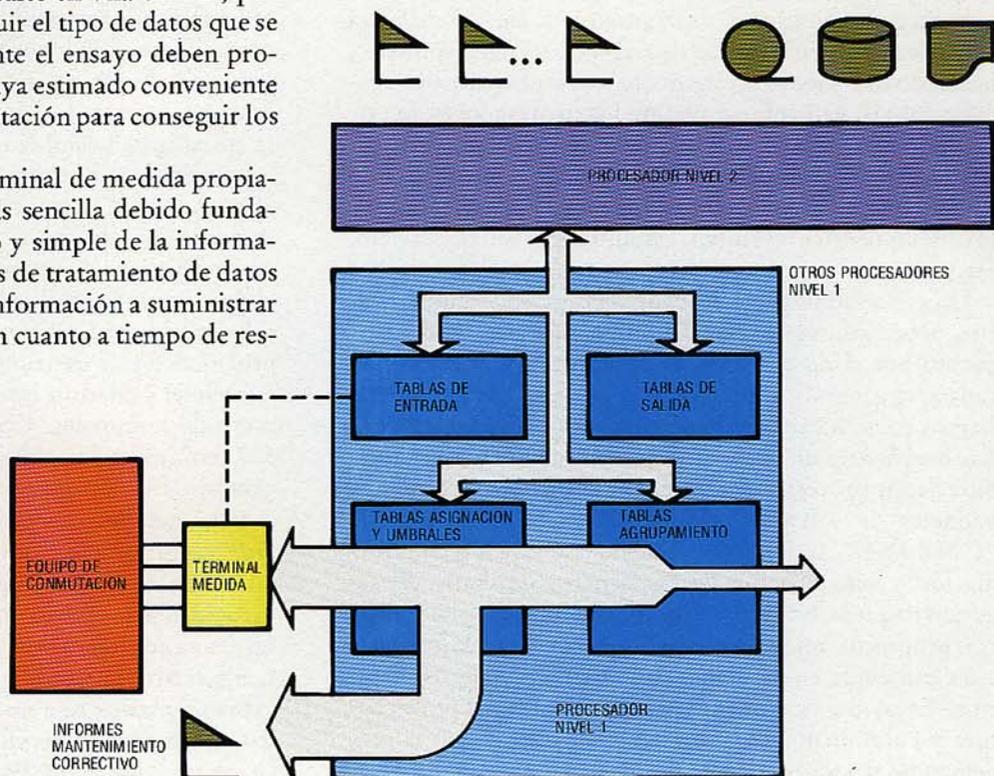
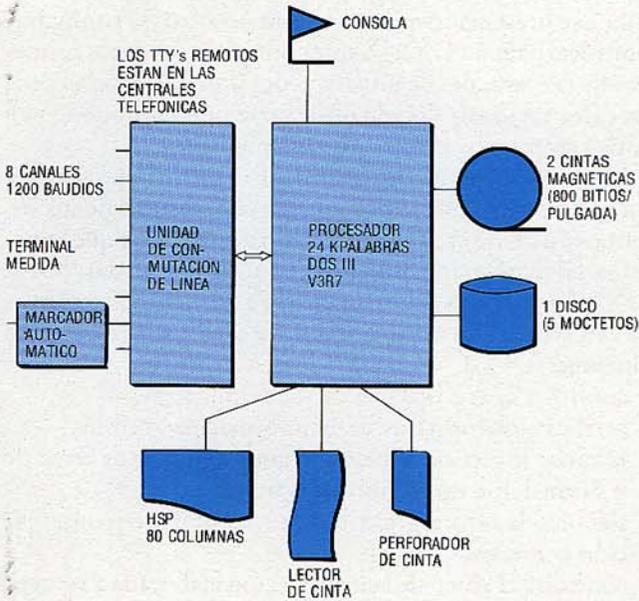


Fig. 4 Asignación de las tablas de entrada, agrupamiento y salida.

a) CENTRO DE CALCULO REGIONAL



b) CENTRO DE CALCULO NACIONAL

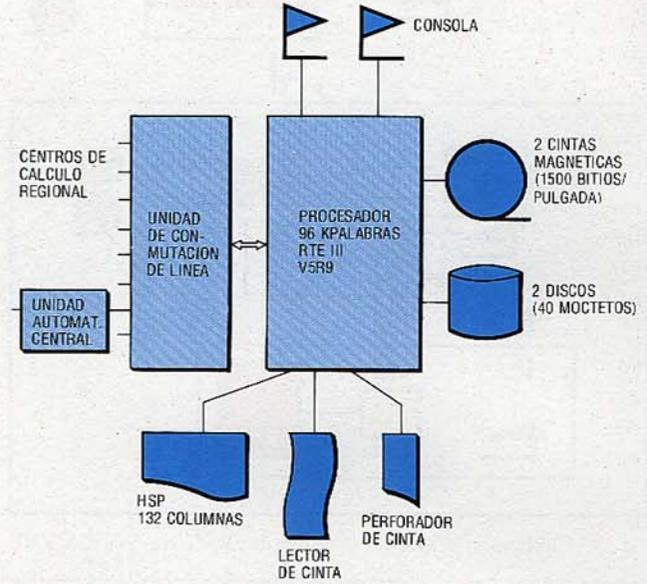


Fig. 5 Estructura actual de CTNE de un centro de cálculo. a) centro de cálculo regional, y b) centro de cálculo nacional.

con destino a procesamientos posteriores a otros niveles.

- *Tablas de salida* para el manejo del flujo de salida de información procesada a distintos periféricos e impresores remotos.

Habida cuenta de la ya comentada gran cantidad de información a tratar por los procesadores de este nivel y los requerimientos de tiempo real apuntados, se debe descargar en un segundo nivel de procesadores la función de actualización de las tablas anteriormente descritas. Cualquier variación en el cableado del terminal (como consecuencia de ampliaciones, reasignaciones, etc.) se reflejará exclusivamente en las tablas de asignación y agrupamiento, haciendo todos los procesos posteriores transparentes a estos cambios. Otras funciones de los procesadores de este segundo nivel serán las de mantenimiento del sistema (rutinas de test, copias de seguridad, etc.) así como todo tipo de aplicaciones "batch" con datos previamente agrupados (mantenimiento preventivo, estudio del grado de servicio, etc.).

Un procesador de nivel 2 debe ser capaz de atender a varios procesadores de nivel 1, cuyo número vendrá impuesto por el de centrales de conmutación a atender en cada área geográfica. Por último, ver figura 3, consideraríamos como ideal la existencia de un procesador a nivel 3 que mantuviera una base de datos con la información recibida de los procesadores de nivel 2. Funcionaría bajo dos paquetes de software. El primero de ellos, en modo "ON-LINE", sería responsable de la recepción de información y actualización de los ficheros de datos. El segundo paquete, en modo "batch", englobaría aplicaciones con propósitos que se explotarían accediendo a la información contenida en los ficheros de datos y ficheros maestros. Estos últimos incluirían información sobre estructura y encaminamientos (existentes y futuros) en la red, demandas de abono previstas, etc.

Mediante aplicaciones específicas se sistematizarían los estudios de las series cronológicas de datos, se reajustarían los coeficientes de proyección, se analizarían los encaminamientos como soporte necesario para la detección de sobrecargas, dimensionado de cada una de las rutas que integran la red, etc.

Otras aplicaciones de tipo esporádico contribuirán a la contrastación de los modelos teóricos empleados, obtención de informes para alta dirección sobre utilización de la red en un momento determinado, etc.

En la red de CTNE se ha procurado cumplir cuanto aquí se ha indicado hasta este momento aunque, como es evidente, algunos de los aspectos se han clarificado con la experiencia de varios años de instalación y explotación de este tipo de equipos. Sin embargo, debido, por una parte, a la apremiante necesidad de obtener datos en las centrales interurbanas y, por otra, al grado de desarrollo que habían alcanzado los Centros de Control de Datos existentes en el mercado mundial en el momento de la decisión, se concibió el Sistema de Datos con seis centros regionales como el de la figura 5a) de los que, después de 4 años de explotación, ha sido necesario ampliar la capacidad de memoria de procesador y la de la unidad de disco, de los C.C.D. de Barcelona y Madrid que son los que atienden mayor número de terminales. Con ellos se controlan actualmente 337 terminales TE-300 de los que 165 están instalados en centrales interurbanas y 172 en centrales urbanas.

Para completar este sistema inicial, cuando la explotación de estos seis C.C.D. Regionales alcanzó un grado adecuado, se vio la necesidad de crear un C.C.D. de mayor capacidad para control de la información de los seis restantes, cuya configuración y capacidad pueden observarse en la figura 5b). De la utilización de este sistema, así como de los comentarios que nuestra pequeña experiencia genera sobre las ventajas y servidumbre que lleva consigo su instalación y explotación, hablaremos a continuación.

Utilización de la información conseguida

Desde el punto de vista práctico, destacaríamos dos tipos de inconvenientes, en cuanto se refiere a la explotación de este tipo de sistemas de datos.

El primero es la posible falta de actualización en la asignación que establece la correspondencia entre los terminales de medida y los registros del equipo; lo que requiere una doble disciplina de trabajo, pues esta asignación debe estar también correctamente recogida en lo que hemos llamado tabla de asignación. Esto requiere una permanente "puesta al día" de la información de asignación que, si bien es muy simple, puede complicarse cuando se acumulan demasiados defectos; por lo que ha de cuidarse de que no se deteriore en exceso, procurando establecer un buen grado de entendimiento entre los hombres de instalación y de mantenimiento de las centrales y los responsables de la explotación de los CCD's.

El segundo y no menos fundamental es que, ante la facilidad de obtener información, ésta sea excesiva y se mezclen los datos fundamentales con los rutinarios, con el consiguiente aumento del riesgo de despreciar algún dato fundamental. Esta es una de las razones que aconsejan la utilización de un segundo nivel de procesamiento que filtre, por un procedimiento mecanizado, los datos rutinarios y únicamente permita la obtención de éstos cuando se desee. En CTNE actualmente no se dispone de ese segundo nivel de procesamiento por lo que se realiza reiterando en el mismo procesador el tratamiento de los datos primarios. Véanse los informes de las figuras 6a) y 6b).

Tal es el ejemplo del informe que se resume a continuación en el que por medio de un programa especial, elaborado en función de los niveles de sobrecarga establecidos, se comprueba el estado de todos los grupos de órganos (U. de C. y Red de Conversación) de una central.

Por lo que respecta a la red de CTNE se ha resuelto satisfactoriamente el primero de los inconvenientes y, respecto al segundo, que es un "tema vivo" permanentemente, existe una labor continua para tratar de optimizar las características del flujo de datos.

En otro orden de ideas nos parece evidente que la explotación del sistema debe iniciarse por aquellas centrales que ocupan una posición estratégica más importante dentro de la estructura de la red afectada. Tanto por su repercusión en el grado y calidad de servicio, por el volumen de abonados afectados, por la cuantía de las inversiones que comportan todas las acciones que se lleven a cabo en relación con la ingeniería (de dimensionado, de previsión o de planificación), así como las relativas a Administración y Control del Tráfico y su mantenimiento, las centrales más importantes, cualquiera que sea el tipo de red, son las interurbanas, por lo que, en CTNE, se comenzó en 1975 la instalación del sistema automático de medidas en este tipo de centrales. En la actualidad existen 142 centrales interurbanas de las cuales tienen el sistema instalado en 127.

A efectos de datos elaborados con destino a competencias de tráfico se obtienen, durante los tres primeros años, datos de al menos doce semanas al año hasta obtener una serie cronológica consistente, pasando a obtener posteriormente datos durante 30 días al año, además de aquellas medidas adicionales que las circunstancias aconsejen. Con ello se han resuelto los siguientes aspectos conflictivos:

- Las actuaciones en relación con la administración de tráfico están bien definidas en un 100% de los casos presentados.
- La previsión de tráfico está bien definida en un 95% de los casos, debiendo atribuirse el 5% restante a la falta de información adecuada en el terminal de medida de algu-

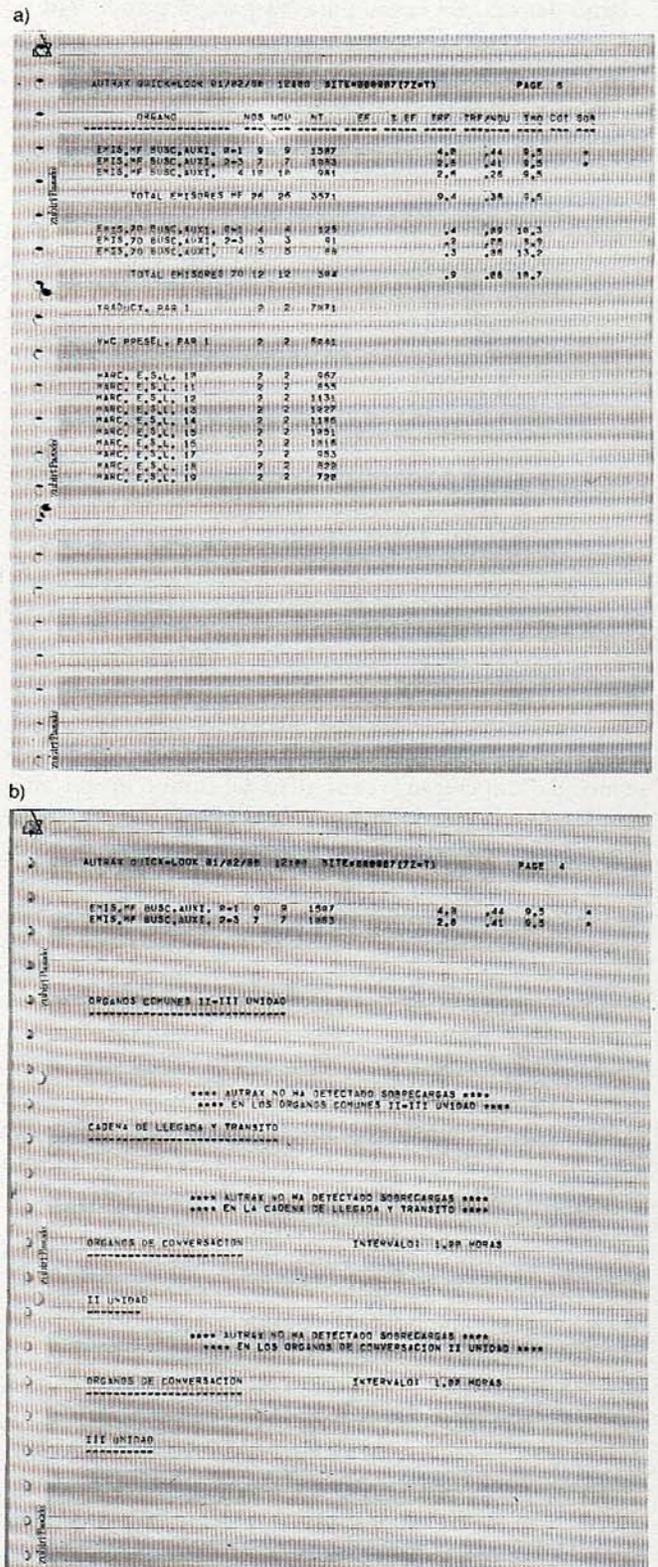


Fig. 6 Informes de medida de tráfico: a) una página de informe típico procedente de un sistema de medidas de tráfico mecanizadas; el asterisco indica que hay una sobrecarga en los emisores MF, grupos 0-1, 2-3 de una central local PENTACONTA, y b) tabla resumen de este informe.

nos órganos (aspecto que está siendo corregido con la modificación pertinente en las centrales).

- Se han modificado (en general hacia valores más económicos) los parámetros generales empleados en el dimensionado de estas centrales.
- Se han realizado estudios especiales sobre la distribución del volumen de tráfico por períodos de tarificación a lo largo del día, así como ensayos para la posibilidad de medida de magnitudes económicas (impulsos interurbanos tarificados y conferencias interurbanas completadas).
- Aunque los terminales TE-300 y la forma de explotación en CTNE no son los más indicados actualmente para conseguir información con destino a mantenimiento, en este área se utiliza, cada vez más, estos datos. El número de "quick-looks" con datos elaborados primarios para este tipo de utilización es cada vez mayor.

En este sentido cabe decir que cuando un CCD regional ha alcanzado el nivel adecuado de explotación, la distribución de su utilización es la siguiente:

Horas ordenador por mes	320
- bajo sistema propio equipo	220 (69% del tiempo)
- bajo DOS-III	100 (31% del tiempo).

Del tiempo total: 20% corresponde a necesidades de tráfico, 50 a 55% a necesidades de mantenimiento, 20% a necesidades comunes (tráfico más conservación) y 5 a 10% a aplicaciones no sistemáticas.

En cuanto a centrales con abonados, CTNE decidió instalar equipo automático de medida en las centrales no rurales que se instalaron desde primero de enero 1976 o en aquellas ampliaciones de líneas en que los nuevos "puntos de medida" superaran la capacidad del equipo no automático de medida instalado antes de la ampliación.

Actualmente existen 165 centrales con equipo de medida automático que se explotan normalmente.

Finalmente, en cuanto a justificación económica, estamos seguros que cualquier estudio económico en una red determinada no sería válido para ningún otro tipo de red, por lo que únicamente nos vamos a limitar a exponer unas cuantas cifras que pueden aclarar bastantes dudas.

En una explotación de servicios telefónicos, el porcentaje de inversión que se dedica al mantenimiento del grado y calidad de servicio de la planta instalada oscila alrededor del 25 y 30% de la inversión total. Un sistema mecanizado de medidas no debe sobrepasar el 1% del coste total de instalación de la planta por lo que en cuanto se reduzcan en un 3,5 a 4% los costos de mantenimiento del grado y calidad de servicio de la planta instalada, sólo este concepto justifica su instalación, pudiendo considerarse los demás beneficios obtenidos (incremento de fiabilidad y precisión de las planificaciones y previsiones, estudios no sistemáticos, etc.) de costo marginal nulo.

Conclusiones

Por cuanto se ha expuesto en el presente trabajo y como fruto de la experiencia acumulada, parece lógico destacar: Primero, el equipo de adquisición de datos primarios debe elegirse de forma que cubra simultáneamente las necesidades de mantenimiento y tráfico. Segundo, los centros de tratamiento de datos primarios deben concebirse con po-



Centro de cálculo de datos, de primer orden.

sibilidad de al menos dos niveles de tratamiento, en el que la prioridad, en cuanto a rapidez de actuación se refiere, debe establecerse de acuerdo con las necesidades de mantenimiento. Tercero, es esencialmente importante que la base de datos del CCD, así como los medios de transmisión e interfaces asociados, permitan la incorporación de todos los datos (elaborados o semielaborados) que proporcionen los restantes equipos de medida que no estén incluidos en el sistema propiamente dicho (otros equipos de medida ya instalados, datos de los OMP de las centrales semielectrónicas, etc.).

Otras dos consideraciones importantes son: Primera, la economía en el cableado del terminal de medida es factor esencial. Segunda, la permanente actualización del cableado ha de regirse por una disciplina rígida.

Luis-Felipe Nombela Gómez nació en Toledo, España. Terminó sus estudios en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid (especialidades de Electrónica y Transmisiones) en junio de 1966. En 1969 se diplomó en Estadística (Investigación Operativa) en la Universidad de Madrid. Trabajó desde 1966 a 1971 en diversos proyectos de microondas y conmutación telegráfica. Desde 1971 en que ingresó en CTNE trabaja en teletráfico en el Departamento de Tráfico. Actualmente es jefe de la sección de cómputos. Desde 1969-70 es profesor especial de cálculo de probabilidades y teoría de la estimación en la Universidad de Madrid. En 1979 se doctoró en la ETSIT (aplicaciones de la teoría de estimación a la resolución de problemas de administración de red).

ESCU/CORU. Ampliación de las prestaciones de los sistemas de conmutación electromecánica

La adición de este nuevo sistema de control basado en microprocesador sirve para mejorar las prestaciones ofrecidas por las centrales electromecánicas en los campos de servicios de abonado, operación, mantenimiento y gestión de red. Seleccionando la configuración de módulos adecuada, se puede utilizar con una gran variedad de centrales convencionales.

C. DALL'OLIO

G. LANZI

L. PIZZINI

Industrie FACE Standard, Milán, Italia

Introducción

La evolución de los métodos de proceso electrónico de datos y de los sistemas de conmutación y transmisión ha dado lugar al uso generalizado de los procesadores en la telecomunicación. Asimismo están apareciendo muchas aplicaciones interesantes para mejorar la pauta de telecomunicación tradicional, tal como los sistemas de conmutación electromecánica. La razón que alienta estas actividades de mejora hay que buscarla en la necesidad de encontrar la manera de aprovechar óptimamente los medios disponibles en un entorno en el que la creciente complejidad de las centrales electromecánicas y su mantenimiento y expectación correspondientes requieren una organización más estructurada y eficaz para la recogida, análisis y manejo de los datos. Al mismo tiempo, la introducción en la red telefónica de los sistemas de conmutación con control por programa almacenado ha dado lugar a nuevas prestaciones y servicios. Siempre que sea posible, éstos han de poderse ofrecer también a los abonados conectados a la planta más antigua, brindando así una uniformidad de servicio que facilita a la Administración la gestión de la red. Resulta especialmente económico el poder ofrecer estos servicios adicionales mediante la potenciación de los sistemas existentes, a los que todavía les aguarda un largo período de servicio.

Dentro de esta potenciación de los sistemas de conmutación electromecánica, los objetivos más importantes son:

- recogida de datos de tráfico para planificar ampliaciones de la red eficaces
- gestión del mantenimiento y de la planta, para así mejorar la organización de los recursos, evaluar los parámetros de calidad e identificar qué métodos de supervisión resultan más eficaces
- centralización y gestión automática de la información relative a los abonados
- mejor funcionamiento, que a su vez da paso a mejoras en la calidad de servicio y a toda una serie de nuevas prestaciones a los abonados.

Tras haber constatado estas necesidades, las Administraciones han llevado a cabo numerosos estudios en distintos campos: algunos relacionados con la automatización de procedimientos administrativos (tratamiento de las reclamaciones de abonado o posiciones de operadoras con asistencia); y otros relacionados con aplicaciones puramente técnicas.

Concretamente dentro de esta segunda área, fueron necesarios algunos estudios preliminares para verificar la po-

sibilidad de utilizar técnicas de control por procesador para potenciar la supervisión de la central, y para comprobar el impacto de distintos enfoques para la modernización dentro del entorno electromecánico existente. Los principales temas investigados fueron:

- automatización del registrador de fallos de las centrales PENTACONTA*, para realizar automáticamente el diagnóstico y la descripción detallada del circuito averiado
- mejora del robot de llamadas para simplificar la actualización de los parámetros de las llamadas y poder realizar un control remoto
- equipos adicionales de facturación detallada para abonados seleccionados.

Los resultados favorables obtenidos por la Administración italiana les animaron a considerar un enfoque integrado del problema, combinando todos los requerimientos en un sistema común. Este enfoque, junto con los estudios complementarios, condujo a un proyecto basado en una arquitectura del sistema con dos niveles de procesamiento consistentes en procesadores, unidades inteligentes especiales y equipo de entrada/salida situados en la central. Se invitó a los fabricantes de los distintos tipos de centrales electromecánicas utilizadas en la red italiana a que presentaran las correspondientes propuestas técnicas, para sus propias centrales.

Actualmente están planeadas mejoras en las centrales electromecánicas en las 11 áreas más importantes de Italia, las cuales atienden a 5 millones de abonados, aproximadamente. El proyecto debe finalizar en 1985.

Estructura del sistema

El sistema propuesto está basado en dos estructuras de procesamiento organizadas según una red jerárquica en estrella, en dos niveles (Fig. 1). El sistema utiliza los tres tipos de centro que se describen a continuación, interconectados mediante los enlaces de datos adecuados.

*Centro de nivel 1 (ESCU**):* Este centro se encarga básicamente de las funciones de recogida de datos y procesado para las centrales locales. La estructura de la función ESCU de nivel 1 está organizada en dos niveles: un nivel periférico basado en una multiplicidad de terminales de control remoto (RCT), y un nivel central basado en unos

* Marca registrada del sistema ITT

** ESCU = Elaboratore di Servizio Centrali (procesador de ayuda para centrales locales).

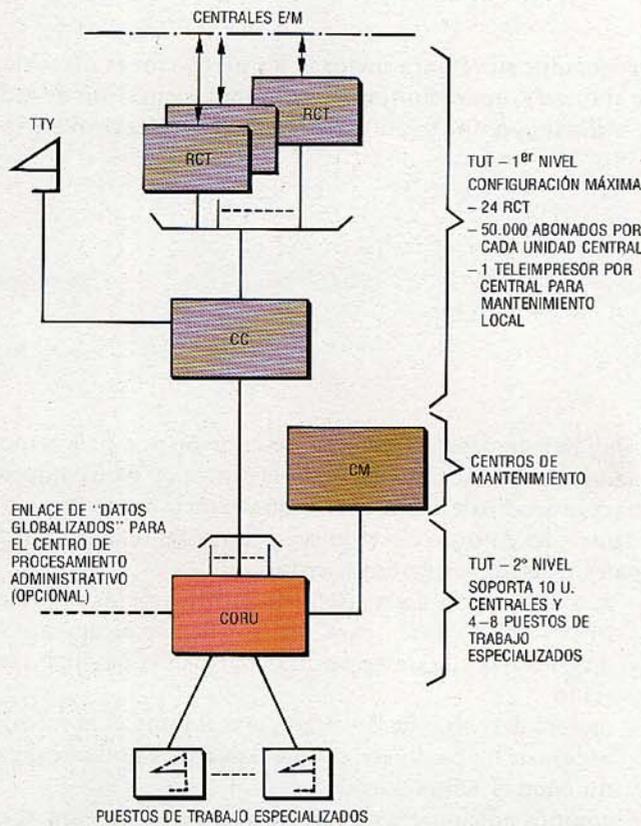


Fig. 1 Estructura jerárquica del sistema ESCU, en la que se muestra la división en centros de dos niveles y centros de mantenimiento.

cuantos centros de procesamiento comunes. Cada terminal de control remoto se dedica a un número limitado de circuitos de la central, del mismo tipo; la cantidad exacta y el esquema de conexión dependerán del tipo y de la capacidad de la central.

Los distintos terminales de control remoto de la misma central utilizan asimismo un equipo auxiliar común de identificación automática del número (ANI), para llevar a cabo sus funciones.

Un enlace de datos asíncrono semidúplex, dedicado y duplicado, que funciona a 2400 baudios, conecta cada terminal de control remoto al centro de procesamiento. Mediante una unidad remota de llamada automática (ACU) se puede disponer de una conexión conmutada que sirve como circuito de reserva para este enlace de datos.

Los terminales de control remotos, el equipo de identificación automática y la unidad de llamada automática están situados cerca del equipo de la central, mientras que los centros de procesamiento pueden estar separados de las centrales, en una oficina o sala bien aislada de la interferencia electromagnética generada por la central.

Cada centro de procesamiento puede manejar varias centrales, que totalicen en conjunto hasta 50.000 abonados. Se conectan por medio de dos enlaces de datos BSC dúplex asíncronos, a 1200 baudios, a un centro CORU* de segundo nivel que realiza las funciones de gestión para toda un área, de más de 200.000 abonados.

* CORU: Centro Operativo Rete Urbane (centro operativo para el área local).

Centro de nivel 2 (CORU): este centro recibe, almacena y procesa los datos recogidos por los centros ESCU, y realiza actividades de gestión, tales como:

- almacenamiento y extracción de datos de tarificación
- planes de tarifas según hora, día de la semana, etc.
- toma de datos y procesamiento para estadísticas de tráfico y de funcionamiento
- mantenimiento y tratamiento de alarmas
- comunicación hombre-máquina con los centros de mantenimiento

Tabla 1 - Funciones del sistema

<p>Servicios de abonado</p> <ul style="list-style-type: none"> Cómputo local repetido Nuevas categorías de abonados Facturación detallada para llamadas interurbanas Información detallada acerca de cada llamada, para abonados bajo observación Identificación de llamadas maliciosas y registro de los datos correspondientes Abonados especiales sin cómputo repetido Acceso directo al contador del abonado
<p>Características para la explotación</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación del número del abonado que llama Registro del número del abonado llamado Generación local de los impulsos de cómputo Impresión de los datos de tarificación, bajo petición Cambio de tarifas Cambio de calendario Programación para futuras modificaciones del esquema de tarifas Impresión automática de las tarifas y del calendario cada vez que son cambiados Gestión de las categorías de abonados Prohibición de determinados códigos Reposición del camino de conversación en el caso de demora de la contestación Observación de los alimentadores y enlaces
<p>Características para el mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Generación automática de llamadas de prueba Seguimiento de llamadas de prueba Detección continua de estados de los órganos de la central y supervisión de criterios telefónicos Retención y liberación de la vía de conversación a petición del operador Monitorización de los fallos y de las perturbaciones y estadísticas periódicas de fallos Supervisión de los tiempos de ocupación de los enlaces de salida y de los alimentadores locales, e identificación de aquellos órganos permanentemente tomados, o que no son tomados nunca Señales de alarmas cuando se sobrepasan los límites de calidad de servicio, y generación automática de llamadas de prueba Transferencia de las alarmas de las centrales al centro de mantenimiento Gestión de repuestos
<p>Administración y gestión de tráfico</p> <ul style="list-style-type: none"> Gestión automática de los contadores de abonado Estadísticas de cómputo totalizado, para cada tarifa Reparto de ingresos entre distintas Administraciones Tarificación interurbana automática Datos estadísticos para teléfonos públicos (de previo pago) Estadísticas globalizadas sobre tiempos de ocupación y de conversación Medida de los parámetros de la central, para evaluación de los índices de calidad Análisis del tráfico de salida, por ruta y destino Recogida de datos para la planificación de la red

- planificación de las pruebas
- administración de la red (categoría de los abonados, inventarios de los circuitos en cada central, inventarios de repuestos).

Pueden suministrarse distintos terminales, tales como teleimpresores y unidades de presentación visual para satisfacer las necesidades de la administración.

Centro de mantenimiento (CM): estos centros se encargan de la recogida de las alarmas; del diagnóstico y de las pruebas sistemáticas; de la recogida de los informes de mantenimiento; del franqueo de las alarmas y del registro de fallos; de la administración de los almacenes de repuestos y de las herramientas; y de la administración del personal.

Una serie de enlaces de datos, que funcionan a 110 baudios, conectan el centro CORU a los centros de mantenimiento, equipados con teleimpresores. Cada centro de mantenimiento se encarga de varias centrales, con un total que puede oscilar entre 20.000 y 50.000 líneas de abonado. El centro CORU asigna tareas a los centros de mantenimiento, de acuerdo con las necesidades, disponibilidad de personal, hora del día y día de la semana. En caso necesario, las tareas se pueden reencaminar de un centro a otro, optimizando así la gestión de repuestos y la utilización de la mano de obra.

Funciones del sistema

Las principales funciones del sistema caen dentro de cuatro categorías:

- servicios de abonado
- medios de explotación

- medios de mantenimiento
- administración y gestión de tráfico.

La tabla 1 muestra con más detalle estas funciones. El cómputo repetido es particularmente interesante, puesto que se trata de un nuevo método de tarificación en Italia, mediante el cual se puede hacer una tarificación periódica de las llamadas locales. El intervalo de cómputo puede variar dentro de un amplio margen de valores, cumpliéndose el requerimiento de tarifas distintas según la hora del día y el día de la semana.

Interfaz con las centrales electromecánicas

Los centros ESCU pueden integrarse sin dificultad en las centrales convencionales existentes (paso a paso, rotary, barras cruzadas), dada la estructura hardware/software flexible que permite realizar distintas configuraciones, según el tipo de central. En la figura 2 se muestra cómo se conectan los terminales de control remotos del ESCU a una central existente Rotary o PENTACONTA.

La arquitectura está basada en equipos que se van añadiendo a la central sin sustituir ningún equipo electromecánico, ya que uno de los requisitos inexcusables era que las funciones básicas de tratamiento de llamadas por la central no se vieran afectadas en lo más mínimos por causa de una avería en el sistema electrónico.

El control de la central se obtiene interconectando los órganos de conmutación más significativos a los puertos del microprocesador. En el caso de una central 7D, dichos dispositivos son los contadores de abonado y los circuitos de conexión (alimentadores locales). En el caso de una cen-

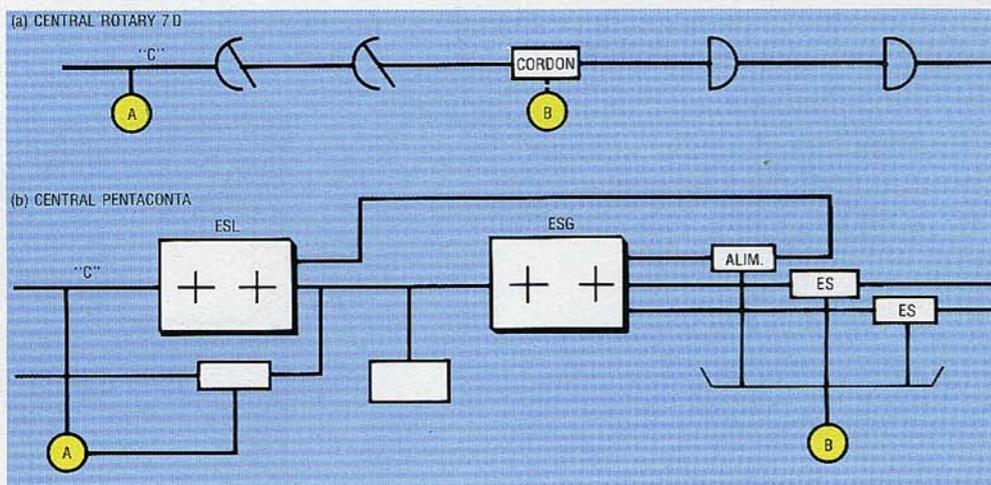
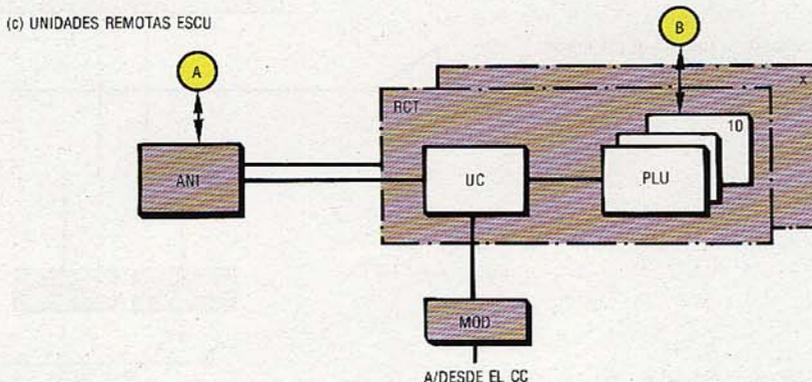


Fig. 2 Conexión entre las unidades remotas ESCU y centrales electromecánicas.
a) Rotary 7D
b) PENTACONTA



tral PENTACONTA se trata de los contadores de abonado, los alimentadores locales, los enlaces de salida y los enlaces de llegada de central satélite.

Estos puntos de interconexión recogen sucesos significativos relativos al circuito controlado, para entregarlos a la unidad de línea periférica controlada por microprocesador (PLU) y a la unidad de identificación (ANI), las cuales a su vez se interconectan con el proceso telefónico, en tiempo real. Los puntos de interconexión se han seleccionado minimizando el número de puntos de monitorización y al de modificaciones de los circuitos electromecánicos y garantizando que la central funciona correctamente cuando el sistema ESCU está fuera de servicio.

La conexión a los alimentadores locales o a los enlaces de salida se encarga de funciones tales como:

- generación de impulsos de cómputo para llamadas locales
- supervisión de órganos y conexiones
- restricción de llamadas, según la categoría del abonado que llama
- temporizaciones
- supervisión y tratamiento de llamadas maliciosas
- registro de datos para cada llamada (por ejemplo, tiempo de ocupación, tiempo de conversación, números del llamante y del llamado).

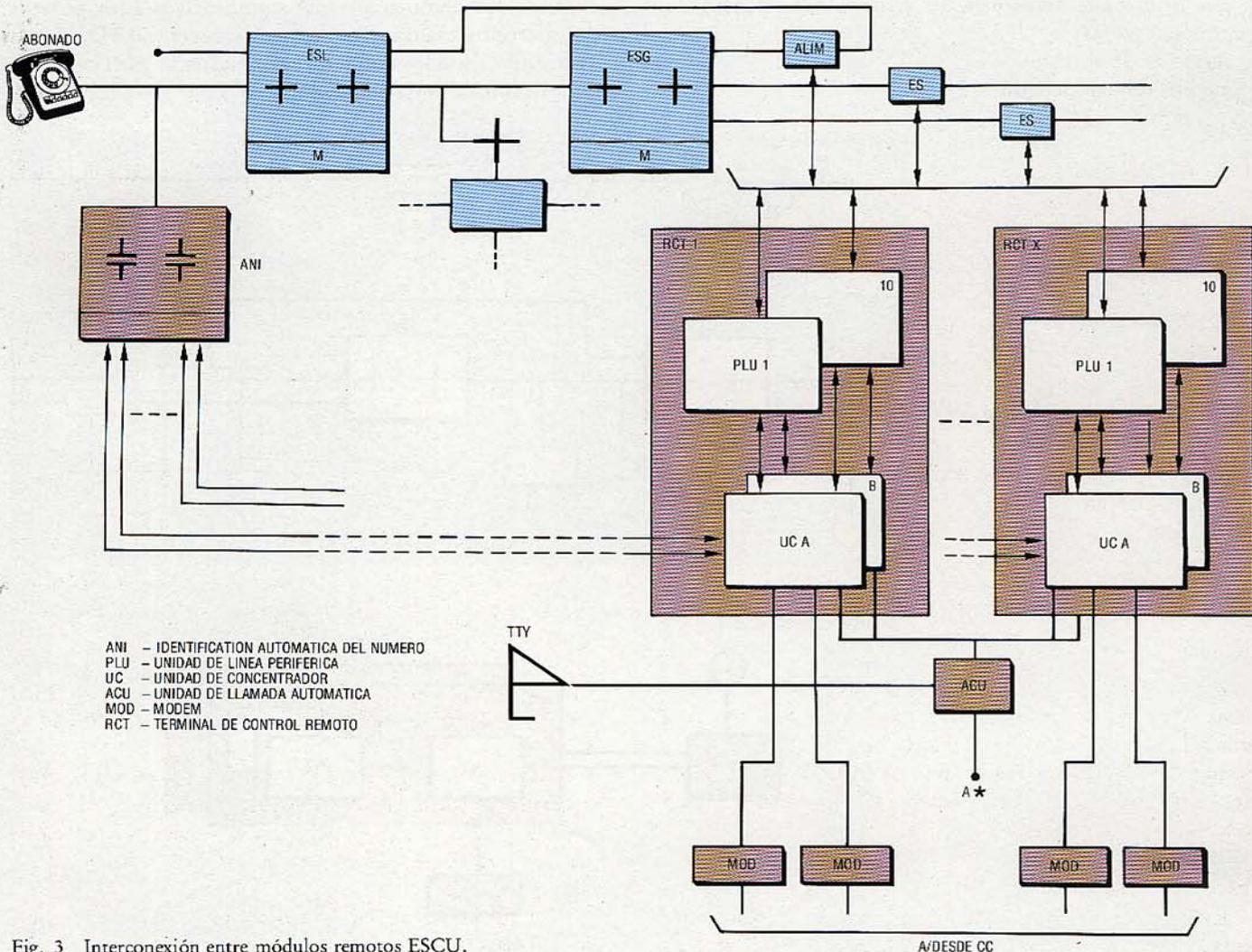
Gracias a la conexión con los contadores de abonado se puede llevar a cabo la identificación de abonado; esta función se realiza mediante el equipo de identificación automática del número de abonado (ANI). La conexión con los enlaces de llegada se utiliza para identificar llamadas locales procedentes de las centrales satélites.

La unidad de línea periférica controlada por microprocesador y el módulo de identificación automática del número se conectan mediante un concentrador inteligente (IC).

La generación automática de llamadas de prueba está controlada por una unidad automática de llamada (ACU) y un modem que da una conexión conmutada con el centro de procesamiento (figura 3).

Diseño del sistema

El diseño del sistema se orientó hacia un máximo aprovechamiento de las nuevas posibilidades tecnológicas ofrecidas por los microprocesadores y las modernas técnicas de comunicación de datos. Teniendo en cuenta factores tales como el tipo y tamaño de la central, cantidad de alambreado, disponibilidad de espacio, etc., junto con el comportamiento de los componentes y factores económicos, se consideró como más ventajosa la adopción de una arqui-



ANI - IDENTIFICACION AUTOMATICA DEL NUMERO
 PLU - UNIDAD DE LINEA PERIFERICA
 UC - UNIDAD DE CONCENTRADOR
 ACU - UNIDAD DE LLAMADA AUTOMATICA
 MOD - MODEM
 RCT - TERMINAL DE CONTROL REMOTO

Fig. 3 Interconexión entre módulos remotos ESCU.

ectura distribuida, basada en un gran número de unidades remotas supervisadas por un centro común de procesamiento. La figura 3 muestra la interconexión entre los distintos módulos ESCU remotos: la unidad de línea periférica, el equipo de identificación automática de número de abonado, concentrador inteligente y equipo de llamada automática. Cada unidad se basa en un conjunto común de tarjetas relacionadas con el microprocesador, como se muestra en la figura 4:

- tarjeta de microprocesador (CPU)
- tarjeta de integración de sucesos (INT)
- tarjeta multiplexadora de cuatro canales en serie (MUX)
- tarjeta de actuadores (DIST) para distribuir la señal de 20 kHz
- tarjetas de entrada/salida (I/O) con niveles de entrada programables en "firmware"
- tarjeta que proporciona dos canales en serie, y comunicación interprocesadores a través de una memoria común (SIO)
- tarjeta de control del sistema de identificación para identificación de peticiones en la cola (ISC).

A continuación se van a describir las funciones realizadas por los cuatro módulos remotos y el centro de proceso. Todas las unidades están conectadas por medio de canales de comunicación asíncronos en serie (acoplamiento no rígido) que funcionan a 9,6 kbaudios. El protocolo es del tipo dúplex, basado en la transmisión de caracteres de 8 bits, enviando un acuse de recibo desde el extremo receptor para cada mensaje transmitido. Para lograr la fiabilidad necesaria, todas las unidades están duplicadas, salvo la unidad de línea periférica y la unidad de llamada automática.

Unidad periférica de línea

Esta unidad realiza las funciones de control y de recogida de datos relativos a un número limitado de alimentadores locales y enlaces de salida. Durante el establecimiento de la llamada, la PLU recoge y almacena todos los datos pertinentes (número del enlace, cifras marcadas, tiempo de conversación o de ocupación, número de impulsos de cómputo); cuando la llamada repone, envía todos los datos al centro de procesamiento a través del concentrador inteligente.

En el curso de la llamada, y en cuanto se han marcado las dos o tres primeras cifras, la PLU solicita a la unidad de identificación automática la identidad del abonado que llama, a través del concentrador.

Cada unidad atiende a 30 enlaces; hasta 12 unidades se conectan a una unidad de concentrador duplicada.

Unidad de concentrador

Esta unidad es, prácticamente, un concentrador de líneas de datos inteligente, situado en la confluencia de la unidad de línea periférica, la unidad de identificación automática y el centro de procesamiento. Cada concentrador se conecta solamente a una unidad de identificación y a un centro de procesamiento.

Unidad de identificación automática

Esta unidad realiza la identificación del abonado o del enlace de llegada, bajo petición de la unidad periférica de

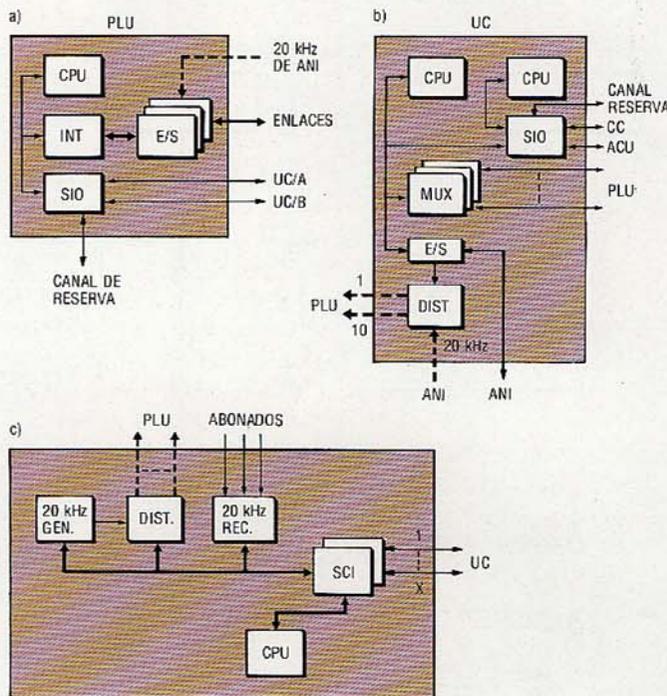


Fig. 4 Diagramas en que se muestra la estructura de los distintos módulos utilizados en:
 a) la unidad de línea periférica
 b) concentrador inteligente
 c) unidad de identificación automática del sistema ESCU.

línea según un método FIFO (primero que llega, primero que sale), ya que la central sólo permite una identificación simultánea. La señal de identificación es generada por un generador interno de 20 kHz; se envía directamente a la PLU que lo ha solicitado, a través de una conexión directa, y es recogida en código 2 entre 5, sacando la señal de 20 kHz de los contadores de abonados (dos condensadores por contador).

El equipo está duplicado, y cada una de sus dos partes ejecuta alternativamente la petición efectuada. El resultado de la petición de identificación es enviado por el PLU, junto con las cifras marcadas, al centro de procesamiento, a través del concentrador, y se espera un código de operación relativo a las operaciones de la unidad periférica de línea (ritmo de cómputo, restricciones en las llamadas, etc.).

Unidad de llamada automática

Esta unidad se utiliza en casos de emergencia, si falla la transmisión al centro de procesamiento sobre la línea dedicada. En este caso se establece la conexión al centro de procesamiento por medio de líneas conmutadas normales. También puede establecer llamadas de prueba automáticas a través de la central, análogamente a un simulador de tráfico.

Otra misión de esta unidad es la de proporcionar una conexión conmutada entre un operador remoto y el centro de procesamiento, para actualización de parámetros, o para comunicación durante las operaciones de mantenimiento.

Esta unidad se conecta a todos los concentradores inteligentes dando terminal de acceso (pantalla o teleimpresor)

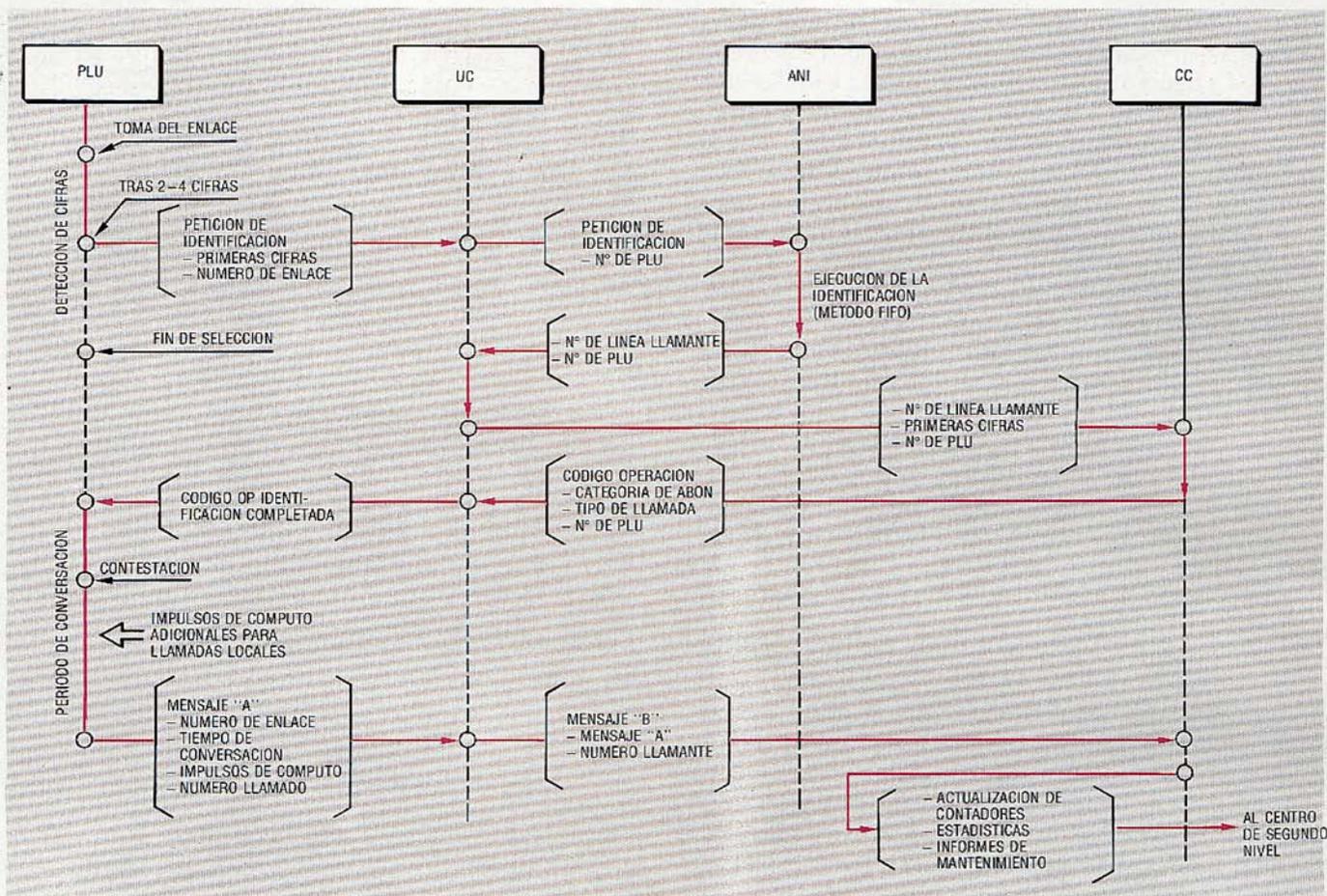


Fig. 5 Procedimiento típico de tratamiento de llamadas.

al operador para todas las unidades del terminal de control remoto.

Centro de procesamiento

Una función importante que se realiza a nivel de centro de procesamiento es la de análisis y correlación de la identidad del abonado con las cifras marcadas, para determinar el código de operación que necesita la unidad periférica de línea. Otras funciones centralizadas que se realizan en el centro de procesamiento son: recogida de mensajes de llamada, almacenamiento transitorio de los impulsos de cómputo; diálogo hombre-máquina; toma de datos estadísticos a corto plazo; comunicación con el centro de segundo nivel por medio de una línea dedicada o de ACE (línea conmutada de emergencia); y distintas funciones relativas a la gestión del ESCU (incluyendo alarmas y períodos de tarificación).

Supervisión de llamadas

La reunión de los módulos descritos constituye un sistema multimicroprocesador, interconectado por líneas asíncronas serie.

Para la ejecución de las tareas correspondientes a las funciones de los centros de primer nivel se requieren muchas interacciones entre las distintas unidades: recogida de datos de cada llamada, identificación de abonados, etc. La

figura 5 muestra un procedimiento típico de tratamiento de llamadas.

Medios para el tratamiento

Las funciones de procesamiento de alto nivel, tales como la comunicación hombre-máquina, se han asignado al centro de procesamiento según una estructura jerárquica organizada en dos niveles. Con esta estructura, los distintos niveles del terminal de control remoto actúan como terminales inteligentes ante el centro de procesamiento; las intervenciones de un operador remoto se envían para la supervisión al centro de procesamiento.

Si el operador remoto desea, por ejemplo, actualizar la asignación de categoría de un abonado, cambiar el reloj de hora del día, o modificar algún parámetro, genera un mensaje de interrogación que se envía al centro de procesamiento. Tras comprobar el mensaje y actualizar la base de datos, el centro de procesamiento devuelve una confirmación y una orden de actualización a la central remota. Este procedimiento se aplica a todas las funciones del sistema que afectan al servicio telefónico.

Las funciones relacionadas con el mantenimiento y la supervisión del sistema remoto electrónico adoptan diferentes procedimientos que aprovechan plenamente la estructura distribuida del sistema. En esta estructura, muchos módulos diferentes pueden auto-probarse e interco-

municarse mediante los enlaces de datos serie. Las unidades periféricas de línea comunican con las unidades concentradoras, y todas ellas comunican con las ACU. De esta forma un operador de mantenimiento puede acceder a todas las unidades a través de un terminal de datos conectado a la ACU. La intervención del operador no interrumpe las funciones normales del sistema porque el terminal de operador no interfiere la comunicación entre módulos. Además se han previsto canales de reserva entre las unidades periféricas y un panel común de supervisión, en el que puede conmutarse un terminal de datos (portátil) a un canal elegido cada vez. Este panel de supervisión incorpora la lógica de conmutación que se encarga del interfaz con un terminal interactivo asíncrono serie normalizado (por ejemplo, una unidad de presentación visual), con el protocolo asíncrono de alta velocidad específico adoptado entre módulos.

Por lo que se refiere al estado y a la supervisión de los circuitos telefónicos incluidos en el sistema electrónico, las interacciones con el operador se realizan mediante los medios tradicionales ya equipados para el operador de la central, e incorporados en los circuitos electromecánicos.

En el caso de un fallo del centro de procesamiento, el operador remoto puede establecer un procedimiento particular a través de su terminal. En esto caso, la definición de parámetros y los procedimientos de inicialización los realiza normalmente el operador con la ayuda de un lector de cinta (de papel o magnética) conectado a una entrada de la unidad de llamada automática.

Práctica de equipo

La práctica de equipo que se ha utilizado para el sistema remoto es un cuadro especializado, apto para integrarse con unidades PENTACONTA. La figura 6 muestra unas unidades adyacentes al equipo PENTACONTA. Los cuadros tienen 272 mm de alto, 309 mm de profundidad y 1050 mm de ancho.

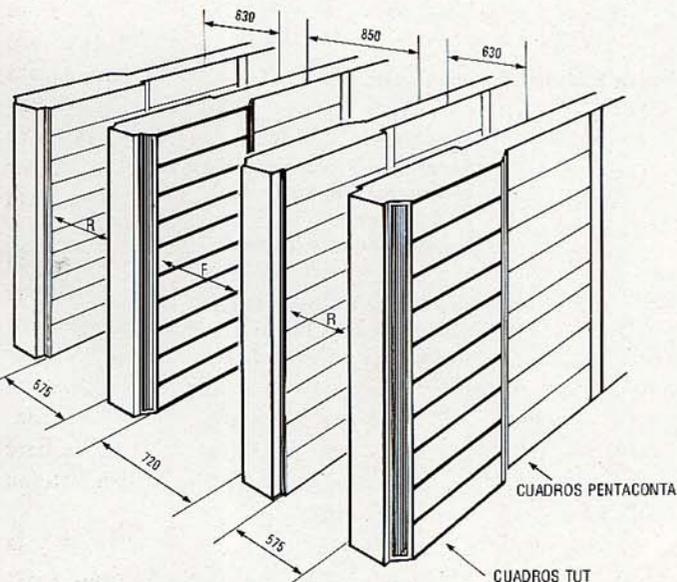


Fig. 6 Práctica de equipo que muestra la integración del nuevo equipo electrónico en los cuadros PENTACONTA existentes.

Para alojar los distintos módulos funcionales en que se ha dividido el sistema electrónico de supervisión, se han definido los seis tipos de cuadro siguientes:

- Cuadro tipo A: hasta dos unidades periféricas de línea
- Cuadro tipo B: una unidad duplicada de identificación automática
- Cuadro tipo C: un concentrador inteligente duplicado
- Cuadro tipo D: puntos de captación de información para 3000 abonados como máximo
- Cuadro tipo E: unidad de llamada automática, módems y panel de supervisión.

En general estos cuadros se equipan agrupados en bastidores especializados. No obstante, si en una central PEN-

Tabla 2 - Clasificación detallada de las características ESCT

<p>Supervisión del funcionamiento del sistema de conmutación</p> <p>Control del proceso de conmutación</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis de la secuencia y tolerancias correctas de cualquier criterio de conmutación y verificación del encaminamiento correcto de las llamadas y del almacenamiento y retransmisión correctos de las cifras marcadas <p>Control y supervisión del equipo de conmutación</p> <ul style="list-style-type: none"> Control de la disponibilidad e indisponibilidad de los circuitos Número de tomas y tiempos medios de ocupación Comprobación de las llamadas eficaces y fallidas en tiempo real Control de tarifa para los impulsos de cómputo Detección de congestión <p>Medidas de tráfico y registro de datos estadísticos</p> <ul style="list-style-type: none"> Medidas de intensidad de tráfico Medida de calidad de servicio Tráfico destinado a cada prefijo (o a cada país) Detección de datos estadísticos, con fines administrativos (reparto de ingresos entre distintas Administraciones) Medidas de tráfico por muestreo Control y gobierno del equipo automático auxiliar para mantenimiento de la central, incluyendo la utilización del equipo de llamada automática <p>Otras características de utilidad para los sistemas de conmutación electromecánicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Margen más amplio de tarifas Retirada de servicio de circuitos, bajo control de microprocesador Cambios de encaminamiento, bajo control de la gestión de red Recogida y gestión de las alarmas de central
<p>Supervisión del funcionamiento del sistema de transmisión</p> <ul style="list-style-type: none"> Transmisión de alarmas a un lugar centralizado, y su gestión Medidas rutinarias para mantenimiento Comprobación de la calidad de la conexión Medidas de transmisión interurbana Supervisión de la red
<p>Supervisión de la alimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> Alimentación de red CA Rectificadores Convertidores CC/CC e inversores CC/CA Baterías Generadores de reserva Gestión de alarmas

TACONTA quedan bastidores equipados parcialmente, se pueden completar con cuadros de los mencionados.

Otras aplicaciones

Se puede pensar en sistemas de control automático para una amplia gama de aplicaciones, basados en los módulos empleados en el sistema ESCU. De hecho ya se ha esbozado un proyecto para la gestión técnica de las centrales interurbanas (sistema ESCT*). Las características que debe tener el sistema propuesto se pueden clasificar en tres grupos: supervisión del funcionamiento del sistema de conmutación, supervisión del funcionamiento del sistema de transmisión, y supervisión de la alimentación. En la tabla 2 se detallan estas características. La configuración de equipo del sistema consta de varias unidades terminales conectadas a diferentes unidades de la central controlada. El centro de procesamiento, que supervisa varias centrales y dialoga con el segundo nivel del sistema ESCT (CORT**), tiene interfaces con las unidades a través de los concentradores.

Conclusiones

El sistema de control descrito permite mejorar muchas de las centrales locales electromecánicas añadiendo tres ti-

* ESTC: Elaboratore di Servizio per Centrali di Tránsito (procesador de ayuda para centrales de tránsito)
 ** CORT: Centro Operativo Rete di Tránsito (centro operativo para red interurbana)

pos de centros a la red: el centro de procesador de ayuda (ESCU) de nivel 1, el centro operativo de nivel 2 (CORU) y el centro de mantenimiento. Se mejoran los servicios de abonados, la operación, el mantenimiento y la gestión de red hasta obtener casi las mismas prestaciones que con las modernas centrales electrónicas.

Cristiano Dall'Olio nació en 1945. Estudió ingeniería electrónica en el Politécnico de Milán, graduándose en 1970. Tras trabajar durante un período de tiempo en el Instituto de Comunicaciones Eléctricas de la Universidad, en donde se dedicó a estudios sobre redes de datos, ingresó en CSELT en donde trabajó en los campos de transmisión de datos, terminales de datos y protocolos. Posee experiencia en desarrollo de centrales experimentales PCM digitales por división en el tiempo y en señalización y sincronización para enlaces TDMA vía satélite. El Sr. Dall'Olio trabaja ahora en FACE, Milán, en el diseño de sistemas de control remoto, para la recogida y proceso de datos.

Gaudenzio Lanzi nació en Parma en 1933. Estudió ingeniería eléctrica en el Instituto Técnico Industrial de Parma, en donde obtuvo su diploma en 1964. Ingresó en FACE en 1959, trabajando en el departamento técnico en la investigación y desarrollo de nuevos sistemas y dispositivos para centrales telefónicas. En la actualidad es jefe de la sección telefónica del Departamento de Sistemas.

Luigi Pizzini nació en 1943. Estudió en la Universidad de Padua graduándose en 1969 en ingeniería eléctrica. En ese mismo año ingresó en SIATEM, trabajando en automatización electromecánica de máquinas industriales. En 1971 pasó a FACE, para trabajar en sistemas de organización y gestión de red, basadas en ordenador. En 1974, se convirtió en jefe de proyecto para aplicaciones de los sistemas auxiliares de telefonía (SAT), siendo responsable de la dirección del diseño del sistema ESCU/CORU.

Oficinas Editoriales

La correspondencia relacionada con los diferentes versiones de Electrical Communication debe dirigirse al editor correspondiente:

Michael Deason
 Electrical Communication
 Great Eastern House
 Edinburgh Way
 Harlow, Essex
 England

René Thévin
 Revue des Télécommunications
 18-20 rue Grange Dame Rose
 78 140 Vélizy-Villacoublay
 France

Otto Grewe
 Elektrisches Nachrichtenwesen
 Hellmuth-Hirth-Straße 42
 7000 Stuttgart 40
 Deutsche Bundesrepublik

Juan Antonio Gómez García
 Comunicaciones Eléctricas
 José Ortega y Gasset, 22
 Madrid-6
 España