

Comunicaciones Eléctricas

Edición española de ELECTRICAL COMMUNICATION

revista técnica publicada trimestralmente por

INTERNATIONAL TELEPHONE and TELEGRAPH CORPORATION

RESUMEN

VOLUMEN 46 (1971) NÚMERO 3

En este número	178
Tecnología de los ordenadores en el campo de la telefonía, por <i>Lester A. Gimpelson</i>	179
Métodos actuales para la investigación de las propiedades de tráfico de las redes de telecomunicación, por <i>A. Rodriguez Rodriguez</i> y <i>J. E. Villar de Villacián</i>	183
Simulación en tiempo real del mundo exterior, por <i>B. Fontaine</i>	190
Descripción del sistema COBIT, por <i>J. Cordero Badorrey</i> y <i>F. Vidondo Morras</i>	193
Planificación de redes con ayuda de ordenadores — Emplazamiento de centrales telefónicas en líneas urbanas, por <i>M. Enriquez de Salamanca</i> y <i>J. Zulueta</i>	198
Optimización de redes nacionales, por <i>P. A. Caballero Gallego</i>	204
Desarrollo de un plan fundamental para San Juan mediante ordenador, por <i>Lester A. Gimpelson</i>	209
Los teléfonos en el mundo el 1 de Enero 1970	216
Nuevas realizaciones	220



Editor principal: Pierre Mornet

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

En este número

Tecnología de los ordenadores en el campo de la telefonía

El impacto principal que la tecnología de los ordenadores está teniendo en la industria de las telecomunicaciones se produce a través de la central controlada por ordenador. Este desarrollo se ha publicado en artículos de anteriores ediciones de "Comunicaciones Eléctricas" y se seguirá informando en el futuro. La presente edición ilustra el panorama de aplicaciones de la tecnología de ordenadores de telefonía en áreas diferentes a la de conmutación propiamente.

En los artículos de este número se consideran dos áreas, la técnica de ordenador que ayuda en el diseño y análisis de los sistemas de conmutación, y la ayuda de ordenador para la planificación y desarrollo de las administraciones telefónicas. Esta introducción presenta el espectro de la tecnología de ordenadores desde la central de conmutación misma de aplicación de los programas de ordenador para su empleo por los diferentes departamentos de compañías telefónicas, y discute la mayor flexibilidad que esta tecnología ofrece y sus efectos sobre la administración telefónica.

Métodos actuales para la investigación de las propiedades de tráfico de las redes de telecomunicación

El uso de los ordenadores como herramienta en la ingeniería de tráfico ha permitido que se hayan realizado grandes avances en áreas tales como sistemas de mallas, determinación de la calidad de las interconexiones graduadas, evaluación del tráfico de ayuda mutua, comportamiento del tráfico de desbordamiento, sistemas combinados de pérdida y espera, etc. Por otra parte, el creciente número de ordenadores, trabajando en tiempo real en los sistemas de comunicaciones, ha ayudado notablemente a incrementar la literatura sobre complejos sistemas de espera.

Junto con estos estudios, y debido a la ayuda prestada por los ordenadores, otros problemas de investigación operativa en la teoría de tráfico han sido resueltos, tales como el cálculo de las matrices de distribución de tráfico y el diseño automático de interconexiones graduadas.

Los métodos de simulación se aplican corrientemente en el establecimiento de redes suficientemente fiables, con el fin de encontrar contestación a los fallos que pueden producirse en los órganos de conmutación, o averías en los canales de transmisión de datos.

Es también posible estudiar la flexibilidad que los métodos de encaminamiento pueden incorporar al sistema, así como la posibilidad de supervivencia a condiciones catastróficas. La simulación cubre una amplia gama de intereses en este campo de investigación ya que su versatilidad permite la creación sintética de fallos, así como la reproducción de estrategias que en cada caso puede adoptar el sistema.

Simulación en tiempo real del mundo exterior

El método de simulación en tiempo real fué creado para la verificación de los programas de los sistemas controlados por procesador. Se caracteriza por el empleo de:

a) Un calculador conectado a los procesadores del sistema, a través de un circuito intermedio especial de adaptación.

b) Dos paquetes de programas:
— un compilador de sucesos que facilita al programador la definición en un lenguaje de alto nivel de los sucesos externos que desea simular;

— el "programa de simulación", cuya función es simular los circuitos de la central, las líneas de abonado y las de enlace con otras centrales.

Este método ha sido utilizado por ITT en Europa desde hace más de cuatro años con resultados positivos en lo que a la fiabilidad de los programas y a las ventajas en su verificación se refiere.

Descripción del sistema COBIT

La creciente complejidad de las modernas centrales telefónicas ha creado grandes problemas en la fase de pruebas de instalación y comprobación final.

El artículo describe un sistema compuesto por un ordenador en tiempo real conectado a un adaptador ("interface") electrónico

y electromecánico, que realiza automáticamente las pruebas de las centrales telefónicas. El mundo externo, abonados y centrales distantes, son simuladas por el ordenador a través del "interface". Se obtiene impresa información detallada de diagnóstico para identificación de la falta.

El sistema descrito ha sido empleado con éxito en la prueba de centrales Pentaconta.

Las principales ventajas del sistema son:

- reducción del 60 % en la duración de las pruebas;
- drástica eliminación de los factores humanos;
- alta calidad y comportamiento en las pruebas en instalación;
- buena información de diagnóstico para identificación rápida de faltas.

Planificación de redes con ayuda de ordenadores — Emplazamiento de centrales telefónicas en líneas urbanas

La selección del número y emplazamiento de centrales telefónicas en zonas urbanas es uno de los problemas con que a menudo se enfrentan los planificadores. En este documento se presenta un programa de ordenador preparado específicamente para ayudar en el proceso de llegar a la solución más ventajosa.

Dicho programa está basado en una dada predicción de demanda de servicio y en la información referente a la situación actual, coste y topología urbana. Con estos datos el programa determina el emplazamiento óptimo de las centrales, el coste de la red completa y las áreas de servicio de las citadas centrales.

Este programa de ordenador no es sino uno de una serie de programas desarrollados por División de Aplicación de Ordenadores de ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S.A. El programa lleva más de dos años en operación y ha sido usado por las Administraciones para muchos estudios de planificación en 10 naciones.

Optimización de redes nacionales

La optimización del diseño de redes telefónicas cobra cada vez una mayor importancia, a medida que los sistemas son más complejos y las inversiones de capital en equipos crecen en volumen. Los ordenadores juegan un inestimable papel en el diseño, en cuanto que permiten la simulación de modelos registrados de redes, dando luz sobre factores que configurarán la decisión final. ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S.A., ha definido los problemas de tráfico en términos de varios parámetros que permiten la concepción de un relativamente sencillo programa de ordenador de estructura modular. Los modelos de la red y leyes de encaminamiento pueden variarse en forma sencilla, mediante la sustitución de los módulos del programa necesarios.

Desarrollo de un plan fundamental para San Juan mediante ordenador

El plan fundamental para una red telefónica metropolitana es el arma principal para el desarrollo de la previsión del futuro, de 15, 20 o más años y propuesta de desarrollo de métodos operativos. La propuesta de planes para los primeros cinco años se han convertido en programa de construcción de las compañías telefónicas, mientras que el contenido para los años posteriores indica directrices futuras y necesidades de capital y también sus efectos sobre decisiones inmediatas.

Se necesita una revisión periódica para que puedan ser solicitadas mejoras en la previsión y los planes para ajustarse a los nuevos métodos. Los primeros años del plan fundamental puesto al día gobierna el programa de construcción inmediata.

Se discute en este artículo los componentes de apoyo de un plan fundamental, el estudio de las alternativas que han de examinarse y las conclusiones que se puedan sacar basándose a título de ejemplo, en el estudio real para San Juan, área metropolitana de Puerto Rico. Para este estudio complejo de numerosas disposiciones alternativas, se emplearon dos programas de ordenador para ayudar en la evolución de estas propuestas: un programa elige la situación de las nuevas centrales telefónicas y otro el dimensionado de la red de enlace entre centrales. (Estos programas se describen en dos artículos anteriores).

Tecnología de los ordenadores en el campo de la telefonía

Los ordenadores están produciendo el mayor impacto en la tecnología telefónica desde el conmutador de Strowger. La central controlada por procesador es el más significativo de los avances técnicos. Sin embargo, hay una gran variedad de ordenadores y aplicaciones interesantes para las compañías telefónicas, que se discuten en este número.

LESTER A. GIMPELSON

International Telephone and Telegraph Corporation, World Headquarters, Nueva York

Introducción

Las compañías telefónicas han tenido la reputación de ser cautas en la utilización de los avances tecnológicos, sobre todo si se las compara con otras industrias de base tecnológica. Este carácter conservador, que generalmente poseen las empresas de servicios públicos, se ha basado no solo en la longevidad que requieren sus inversiones de capital (edificios, equipos de conmutación, sistemas de transmisión, terminales, etc.), con unos tiempos de vida que se espera que oscilen de 25 a 35 años o más, sino también en la magnitud de las desviaciones de dichas inversiones, así como en la necesidad de compatibilidad con el equipo ya existente. La llegada del ordenador (procesadores que controlan redes, procesadores periféricos, ordenadores separados y asociados) ha dado lugar de una manera significativa a que tanto en el equipo como en los procedimientos de operación, se estén produciendo continuos cambios tecnológicos de forma tan rápida que no se recuerda nada parecido desde la aparición del sistema "Strowger". Este número especial de Comunicaciones Eléctricas está destinado a destacar algunos de estos cambios tecnológicos.

Sin lugar a dudas, el principal impacto sobre las telecomunicaciones, tanto sobre las administraciones telefónicas como sobre sus proveedores, se ha producido por la aparición de los sistemas controlados por ordenador. Este desarrollo es denominado normalmente semielectrónico en el sentido de que un procesador especial dirige o controla los cierres de puntos de cruce de naturaleza mecánica; en el futuro, dichos puntos de cruce serán completamente electrónicos como ocurre con los conmutadores PCM. Si en este número especial se tuvieran que incluir los artículos de acuerdo con su posible impacto, la mayoría de su contenido estaría dedicado a la conmutación controlada mediante procesador. Sin embargo, en números anteriores han aparecido descripciones suficientemente detalladas tanto de sistemas periféricos como de los sistemas telefónicos de ITT controlados por procesador, y asimismo nuevos artículos están programados para un futuro próximo. (A continuación de esta introducción se puede encontrar una lista de los artículos que, referentes a estas materias, se han publicado durante los últimos años). Para el presente número, se ha seleccionado un conjunto de artículos que muestran la variedad de las aplicaciones de los procesadores y su repercusión sobre la telecomunicación. Dicha variedad puede expresarse en términos tales como la utilización de los ordenadores en el diseño de los sistemas de conmutación, o en la deter-

minación mediante el ordenador de donde y cuando se debe instalar una nueva central, o en la realización de pruebas de una central durante su instalación o en el desarrollo de planes para redes urbanas y nacionales; estas áreas serán cubiertas por diferentes artículos en el presente ejemplar. Otras áreas diferentes de aquellas más próximas al sistema de conmutación son cuadros de operadoras controlados mediante ordenador, sistemas de interceptación, sistemas de medidas de tráfico, sistemas de mantenimiento, etc., otras áreas más alejadas de la central misma son facturación mediante ordenador, administración de las órdenes de servicio, mantenimiento mediante ordenador de los archivos de planta, establecimiento de las guías telefónicas, etc. ITT está utilizando los ordenadores de manera extensiva tanto en la ingeniería de diseño y dimensionado como en los procesos de fabricación. Por otra parte, los ordenadores constituyen la herramienta fundamental en una gran parte de los procesos de investigación, así como en los proyectos en desarrollo en los laboratorios de ITT.

Como anteriormente se indicó, de todo el amplio espectro de áreas en las que la tecnología del ordenador puede aplicarse en la telefonía, los artículos de este ejemplar de Comunicaciones Eléctricas se han orientado fundamentalmente sobre dos: técnicas para el diseño y análisis de los sistemas de conmutación, y programas de ordenador para ayudar al personal de ingeniería de las compañías telefónicas en sus trabajos de planificación. (Para estos temas, los artículos son aplicables tanto a los sistemas de conmutación electro-mecánica como a los controlados mediante procesador). Antes de presentar las áreas mencionadas, se describirán de forma breve otras áreas de este amplio espectro no sin antes discutir la cuestión principal y genérica del diseño.

Consideraciones en el diseño de un sistema

La flexibilidad que presenta un sistema de conmutación, así como un sistema periférico controlado por procesador (por ejemplo, un sistema de interceptación), es tanto una ventaja de indudable valor como un problema para el diseñador del sistema. Un ejemplo que aclara este dilema puede encontrarse en la preparación de la factura para el abonado. De acuerdo con la hipótesis de que las llamadas internacionales deben de tener una facturación detallada, el proceso se puede descomponer en las siguientes operaciones: anotación del número y clase de servicio de la línea llamada; anotación del número de teléfono llamado o

del área de destino; anotación de los tiempos en que se inicia y acaba la llamada; cálculo de la duración de la llamada; determinación de la tarifa apropiada de acuerdo no solo con el origen y destino de la llamada, sino también con la hora del día (y posiblemente día de la semana o fiesta) y clase de servicio de abonado; cálculo del coste de la llamada más los impuestos; adición de los costes durante el período de tiempo a ser facturado y finalmente preparación y escritura de la factura a ser presentada al cliente, incluyendo los gastos de los servicios básicos durante dicho tiempo, los debidos a los tiempos de duración de las llamadas (controlados mediante sistemas de medición) y los cambios detallados de moneda para las llamadas internacionales. Ahora bien, ¿qué partes de este proceso pueden ser efectuadas de mejor forma mediante el procesador que controla el sistema, o bien por un procesador periférico o uno de uso general? Por una parte, el procesador que controla el sistema podría producir una salida ya bien en forma de tarjetas perforadas o mediante cinta de papel o magnética, conteniendo los datos relativos a la línea llamante, número llamado, e instantes de comienzo y fin de la conversación. Por otra parte, dicho procesador podría imprimir la factura del cliente ya bien en tiempo real o durante los períodos de "inactividad". Entre ambos extremos existen varios niveles de cálculo en íntima relación con los ordenadores de aplicaciones comerciales: ya bien mediante un procesador periférico que reciba los datos que le comunique el procesador que controla el sistema y realice la facturación, o mediante una unidad periférica que imprima sobre las cintas las llamadas tarifadas; estas cintas, a su vez, serán utilizadas como datos de entrada en un ordenador de uso general que producirá la facturación del cliente. De esta manera queda claro que son posibles dos, uno o ningún tipo de interconexión.

Aún cuando los diseñadores de sistemas ponderen los problemas técnicos y económicos de cada una de las tres posibilidades mencionadas, es fácil observar que cada una de ellas producirá efectos muy importantes sobre la organización y operación actual de las compañías telefónicas. Por ejemplo, con una configuración inicial que incluya un procesador periférico especial y las calculadoras que actualmente utilizan en los departamentos comerciales, ¿quién dirige la programación así como las especificaciones del programa que se utilice en el procesador periférico? En este sentido existe una complicación más amplia todavía que la de quién es responsable para cada parte del proceso. Es un hecho de sobra conocido, que cuando un proceso manual es sustituido gradualmente por otros que utilizan el ordenador, el sistema resultante es frecuentemente más caro de utilización que las técnicas manuales previamente utilizadas (sin prestar atención para nada a la mejora introducida en lo que se refiere a la fiabilidad de los resultados). Como consecuencia de esto, es necesario revisar el procedimiento completo con el fin de obtener el máximo provecho. Para una administración telefónica esto significa que durante las etapas de diseño exista entre los departamentos operativos una cola-

boración extraordinaria, así como posiblemente una redistribución de trabajos. Continuando con el ejemplo referente a la facturación del cliente, se necesitaría con el fin de asignar responsabilidades, tarea algunas veces extremadamente difícil, una gran cooperación entre el departamento comercial y los ingenieros de conmutación controlada mediante procesador.

De esta forma, nuestra necesidad (la del proveedor y la del usuario) es no sólo realizar cálculos mediante el ordenador; fundamentalmente es cómo aplicar la tecnología de ordenadores a aquellas áreas en las que sea posible obtener una mejora en las operaciones o una economía máxima.

Aplicaciones de los procesadores

Esta sección está dedicada a las aplicaciones de los procesadores; mientras que algunas de ellas están actualmente siendo utilizadas, otras se encuentran en desarrollo o está siendo estudiada su conveniencia en la tecnología de los ordenadores. Este breve examen pretende ser representativo más bien que exhaustivo.

Area de mantenimiento

- Pruebas en instalación: pruebas totales de una central durante el período de instalación con el objeto de determinar y localizar toda clase de faltas (véase página 193 de este número).
- Mantenimiento automático: Detección y localización de fallos; comprobación después de la reparación; prueba rutinaria para medir la calidad de servicio.
- Indicación de alarmas: control de alarmas y de otros indicadores; iniciación de acciones y comunicación de partes.
- Pruebas automáticas de transmisión: pruebas de los medios de transmisión con el fin de localizar los canales defectuosos.

Areas de administración

- Medidas de tráfico: medida y registro de los datos de tráfico de los equipos de conmutación y grupos de circuitos; procesamiento y evaluación de los datos de tráfico.
- Administración de redes: control de las redes y centrales de conmutación, con el fin de asegurar que el tráfico se curse de forma eficiente para distintas configuraciones de carga.
- Reestablecimiento automático: reasignación de las distintas facilidades una vez que se actúan los indicadores de alarma.

Areas de servicio

- Posiciones de operadora: operación automática de las funciones manuales (por ejemplo, llamadas interurbanas o llamadas de cobro revertido), interceptaciones, información y otras funciones (por ejemplo, el servicio de despertador).
- Observación de servicio: medida y observación de la calidad de servicio.

Áreas de Operaciones

- Administración de órdenes de servicio: producción y distribución de las órdenes de servicio; asignación de las líneas de abonados y de las facilidades de planta exterior; comprobación de la ejecución de las órdenes.
- Producción de guías telefónicas: establecimiento e impresión de las guías y actualización de los servicios de información y de las posiciones de intercepción.
- Archivos de planta: mantenimiento de los archivos de conmutación, transmisión y planta exterior; establecimiento de asignaciones; indicación de faltas y sobrantes.
- Departamentos comerciales: preparación de la facturación de los clientes, nóminas; mantenimiento de las operaciones financieras de la compañía telefónica, tales como control de inventarios, almacenes, etc.

Áreas de Ingeniería

- Ayuda al diseño de equipos (vease artículos en páginas 183 y 186 de este número); ayuda a la planificación a largo plazo (vease página 209).

Estructura del presente número

Con el fin de soportar a la ingeniería de diseño, se han unido a las técnicas analíticas las técnicas de simulación mediante ordenador. Los dos primeros artículos describen el notable progreso de ITT en este área, con lo que la simulación ha pasado a convertirse de un mero ejercicio académico en una valiosa herramienta que normalmente es utilizada por los ingenieros de diseño. En el primero de los artículos "Métodos actuales para la investigación de las propiedades del tráfico en Redes de Telecomunicación", los señores Rodríguez y Villar plantean los métodos fundamentales que se emplean en la simulación estadística mediante ordenador, para pasar más tarde a mostrar como se utilizan estas técnicas para resolver las incógnitas que plantea el diseño, así como para comparar las posibles configuraciones del sistema; igualmente se muestra la enorme ayuda que para el dimensionado del sistema de conmutación presta esta técnica. Estos métodos son los normalmente utilizados tanto en el sistema Pentaconta* como en los sistemas Metaconta* de ITT.

El artículo de B. Fontaine titulado "Simulación en tiempo real del mundo exterior" describe una técnica de simulación de características completamente diferentes; este método fué desarrollado en ITT y ha sido ampliamente utilizado para el sistema Metaconta ITT. En esta técnica el procesador Metaconta, a diferencia con el modelo programado descrito en el artículo anterior, está conectado a otro procesador en el cual mediante programa se reproduce todo el mundo exterior al que el primero va a ir conectado en la realidad; de esta manera, es posible determinar cual es su res-

puesta a cualquier condición de la "vida real", así como comparar diferentes alternativas o medir su rendimiento.

Cuando la central va a instalarse es necesario realizar pruebas detalladas y exhaustivas. Los señores Cordero y Vidondo describen en su artículo "Descripción del sistema COBIT", una técnica nueva que puede ser utilizada en dicho proceso. De la aplicación de esta técnica, resulta una importante reducción en el esfuerzo de las pruebas durante la instalación, así como una mayor fiabilidad de las pruebas. En dicho método, el procesador comprueba de forma metódica cada elemento de la central, indicando las características de la falta y señalando a través del correspondiente diccionario de faltas los posibles elementos causantes.

Los tres artículos finales están orientados hacia el problema de la planificación especificando los diferentes programas de ordenador que ayudan al personal de planificación de las compañías telefónicas en la realización de sus estudios. Dichos programas han sido aplicados a cientos de problemas reales por los ingenieros de las administraciones telefónicas de numerosos países (incluyendo todas las compañías operativas de ITT), habiendo demostrado su utilidad tanto por la mejora producida en la calidad de los estudios de planificación a largo plazo, como por el aprovechamiento del trabajo de ingeniería tan escaso en la hora actual.

El programa que los señores Enriquez de Salamanca y Zulueta describen en su artículo "Planificación de redes con ayuda de ordenadores — Emplazamiento de centrales telefónicas en áreas urbanas" se orienta hacia el problema de donde debe colocarse en un área urbana una nueva central telefónica. Los autores demuestran como el ingeniero de planificación puede hacer frente de forma rápida a los miles de posibles alternativas que se le ofrecen empleando un esfuerzo virtualmente análogo al que requeriría en el caso de una única alternativa.

"Optimización de redes nacionales" de P. A. Caballero está orientado hacia el problema de la planificación de la red de enlaces entre centrales ayudando en gran manera al estudio que la ingeniería de tráfico debe realizar en el caso de que crezca la red nacional del país. También se aplica a estudios en ciudades importantes con enlaces entre centrales locales y de tránsito.

Ambos programas han sido creados para que sean utilizados por los ingenieros de las compañías telefónicas y por consiguiente no requieren mano de obra especializada en el campo de los ordenadores, para su aplicación. Con el fin no solo de demostrar este último punto, sino también mostrar la versatilidad de estas técnicas y más particularmente de explicar el valor práctico de la planificación ayudada por el ordenador, el artículo final "Desarrollo de un plan fundamental para San Juan mediante ordenador" de Lester A. Gimpelson presenta una descripción detallada de un estudio de planificación en una área urbana, incluyendo no solo el problema referente al emplazamiento de nuevas centrales sino también el de diseño de la red de enlaces.

* Marca registrada del sistema ITT.

Conclusiones

Como se indicó antes en esta introducción, este número hace hincapié en varios aspectos de la tecnología de los ordenadores y de su impacto sobre la telefonía principalmente ordenadores en el diseño y comprobación de los sistemas de conmutación, y su aplicación en la ayuda prestada a la ingeniería de planificación. Además de otras aplicaciones de la tecnología de los ordenadores, anteriormente comentada, es un hecho cierto que todos los aspectos de una compañía de telefonía están siendo o se verán afectados por estos desarrollos, que serán explicados en futuros números por los ingenieros e investigadores de ITT, aparte de los desarrollos fundamentales de los sistemas de conmutación electrónica.

Lester A. Gimpelson es adjunto al Director Técnico para planificación de redes en el Departamento Técnico de la sede central de ITT, y Director de planificación de redes de INTELPLAN, Inc., subsidiaria de ITT. Tiene responsabilidades en diversas materias, tales como planificación de redes a largo plazo, diseño de redes, administración de redes, control de tráfico, investigación en tráfico, planificación con la ayuda de ordenadores y aplicaciones de éstas a las administraciones telefónicas. Entró en ITT en diciembre de 1968, habiendo previamente sido supervisor en el centro de investigación de tráfico de los laboratorios Bell Telephone; ha estado asimismo en la facultad de la Universidad de Miami (Coral Gables), conferenciante en IBM y en los centros de investigación de British Thomson Houston Company (Rugby, Inglaterra), así como en las Fuerzas Aéreas U.S.A. de Cambridge.

El Sr. Gimpelson obtuvo los grados de B.S. (1957), M.S. y E.E. (Ingeniero Eléctrico) del Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde consiguió la categoría de instructor en ingeniería eléctrica.

Bibliografía

- [1] H. A. Adelaar y J. L. Masure: Sistema de conmutación telefónica semi-electrónica 10CX; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 42 (1967), N° 3, págs. 52—62.
- [2] J. A. Broux: Experiencia inicial del sistema de conmutación semielectrónico 10C; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 43 (1968), N° 4, págs. 319—325.
- [3] E. Ekbergh: Sistema de conmutación 11B; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 43 (1968), N° 4, págs. 366—370.
- [4] H. Benmussa y A. Girinsky: Sistema de conmutación de mensajes DS.4; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 44 (1969), N° 1, págs. 15—25.
- [5] P. Boot y G. C. Tosh: Diseño de redes de igualación con ayuda de un ordenador "conversacional"; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 44 (1969), N° 1, págs. 64—67.
- [6] H. A. Adelaar y J. D. Beierle: Sistema de conmutación telefónico 10-C interurbano; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 44 (1969), N° 2, págs. 115—119.
- [7] K. J. Comes y K. Walter: El programa ITT de síntesis de filtros en ordenador; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 44 (1969), N° 2, págs. 143—154.
- [8] D. L. A. Driver, T. H. Flowers y G. W. Hughes: Centralita privada automática por división en el tiempo; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 44 (1969), N° 2, págs. 108—114.
- [9] J. G. Dupieux, J. R. Mumford y G. W. Wells: Una central tandem PCM experimental; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 44 (1969), N° 2, págs. 100—107.
- [10] K. Mellberg: Sistema de datos CENSOR 900; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 44 (1969), N° 2, págs. 120—128.
- [11] S. O. Petterson: Sistema de datos de pacientes; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 44 (1969), N° 2, págs. 130—135.
- [12] A. Bini: Centros de conmutación telefónica internacional; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 45 (1970), N° 1, págs. 17—26.
- [13] B. W. Jaffé: Sistema de manipulación directa de ITT; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 45 (1970), N° 1, págs. 76—82.
- [14] M. Deshays y G. Le Strat: El cómputo centralizado y el sistema CCR; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 45 (1970), N° 1, págs. 27—41.
- [15] U. Piske y H. Willrett: Sistema de comunicación integrado para palabra y datos; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 45 (1970), N° 2, págs. 131—138.
- [16] A. Melis y G. Verschuere: Sistema de conmutación telegráfica y de datos METACONTA 10C; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 45 (1970), N° 2, págs. 170—180.
- [17] H. H. Adelaar: Influencia del control por programa en memoria sobre el desarrollo de las redes de comunicaciones; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 45 (1970), N° 3, págs. 202—204.
- [18] J. A. de Miguel: Red de conmutación telefónica con retención mecánica y control por programa en memoria; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 45 (1970), N° 3, págs. 205—210.
- [19] G. Yelloz et al: El ordenador ITT-3200; Comunicaciones Eléctricas; Vol. 46 (1970), N° 1, págs. 38—46.
- [20] P. Vitry y A. Pirotte: El PCM en una red de comunicaciones tácticas militares; Comunicaciones Eléctricas, Vol. 46 (1970), N° 2, págs. 143—149.

Métodos actuales para la investigación de las propiedades de tráfico de las redes de telecomunicación

Los primeros procesos de estudio del teletráfico fueron métodos muy simplificados que tienen una aplicación limitada en los casos reales. Hoy día, los ordenadores permiten utilizar modelos más complejos y realistas que son utilizables tanto mediante técnicas de cálculo como de simulación. Actualmente, ITT desarrolla ambas técnicas para el diseño de futuras redes de telecomunicación.

A. RODRIGUEZ RODRIGUEZ
J. E. VILLAR DE VILLACIAN
Standard Eléctrica S. A., Madrid, España

Revisión de los métodos analíticos para el cálculo de la congestión en sistemas de mallas

Durante muchos años, los científicos especializados en la investigación de las propiedades del teletráfico dedicaron sus esfuerzos a la búsqueda de métodos analíticos que permitieran, en la forma más general posible, la evaluación de la congestión de tráfico en los sistemas de telecomunicación.

Si se enfoca la atención a los sistemas de mallas que constituyen las redes de conversación de los sistemas telefónicos actuales, se ve que la obtención de un método de cálculo lo suficientemente preciso, conduce al planteamiento de un sistema de ecuaciones, llamadas de estado, cuyas incógnitas son las probabilidades de estado, ocupación o libertad de las mallas de la red. El número de posibles estados en un sistema de mallas es tan elevado que aún mediante la utilización de ordenadores para su cálculo, la principal dificultad con la que uno se enfrenta es la evaluación de las fórmulas que constituyen la solución del sistema. Como consecuencia de esto, los métodos desarrollados hasta el presente sólo son utilizables en el caso de sistemas con dos etapas [1], [2], [3], por lo que ha sido necesario obtener métodos aproximados para calcular la congestión en sus varias formas, todos ellos basados en un conjunto limitado de hipótesis.

Los distintos métodos aproximados pueden clasificarse en dos grupos:

- Métodos basados en la dependencia estocástica entre las diferentes etapas de un sistema de mallas y en la toma aleatoria de las mallas de una misma sección.
- Métodos basados en la independencia estocástica entre etapas y en la toma aleatoria de las mallas de una misma sección.

Los métodos pertenecientes al primer tipo se refieren a la dependencia estocástica que existe entre las distribuciones de probabilidad que indican el número de mallas simultáneamente ocupadas que existen en cada etapa de la red. Sin embargo, para evitar la complicación que llevaría consigo el proceso de cálculo dependiendo de la estrategia escogida para la toma de mallas, se supone que ésta se realiza de forma aleatoria con una probabilidad de ocupación idéntica para cada malla.

Estas hipótesis facilitan la formulación del sistema de ecuaciones de estado que únicamente puede ser resuelto mediante la aplicación de métodos iterativos.

La consideración utilizada para el segundo tipo de métodos referente a la independencia estocástica entre etapas simplifica de forma notable el cálculo de la congestión en el tiempo.

Las distribuciones de probabilidad principalmente utilizadas son Erlang, Engset y Bernouilli. En general, la diferente elección para cada etapa del tipo de distribución produce resultados muy dispares; la causa reside en el campo de variación de los diversos parámetros tales como el tráfico, dimensiones de las secciones en cada etapa y márgenes en que se mueve la probabilidad de congestión.

Otra simplificación que se utiliza frecuentemente es la de no hacer distinción entre el tráfico ofrecido y el cursado, lo cual evita el uso de métodos iterativos, haciendo por consiguiente más sencillo y rápido el cálculo de la congestión, tanto si es realizada manual como automáticamente. Evidentemente, esta hipótesis adicional conduce a resultados válidos solo en el caso en que la probabilidad de congestión sea lo suficientemente pequeña (menor de 2%).

En la mayor parte de los casos los resultados obtenidos mediante estas simplificaciones son suficientemente precisas y además las fórmulas que conducen a ellos son más sencillas de establecer. Concentraremos aquí nuestra atención en algunas de las más interesantes contribuciones en esta materia, tales como las debidas a Jacobeus, Lee-Le Gall y Lotze. Los tres métodos están basados, en mayor o menor grado, en el estudio de los grafos de la red (es decir, la representación mediante nodos y ramas de las matrices de conmutación y de las mallas, respectivamente, que configuran los caminos posibles que existen desde una fuente de tráfico hasta un órgano o grupo de órganos), para el cálculo de la congestión punto a punto o punto a ruta.

El método de Jacobeus, [4], concebido esencialmente para el estudio de sistemas de mallas de dos etapas, con expansión o concentración en la primera, fué posteriormente extendido con el fin de incluir sistemas de tres o más etapas. El principio fundamental de este método es como sigue:

Consideremos un concentrador de líneas de dos etapas como el que se muestra en la figura 1 y su grafo asociado (Fig. 2) representando los caminos posibles desde una línea hacia una ruta de nb enlaces. Sea $[x_2]$ la probabilidad de que exactamente x_2 secciones secundarias tengan sus b salidas ocupadas en la dirección considerada; sea $[n - x_2]$ la probabilidad de que al



Fig. 1 Concentrador de líneas a dos etapas.

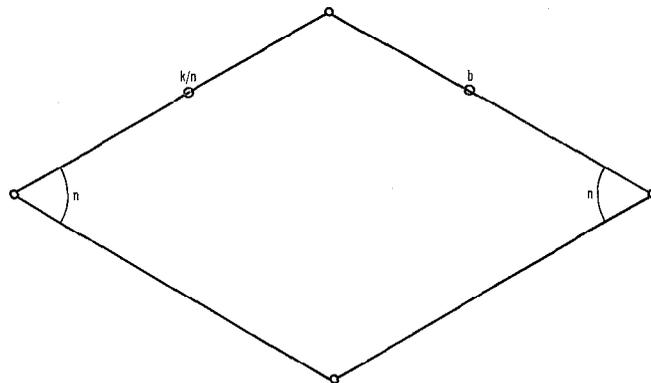


Fig. 2 Grafo punto a ruta para el concentrador de líneas mostrado en la figura 1.

menos $(n - x_2)K/n$ mallas (precisamente aquéllas que conducen a las secciones secundarias con salidas libres) estén ocupadas. Supongamos que los estados x_2 y $n - x_2$ correspondientes a $[x_2]$ y $[n - x_2]$ son independientes. La congestión en el tiempo vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$T = \sum_{x_2=0}^n [x_2] [n - x_2].$$

Para calcular su valor, bastará sustituir $[x_2]$ y $[n - x_2]$ por sus valores apropiados en términos de distribuciones tales como las ya citadas de Engset, Erlang, etc. Es necesario recalcar que este método es válido independientemente del tipo de distribuciones de probabilidades que se tome para las distintas mallas que componen el grafo.

El método de Lee-Le Gall, aunque análogo al de Jacobeus en lo que se refiere a las hipótesis básicas [5], [6], lleva consigo una manera de formulación del grafo distinta de la utilizada en dicho método. Bajo la hipótesis de utilizar la distribución de Bernoulli para todas las etapas de la red, se obtiene un polinomio, cuyos términos son funciones de las probabilidades de ocupación $P_i (i = 1, 2 \dots n)$. Una vez conocido el polinomio, las expresiones del tipo P_i^m se sustituyen por sus correspondientes valores en términos de la distribución de tráfico que se aplique (Engset o Erlang). Teóricamente, este método es utilizable para sistemas de mallas de cualquier número de etapas en los que se aplique para la búsqueda de un camino libre el principio de selección conjugada. Sin embargo, el método presenta algunas desventajas cuando el número de etapas es elevado (> 3) puesto que antes de sustituir los términos de tipo P_i^m por sus correspondientes expresiones, es necesario desarrollar por completo la expresión de bloqueo, en forma polinómica. Por otra parte, el reemplazamiento de los términos P_i^m se vería muy

complicado si se utilizaran otras distribuciones de probabilidad diferentes de las ya citadas de Engset y Erlang.

Como anteriormente se mencionó, la precisión que puede alcanzarse con estos métodos puede verse mejorada si se hace uso de la relación existente entre el tráfico ofrecido y el cursado. El efecto que tiene el hacer uso de dicha relación, sobre todo en el caso en que la carga por malla es elevada, es que la probabilidad de bloqueo puede ser determinada con mayor exactitud.

El método de Lotze, normalmente denominado, CIRB [7], es válido para calcular la congestión en el tiempo y la congestión de llamadas de un sistema de mallas con cualquier número de etapas. Las ideas fundamentales del método son las siguientes: La congestión en el tiempo E se divide en dos partes: bloqueo de las entradas y bloqueo de las salidas; el primero se refiere a la ocupación total de las entradas o las salidas de una sección perteneciente a la primera etapa, dependiendo de si existe expansión o concentración respectivamente; el segundo representa la congestión que existe si las salidas libres de una sección de la primera etapa no tienen acceso a las salidas libres de la ruta considerada. De acuerdo con estas definiciones y supuesto que la probabilidad de ocupación de un cierto número de órganos, x entre N , de un cierto grupo, es prácticamente independiente siempre que se mantenga el mismo tráfico cursado, del tipo de accesibilidad a dicho grupo de órganos (completa o limitada), el bloqueo de las entradas se calcula a partir del tráfico cursado por las salidas de la sección considerada de la primera etapa, utilizando para ello la distribución más apropiada dependiendo del caso en estudio. Para calcular el bloqueo de las salidas se define una accesibilidad media que representa el número medio de salidas libres y ocupadas en la ruta considerada, que pueden ser alcanzadas desde las entradas de la sección perteneciente a la primera etapa. Según esto, si se supone independencia entre los bloqueos de entradas y salidas la fórmula que da el valor de la congestión en el tiempo puede expresarse como sigue:

$$T = [K_A] + [p] \{1 - [K_A]\} \quad i_A > K_A$$

$$T = [i_A] + [p] \{1 - [i_A]\} \quad i_A \leq K_A$$

donde:

$[K_A]$ = probabilidad de estar ocupadas las K_A salidas de la sección correspondiente de la primera etapa.

$[i_A]$ = probabilidad de estar ocupadas las i_A entradas de la sección correspondiente de la primera etapa.

$[p]$ = probabilidad de que se dé bloqueo en las salidas.

Los métodos anteriores son relativamente sencillos para ser investigados matemáticamente, así como de ser tratados por ordenador siempre y cuando el número de etapas no sea muy elevado (≈ 3) o no sean muy complicadas las reglas de interconexión entre las etapas. Sin embargo las complicaciones (formulación de la expresión de bloqueo y cálculo numérico mediante

ordenador), que pueden aparecer en el caso en que no se den las condiciones anteriores, pueden ser difíciles de superar, en cuyo caso es necesario acudir a la simulación.

Las desventajas de la simulación radican no sólo en el largo tiempo que se requiere de procesamiento, lo que da lugar a costes elevados, sino también en la dificultad de crear un programa general de simulación válido para todos los tipos de redes. Por consiguiente, existe una necesidad clara de encontrar un programa de cálculo capaz de cubrir una amplia gama de redes telefónicas y que sin embargo posea una formulación matemática relativamente sencilla.

Actualmente, ITT está tratando de diseñar un método de cálculo que aunque basado en las mismas hipótesis que las anteriores, evite la mayor parte de las dificultades que presentan los otros métodos.

El método descrito en [9] ha sido aplicado para el dimensionado del sistema METACONTA* como complemento a las técnicas de simulación. Las principales ventajas de este método cuando se le compara con las anteriores son las siguientes:

- Permite que sea posible hasta cierto punto el tener en cuenta la dependencia que existe entre etapas.
- El programa de ordenador es construido en bloques, de forma tal que si se varían las distribuciones de probabilidad, o se modifican las reglas de interconexión en las etapas centrales de la red, solamente es necesario cambiar algunos bloques dentro del programa.

Por consiguiente el método es un primer intento de construir un programa general que sea válido para el cálculo de sistemas de mallas de cualquier número de etapas.

Sistemas de colas

Los sistemas de colas aparecen con frecuencia en los sistemas de telecomunicación, especialmente en las unidades de control donde es normal encontrar una sucesión de puntos de espera antes de llegar a los diferentes órganos especializados.

Aunque el problema de tratamiento de los sistemas de espera es bastante complicado en los sistemas de control electrónico o electromecánico, todavía es más complejo en el caso de los sistemas controlados mediante procesador en los que existe una fuerte dependencia entre programas y órganos.

Los parámetros que caracterizan un sistema de colas son los siguientes: ley de distribución de servicios, número de fuentes de tráfico, ley de distribución de los tiempos de ocupación de los distintos órganos (o ley de distribución de los tiempos de ejecución de los diferentes programas), número de órganos que prestan servicio, capacidad de la línea de espera, estrategia en el tratamiento de la cola (aleatoriamente, en orden de llegada, etc.) y secuencia de utilización de las líneas de espera y de los órganos de servicio.

* Marca registrada del sistema ITT.

Hasta ahora, solamente un número limitado de modelos matemáticos, así como de soluciones se han desarrollado, y aun algunos de éstos no en su totalidad. El caso de llegadas de acuerdo con una ley binómica con tiempos de ocupación distribuidos según una ley exponencial negativa, y con cualquier estrategia de tratamiento, fué resuelto por Peck y Hazelwood [10]. Sin embargo los formulados mediante una ley de llegada de Poisson han sido desarrollados en la mayoría de casos teóricos y de aplicación.

La determinación de los parámetros que caracterizan el comportamiento de un sistema de colas (probabilidades de espera, tiempo medio de espera, distribución del número de llamadas en la línea de espera, y otros parámetros derivados de éstos), puede obtenerse en forma general, solamente para sistemas tales como los anteriormente mencionados, bien a través de fórmulas, curvas, abacos o mediante métodos de simulación. Estos últimos constituyen la única solución posible en el caso bastante frecuente de que las llamadas se clasifiquen de acuerdo con diferentes prioridades de tratamiento, ya bien por su categoría, o debido a la fase en la que se encuentran. La situación real en sistemas de espera en serie es que aún los modelos anteriormente citados son difíciles de aplicar debido a que la ley de generación de llamadas a un cierto grupo de órganos se ve modificada por el tratamiento que previamente hayan recibido por otro grupo de órganos. Además, estas magnitudes determinan el grado de servicio de los sistemas telefónicos, por lo que es fundamental que su cálculo se realice con un alto grado de precisión.

Aparte de los sistemas de colas ya mencionados y en los cuales existe una accesibilidad completa desde las fuentes de tráfico hacia los órganos de servicio, es necesario mencionar la existencia de casos bastante comunes en los sistemas telefónicos, a los que el acceso se encuentra limitado ya bien por el propio diseño del sistema o porque la red de conversación del sistema que introduce su propio bloqueo, interviene entre las fuentes de tráfico y los órganos de servicio de la red de acceso. En estos casos, no se han obtenido todavía soluciones teóricas exactas excepto para los casos de accesibilidad completa; debido a ello, actualmente estamos trabajando en métodos aproximados que nos permitan determinar, al menos, el orden de magnitud de la congestión, pérdidas y diversas variables del sistema de espera. Para estos casos, la simulación, una vez más, constituye un instrumento de indudable valor.

Métodos de simulación

Los dos tipos de modelos que se utilizan más frecuentemente [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17] en las simulaciones mediante ordenador son los siguientes:

- modelo de Kosten así como sus derivados,
- modelo de tiempo real así como sus derivados.

Básicamente, los tipos que se deducen del modelo de Kosten utilizan generadores de números aleatorios, generalmente denominados ruletas (Fig. 3), compuestos

de intervalos de números reales cuyas longitudes vienen impuestas por las leyes de probabilidad que definen la generación o producción de intentos de comunicación como de reposiciones. Se aplican principalmente a sistemas de pérdida, es decir, aquellos en los que los intentos para el establecimiento de una nueva comunicación se pierden si se produce una situación de bloqueo.

En un sentido general, el tiempo físico no desempeña ningún papel importante, aunque sin embargo es necesario considerar los tiempos medios de duración para cada tipo de llamada o para cada conexión auxiliar, con el fin de poder determinar las longitudes de las secuencias de números aleatorios. La regulación de la generación de las situaciones o condiciones análogas a las de la realidad, se verifica a la vista del estado de ocupación del sistema mediante las probabilidades respectivas de generación o reposición de las llamadas.

El modelo de Kosten, originalmente limitado a la simulación de sencillos sistemas, se ha extendido en ITT para tratar con sistemas de conmutación extremadamente complicados que incluyen distintas clases de tráfico, con intensidades variables, con leyes de generación diferentes, y estando formados por redes de numerosas etapas a las que se conectan gran número de órganos tales como líneas de abonado, rutas entrantes y salientes, receptores, envidores y enlaces alimentadores y a los cuales se aplican distintas estrategias dependiendo de su categoría.

Una extensión muy notable de este modelo se ha realizado en ITT, mediante el desarrollo de generadores de números aleatorios capaces de tratar situaciones telefónicas que dependen exclusivamente del mundo exterior; por ejemplo, llamadas de abonados o llamadas que se originan desde otras centrales y coexisten con ellas, creando otras situaciones telefónicas. Estas, pueden incluir conexiones entre abonados y registradores entre enlaces salientes y envidores, reservas de camino en memoria, etc., dependiendo todas ellas de la

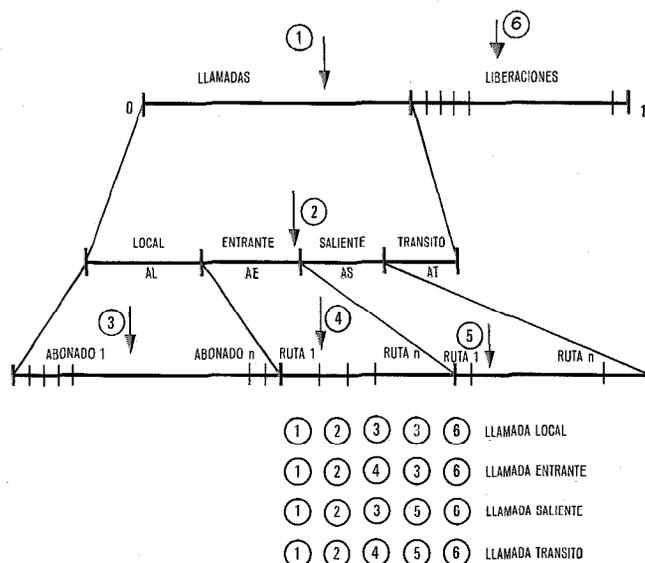


Fig. 3 Modelo de Ruleta: La generación y reposición de las llamadas se realiza mediante números aleatorios lanzados sobre las seis ruletas indicadas.

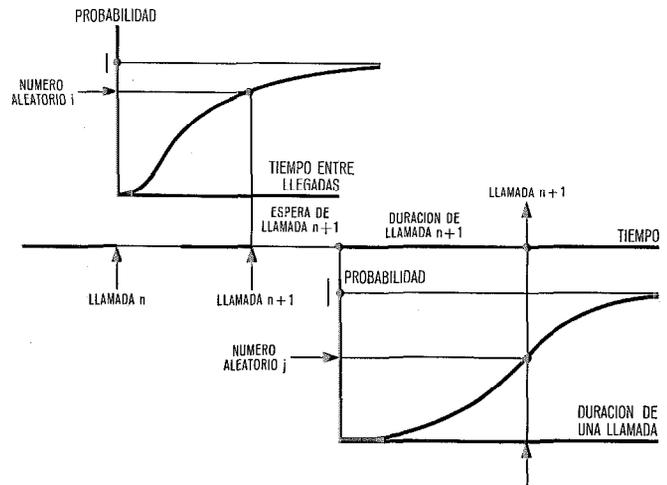


Fig. 4 Modelo de tiempo real: El tiempo entre llegadas consecutivas y la duración de las llamadas se obtiene mediante números aleatorios "i" y "j" arrojados sobre las correspondientes distribuciones de probabilidad.

configuración del sistema que se simule. Este modelo está siendo actualmente utilizado en ITT para la investigación y diseño de sus sistemas.

El modelo de tiempo real es muy útil para la investigación de sistemas en los que si se produce una situación de bloqueo, se permite a los intentos de llamada una espera en lugar de ser rechazados. De hecho, es de la máxima importancia en estos sistemas obtener histogramas de los tiempos de espera, probabilidades de espera, longitudes de las líneas de espera frente a los órganos de servicio, etc.

Las leyes estocásticas se simulan para representar los instantes de generación de nuevos intentos de llamada, o la desaparición de las que están cursándose en el sistema. Cada situación es creada en el instante indicado por estas leyes estocásticas que describen la realidad. El modelo del sistema es reproducido en el ordenador de tal forma que genera una secuencia de operaciones que produce en el sistema real la situación previamente mencionada en los instantes y con las duraciones que se le había asignado. (Fig. 4).

Los sistemas mixtos de pérdida y espera pueden utilizar este modelo para su simulación. El control de los sistemas, la organización de los marcadores, o de las memorias en un sistema controlado mediante procesador, etc., operaciones todas ellas que son llevadas a cabo mediante la utilización de sistemas de espera en serie, necesitan la utilización de este modelo.

En ambos métodos mencionados sólo se necesita considerar cuales son las hipótesis de tráfico más apropiadas para la generación del tráfico ya que el resto del sistema es simulado, salvo ligeras variaciones, como funciona en la realidad, es decir, teniendo en cuenta la independencia entre etapas, estrategias, etc.

El modelo de Kosten o de ruleta y el modelo de tiempo real permiten el poder tener en cuenta un mayor número de variables, así como obtener los resultados con mayor seguridad y de forma más completa. Esto se debe a que en dichos modelos, las condiciones

internas del sistema desempeñan su papel en forma excelente en la simulación, aunque sin embargo requieren unos tiempos de programación y procesamiento muy elevados. En términos generales, el modelo de tiempo real requiere tiempos de procesamiento mayores que el de ruleta y por lo tanto es más caro. Este hecho, aconseja que la técnica de tiempo real se utilice solamente para aquellas simulaciones que sea necesario, tales como para el control de los sistemas telefónicos.

Lenguajes para la simulación

Una vez que se ha decidido qué modelo va a ser utilizado, el problema que se plantea cuando se planifica una simulación de tráfico es el relativo a la selección del lenguaje más apropiado para la escritura del programa, así como la elección del ordenador más adecuado. En lo que a este último se refiere, se debe de tener en cuenta no sólo la capacidad de memoria necesaria sino también la velocidad de procesamiento. Es importante recordar que si los resultados se desean obtener con un alto grado de precisión es necesario realizar miles y algunas veces millones de operaciones análogas.

En lo que se refiere a la elección del lenguaje se deben de tener en cuenta algunos factores tales como:

- aspectos en la reducción de coste de la memoria interna necesaria para la configuración del modelo,
- velocidad de escritura del programa,
- velocidad con la que la simulación puede ser llevada a cabo por el ordenador.

Indudablemente algunos de estos factores se solapan según las condiciones y situaciones que se presentan cuando se planifica el programa.

Para los programas de simulación de redes telefónicas y telegráficas que utilicen el modelo de ruleta se recomienda el uso combinado de los lenguajes ENSAMBLADOR y FORTRAN, como normalmente se viene haciendo en ITT. El lenguaje ENSAMBLADOR permite utilizar al máximo las posibilidades del ordenador ya que se puede operar a nivel de "bit" lo cual no sólo reduce la memoria que se necesite sino también la velocidad de procesamiento. Cualquier operación de tipo lógico puede ser llevada a cabo mediante el uso de este lenguaje. Sin embargo, toda simulación produce resultados estadísticos que requieren una elaboración matemática de mayor o menor complejidad, siendo precisamente este área la mejor cubierta por el lenguaje FORTRAN, además de la gran facilidad que este lenguaje posee para la producción de los formatos de salida de dichos cálculos.

Debido a que el número de cálculos que deben ser realizados no es igual que el número de operaciones de tipo lógico en el caso de una simulación, no es esencial que los cálculos se realicen con una alta velocidad.

La combinación de los lenguajes ASSEMBLER y FORTRAN permite realizar 200.000 ó 2.000.000 de llamadas simuladas por hora, utilizando ordenadores tipo IBM 360/40 ó 360/65 respectivamente, para centrales telefónicas de 16.000 abonados. Es posible alcan-

zar doble número de llamadas para centrales interurbanas con 32.000 enlaces entrantes y 32.000 salientes. El número total de instrucciones viene a ser para una central terminal de 3.000 instrucciones ASSEMBLER y 1000 de FORTRAN.

En el caso de simulaciones de tiempo real son recomendables los lenguajes FORTRAN GPSS, CSL, SIMULA, SIMSCRIPT, etc. GPSS y SIMSCRIPT son especialmente aconsejables para las simulaciones de tráfico y particularmente para sistemas de colas, debido a la facilidad con la que ingenieros relativamente sin experiencia pueden realizar la programación. Por otra parte, el tiempo de procesamiento de estos lenguajes es mayor que en el caso del FORTRAN u otros lenguajes simbólicos, que requieren sin embargo un mayor esfuerzo de programación para el mismo sistema en estudio.

Aplicaciones de la simulación de tráfico

Existen, en términos generales, tres aplicaciones de la simulación en teletráfico:

- ayuda al diseño de las redes de conversación y señalización,
- ayuda al diseño de las unidades de control de los sistemas de conmutación,
- sistemas de medida y normalización.

En las dos primeras aplicaciones, la simulación actúa como un instrumento de comprobación y método de consulta para el individuo que desarrolla el sistema. Las soluciones posibles de cada problema se simulan y se comparan antes de tomar una decisión. Aunque la simulación puede, en ocasiones, llegar a ser una técnica demasiado cara, sobre todo si no es administrada cuidadosamente, no cabe duda de que normalmente es tremendamente efectiva debido a la gran cantidad de información que puede suministrar, lo que significa un ahorro a largo plazo.

Las probabilidades de bloqueo en cada fase de la comunicación, los efectos de las sobrecargas, el número de operaciones de los diversos circuitos de la unidad de control, las distribuciones de tráfico, los porcentajes relativos de tráfico de desbordamiento o de ayuda mutua en los sistemas que poseen estas facilidades, histogramas de los tiempos de espera, posibilidades de espera, y la longitud de las líneas de espera, es parte de los resultados que la simulación puede suministrar.

Las técnicas de simulación de tráfico se aplican tanto para la determinación de la capacidad de tráfico de sencillas unidades de control como en redes con un pequeño número de etapas. También se utilizan en sistemas bastante complejos como los que comprenden procesadores y sus periféricos en sistemas electrónicos, redes de conversación, centrales de conmutación para la transmisión de señalización, redes de áreas nacionales o internacionales, etc., con la posibilidad de combinar un gran número de parámetros que frecuentemente son independientes.

En los sistemas actuales que requieren normas para el equipo de medida y normalización, la simulación no sólo comprueba la validez de los métodos teóricos de

cálculo, sino también ayuda a obtener empíricamente, por medio de esta validez, reglas que pueden ser introducidas en los métodos analíticos convencionales. Dichas reglas hacen a nuestros métodos más realistas mediante la incorporación de propiedades inherentes al sistema en consideración.

Principales problemas en la simulación de teletráfico

Sin lugar a dudas la fiabilidad de los resultados de simulación depende de dos factores fundamentales: el realismo del modelo y la validez estocástica de los muestreos realizados.

El modelo en lo que se refiere a la operación del sistema es capaz de alcanzar niveles altos de realismo pero a costa de una mayor complejidad en la programación, un mayor tiempo de procesamiento y un coste más elevado. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que en lo que concierne a la generación de tráfico, una gran mayoría de las simulaciones utilizan como leyes básicas, las teóricas relativas a la emisión y reposición de llamadas. Estas leyes teóricas no siempre responden a la realidad en un caso particular, aunque sin embargo puedan tener una amplia gama de aplicación. Efectos tales como los de intentos repetidos de llamadas en determinadas situaciones de bloqueo, a través de las cuales sería interesante conocer la reacción del sistema, requeriría leyes obtenidas a partir de la información estadística relativa al comportamiento de los abonados, información que desgraciadamente no se tiene en la mayoría de los casos.

Leyes empíricas de las duraciones de llamada, tiempos de ocupación para determinados órganos y otras estadísticas obtenidas por observación y medidas de tráfico sobre los sistemas existentes, suministrarían al ingeniero de tráfico que crea el modelo, un conjunto pletórico de conocimientos que redundaría en la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Otro de los compromisos que se plantean se refiere a la validez estadística de los resultados, es decir, entre el costo del procesamiento y la precisión que se desea alcanzar: debido a ellas aparecen numerosos problemas tales como la frecuencia con la que se debe realizar el muestreo, número y tipos de muestras a ser procesadas, tamaño idóneo de la muestra, longitud de la simulación, etc.

Hasta el presente, estos problemas no tienen una solución analítica completa y en cada caso se necesita realizar un cuidadoso estudio de las condiciones de convergencia estadística del proceso con el fin de hacer un óptimo uso de la técnica de simulación.

En los problemas tratados hasta aquí, ITT está continuamente trabajando tanto en el área teórica como en la práctica.

Existe un tercer problema que se origina en el establecimiento de las especificaciones de una simulación. En lo que a este punto se refiere, es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

— Es aconsejable que en el momento en que se establezcan las especificaciones del programa se realicen

de la forma más general posible, con el fin de, en su día, poder aceptar configuraciones particulares del sistema sin necesidad de modificar el programa ya existente.

— Es necesario evitar ambigüedades en las definiciones básicas que se refieren al tráfico y los grados de servicio.

En cualquier caso, las especificaciones deberían permitir que los resultados de la simulación pudieran ser interpretados de forma consistente.

Conclusiones

El uso de los ordenadores como herramienta en la ingeniería de tráfico ha permitido que se hayan realizado grandes avances en áreas tales como sistemas de mallas, determinación de la calidad de las interconexiones graduadas, evaluación del tráfico de ayuda mutua, comportamiento del tráfico de desbordamiento, sistemas combinados de pérdida y espera, etc. Por otra parte, el creciente número de ordenadores, trabajando en tiempo real en los sistemas de comunicaciones, ha ayudado notablemente a incrementar la literatura sobre complejos sistemas de espera.

Junto con estos estudios, y debido a la ayuda prestada por los ordenadores, otros problemas de investigación operativa en la teoría de tráfico han sido resueltos, tales como el cálculo de las matrices de distribución de tráfico y el diseño automático de interconexiones graduadas.

Los métodos de simulación se aplican corrientemente en el establecimiento de redes suficientemente fiables, con el fin de encontrar contestación a los fallos que pueden producirse en los órganos de conmutación, o averías en los canales de transmisión de datos.

Es también posible estudiar la flexibilidad que los métodos de encaminamiento pueden incorporar al sistema, así como la posibilidad de supervivencia a condiciones catastróficas. La simulación cubre una amplia gama de intereses en este campo de investigación ya que su versatilidad permite la creación sintética de fallos, así como la reproducción de estrategias que en cada caso puede adoptar el sistema.

Referencias

- [1] A. Elldin: On Equations of State for Two Stage Link Systems. Ericsson Technics 12 (1956), H1, págs. 61—104.
- [2] G. P. Basharin: Derivation of Equations of State for Two Stage Telephone Circuit with Losses. Electrosygaz N° 1 (1960), págs. 56—64.
- [3] W. Lörcher: Exact Calculation of the Probability of Loss for two stage Link Systems with Preselection and Group Selection. Sixth International Teletraffic Congress, Munich, 9—15 Septiembre 1970.
- [4] C. Jacobs: A Study on Congestion in Link Systems. Ericsson Technics, 1950, N° 48, págs. 3—68.
- [5] C. Y. Lee: Analysis of Switching Network, Bell System Technical Journal, Noviembre 1955, volumen 34, N° 6, págs. 1287—1315.
- [6] P. Le Gall: Etude du Blocage dans des Systèmes de Commutation Téléphonique Automatique Utilisant Commutateurs Électroniques du Type Crossbar. Annales de Télécommunication, Julio—Agosto 1956, volumen 11, N° 7—8, págs. 159—171; Septiembre 1956, volumen 11, N° 9, págs. 180—194.
- [7] A. Lotze y W. Wagner: Table of the Modified Palm-Jacobs Loss Formula. Institute for Switching and Data Technics, Technical University, Stuttgart, 1963.
- [8] M. Bininda y G. Daisemberger: Recursive and Iterative Formula for the Calculation of Losses in Link Systems of any Description, Fifth International Teletraffic Congress, Nueva York, 14—20 Junio 1967.

- [9] J. E. Villar y B. Fontaine: A Method to Formulate Blocking Functions of Network Graphs, Sixth International Teletraffic Congress, Munich, 9-15 Septiembre 1970, comunicación 243 (6 p.).
- [10] L. G. Pedk y R. N. Hazelwood: Finite Queuing Tables. Publications in Operations Research N° 2; Sponsored by Operations Research Society of America, Wiley 1958.
- [11] L. Kosten: Simulation in Traffic Theory, Sixth International Teletraffic Congress, Munich, 9-15 Septiembre 1970, comunicación N° 411 (8 p.).
- [12] G. Dietrich y H. Wagner: Bestimmung der Verkehrsleistung von Verlustsystemen durch künstlichen Fernsprechverkehr, Nachrichtentechnische Zeitschrift, Junio 1963, volumen 16, N° 6, págs. 289-296.
- [13] G. Dietrich y H. Wagner: Traffic Simulation and its Application in Telephony, Electrical Communication, 1963, volumen 38, N° 4, págs. 524-533.
- [14] L. Kosten: On the Measurement of Congestion Quantities by means of Fictitious Traffic, Het PTT Bedrijf, 1948-1949, volumen 2, N° 1, págs. 15-25.
- [15] A. Rodríguez y J. R. de los Mozos: A Roulette Model for Simulation of Delay-Loss System, Sixth International Teletraffic Congress, Munich, 9-15 Septiembre 1970, comunicación N° 416 (7 p.).
- [16] G. Dietrich: Modelo de tráfico para la simulación de centrales completas, Sixth International Teletraffic Congress, Munich, 9-15 Septiembre 1970; comunicación N° 413 (5 p.); y en Comunicaciones Eléctricas, volumen 46 (1971), N° 2, págs. 138-142.
- [17] J. P. Dartois: Análisis de los aspectos práctico y económico del empleo de fuentes de tráfico no equilibradas, Sixth International Teletraffic Congress, Munich, 9-15 Septiembre 1970, comunicación N° 215 (7 p.), y en Comunicaciones Eléctricas, volumen 46 (1971), N° 1, págs. 32-40.
- [18] H. Wagner: Traffic Simulation According to the Time-True Model, Methods and Results, Fourth International Teletraffic Congress, Londres 1969, informe N° 52.

A. Rodríguez Rodríguez nació en Madrid (España) en 1935. Obtuvo su graduación como Ingeniero de Telecomunicación el año 1962 comenzando en este mismo año su trabajo con Standard Eléctrica, S. A.

En el año 1967 fué nombrado jefe del grupo de estudios de tráfico de los Laboratorios ITT de Standard Eléctrica, donde fué responsable del dimensionado de diferentes sistemas telefónicos de ITT. En junio de 1970 pasó a ocupar la posición de Adjunto al Director General de Standard Eléctrica, S. A.

El Dr. Rodríguez Rodríguez es profesor de Matemáticas, Estadística y Cálculo de Probabilidades en la E. T. S. de Ingenieros de Telecomunicación, habiéndose doctorado en ingeniería de telecomunicaciones.

J. E. Villar de Villacián nació en Palencia (España) en 1939. Obtuvo su graduación como Ingeniero de Telecomunicación el año 1965 comenzando este mismo año su trabajo con Standard Eléctrica, S. A.

En el año 1970 fué nombrado jefe del grupo de estudios de tráfico de los Laboratorios ITT de Standard Eléctrica, donde está encargado del dimensionado de los sistemas telefónicos de ITT.

El señor Villar de Villacián es profesor de Matemáticas en la E. T. S. de Ingenieros de Telecomunicación.

Simulación en tiempo real del mundo exterior

Características y condicionamientos de los simuladores.

B. FONTAINE

Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques, París

Introducción

La corrección de los errores de programación representa aproximadamente el 60 % del esfuerzo total aplicado a la producción de un conjunto de programas en tiempo real. Su ejecución resulta normalmente penosa porque cuando los programadores llegan a la fase de verificación el equipo cuyo funcionamiento debe ser finalmente controlado por los programas no suele encontrarse aún totalmente a punto. Por otra parte, cuando finalmente lo está, resulta difícil e incluso en ocasiones imposible, reproducir exactamente las condiciones externas que dieron lugar a un determinado fallo del programa.

Para hacer frente a estas dificultades se ha creado una serie de herramientas que, puestas a la disposición de los programadores, les permiten verificar y dar coherencia al conjunto de programas antes de su entrega al cliente. Una de ellas es el simulador en tiempo real descrito en este artículo.

El simulador en tiempo real se introdujo por primera vez en Bell Telephone Manufacturing Co. de Amberes a principios de 1967, durante la fase de desarrollo de las centrales terminales de capacidad media del sistema Metaconta versión 10 C. A partir de entonces, se ha aplicado con éxito a la puesta a punto de los programas para todas las versiones controladas por programa almacenado del sistema Metaconta.

Objetivo del simulador

El objetivo principal del simulador es facilitar la verificación y corrección de los programas de los sistemas de conmutación telefónica. A este fin se simulan unas condiciones semejantes a las que debe enfrentarse el sistema en condiciones reales.

El simulador, según esto, deberá cumplir los requisitos siguientes:

- a) Deberá reflejar la totalidad del entorno exterior a la unidad central. Este entorno comprende:
 - la red de conmutación;
 - los órganos de acceso a la red: exploradores, marcadores y distribuidores;
 - las líneas de abonado y los enlaces con otras centrales, conectados o no directamente al sistema controlado por el procesador;
 - los circuitos de reloj de tiempo real, que generan interrupciones en el sistema;
 - los órganos periféricos asíncronos del procesador para los que un suceso en particular no puede repetirse en las mismas condiciones de tiempo, tales como:
 - el lector de alta velocidad, utilizado en la carga de programas,

- los teletipos que intervienen en la comunicación hombre-máquina,
- las memorias rotatorias de acceso aleatorio,
- las memorias de acceso secuencial.

b) La simulación se efectuará en tiempo real. Esto quiere decir que los órganos periféricos simulados deberán llevar a cabo sus funciones a la misma velocidad que en funcionamiento real.

c) En una simulación deberá ser posible la repetición, tantas veces como sea necesario, de la misma secuencia de aparición de sucesos exteriores, con objeto de reproducir las mismas condiciones de tiempo.

Este último objetivo adquiere una importancia primordial puesto que para descubrir ciertos errores complejos es preciso simular repetidas veces el mismo conjunto de sucesos externos.

Realización práctica

El sistema descrito a continuación (véase Fig. 1) ha sido desarrollado para la puesta a punto de los programas de un sistema telefónico controlado por dos procesadores trabajando según el principio de reparto de carga por llamadas. Sin embargo, podría aplicarse igualmente a una configuración que trabajase según un principio diferente.

El entorno del procesador del sistema se sustituye por un calculador adicional conectado a través de un

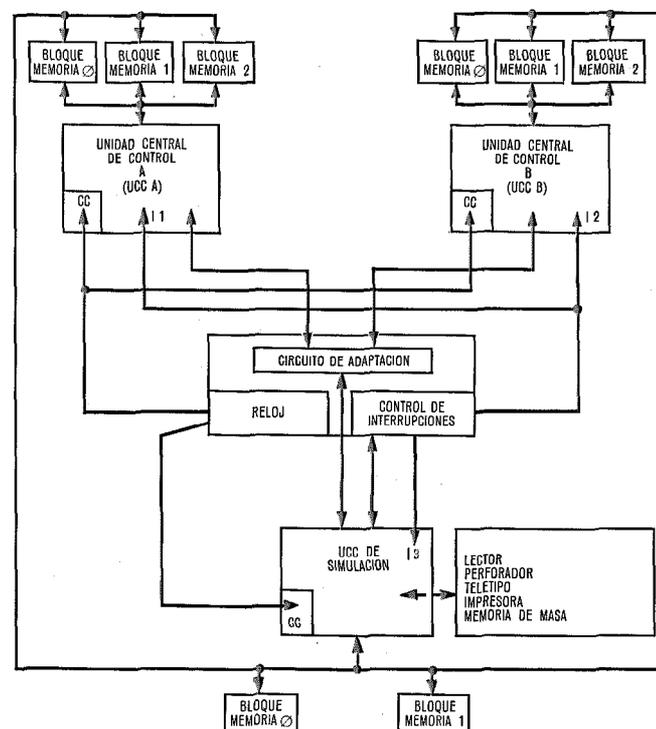


Fig. 1 Diagrama de bloques del sistema de simulación.

circuito intermedio de adaptación especial. La sustitución es posible ya que las mallas de la red de conversión y las puertas de exploración de estado de los enlaces pueden identificarse con la memoria del calculador que los procesadores del sistema consultan mediante el envío a los órganos de acceso a la red de órdenes de exploración. Tanto los procesadores del sistema como las líneas de abonado o de enlace con centrales distantes pueden también modificar la memoria. Por ejemplo, el descuelgue de un abonado se simula modificando el estado de un bit en la memoria del simulador.

Los procesadores del sistema y del simulador, operan bajo el control de un circuito de reloj situado en el circuito de adaptación. La existencia de un solo reloj en el sistema asegura la sincronización de los procesadores. Según esto, si las condiciones iniciales son las mismas, un proceso de simulación determinado puede repetirse varias veces con idénticos resultados.

Las órdenes de entrada y salida de los procesadores del sistema pasan hacia el calculador de simulación a través del circuito de adaptación especial.

El simulador tiene acceso a todos los registros y bloques de memoria de los procesadores del sistema y es capaz de generar cualquier tipo de interrupción, es uno de los procesadores del sistema, en un instante cualquiera.

El control de interrupciones situado en el circuito intermedio consiste en un "contador de tiempo real" que cuenta los impulsos generados por el reloj de control y que genera cada milisegundo una interrupción en el calculador de simulación. Los programas de simulación se basan en esta interrupción para calcular el tiempo real, interpretar y poner al día los sucesos externos y generar las interrupciones de reloj apropiadas en los procesadores del sistema.

Fases de la simulación

Un proceso de simulación comprende tres fases fundamentales:

- Preparación de sucesos.
- Simulación en línea.
- Interpretación y comprobación de los resultados.

Preparación de sucesos

El entorno de los procesadores de control puede considerarse dividido en dos partes:

- a) Los órganos de la central.
- b) Las líneas de abonado y de enlace con otras centrales.

En consecuencia, es necesario disponer de un lenguaje que describa y presente a los procesadores de control estos dos tipos de informaciones en la forma adecuada. Los sucesos asociados a la parte a) se denominan "sucesos internos", mientras los asociados a la parte b) reciben el nombre de "sucesos externos".

Un ejemplo de suceso interno podría ser la generación de las señales de multifrecuencia o el envío de la tonalidad de invitación a marcar hacia un abonado.

Un ejemplo de suceso externo es la apertura de un bucle de abonado o el envío de las señales de línea desde una central distante.

A este fin se ha creado un lenguaje especial, denominado EXEDEL, y su compilador correspondiente en un calculador ITT-3200. Este lenguaje permite expresar todos los sucesos que pueden producirse en un sistema de conmutación telefónico o telegráfico.

El programador que desea efectuar un proceso de simulación específica, haciendo uso de este lenguaje, la secuencia de sucesos que quiere generar y los instantes en que cada uno de ellos se presenta. A continuación se lleva a cabo una compilación cuya salida consiste en un listado y una cinta de papel, denominada "cinta de sucesos".

- Los sucesos se describen según dos métodos, a saber:
- mediante microinstrucciones que definen sucesos elementales, tales como apertura y cierre de un bucle de abonado;
 - mediante microinstrucciones que definen sucesos complejos, tal como "el abonado que llama marca una cifra".

En una llamada determinada, el tiempo asociado con cada uno de los sucesos se establece en relación con el instante en que se presentó el último suceso interno o externo de esa llamada, instante que fué descrito en la línea o sentencia anterior del programa (véase Fig. 2: programa de generación de una llamada local en una central terminal telefónica).

Este método permite generar todas las condiciones de tráfico imaginables.

Simulación en línea

El apartado sobre realización práctica describe la configuración empleada para llevar a cabo una simulación en línea.

La idea de base es que los procesadores del sistema actúen como si efectivamente operaran en tiempo real, lo que se consigue provocando su parada cuando reciben o envían una información hacia el circuito de adaptación especial.

Cuando esto ocurre, el simulador recibe una interrupción desde el circuito de adaptación. El programa de simulación lee entonces el contenido del registro de adaptación y, cuando es necesario, responde enviando ciertos datos hacia el mismo o toma indicación en su memoria para enviar la respuesta en un momento posterior. Una vez concluidas estas operaciones se reanuda automáticamente el funcionamiento de los procesadores del sistema.

Mientras los procesadores del sistema se encuentran parados, el "contador de tiempo real" del circuito de adaptación también lo está de manera que, en lo que se refiere a los programas de control, el parámetro "tiempo real" no pierde su sentido.

El contador de tiempo real se para también en otras ocasiones, a saber:

- a solicitud del programa de simulación. A este objeto los programadores que tienen a su cargo la creación de los programas de simulación tienen a su disposición una instrucción especial de arranque y otra de parada del contador;
- cada vez que el sistema de control de interrupciones situado en el circuito de adaptación genera una interrupción en el simulador (cada milisegundo).

ITT - 1600 ITT - 3200		CODING FORM	PROG. TITLE : LOCAL CALL	ISSUE...1.....	PAGE 1 OF 1
L A B E L		O P É R A T I O N	A R G U M E N T S	P I D	D A T E (Y Y - M M - D D)
		I D E N T	E X A M P L E 1		10-10-70
		D A T E	7 0 - 0 6 - 0 3		
*		L O C A L C A L L			
*		C A L L	1 , 3 4 2 , 0		CALL IDENTITY = 1 CALLING NUMBER = 342
*		L C L , 0	1 5		OFF-HOOK ON CALLING SIDE (T = 15)
*		D I A L D , 0	3 0 , 4 0 , 6 , 4 , 2 6 9 6		DIALING (2696) (T = 45)
*		T O R G	A I A L		NEW TIME ORIGIN
*		L C L , 1	2 2		OFF-HOOK ON CALLED SIDE
*		T O R G A	1 0 0 0		NEW TIME ORIGIN (T = 1000)
*		L O P , 0	1 5		ON HOOK ON CALLING SIDE (T = 1015)
*		L O P , 1	2 5		ON HOOK ON CALLED SIDE (T = 1040)
*		D U R	1 2 0 0		
*		T E R M	2 0		
*		S I M E N D			

Fig. 2 Ejemplo de un programa de definición de sucesos.

Esta interrupción hace entrar un programa que actualiza la imagen de la red según los sucesos definidos por el compilador EXEDEL.

En otras palabras, los procesadores del sistema y el contador de tiempo real se paran siempre que el simulador efectúa alguna función. Cuando los primeros están en funcionamiento el simulador se encuentra en estado de "ESPERA".

La comunicación entre los procesadores del sistema y los periféricos simulados (teletipo, lector de cinta de papel, memorias rotatorias, etc.) se efectúa siempre a través del circuito de adaptación.

Comprobación e impresión

El programa de simulación lleva a cabo por si mismo ciertas verificaciones en línea. Sin embargo, la finalidad del simulador no es la de duplicar los programas de control, ni dispone de los medios para comprobar su lógica, por lo que es imposible realizar en línea todas las comprobaciones.

En consecuencia, se procede finalmente a imprimir todas las informaciones variables y significativas que se producen en un proceso de simulación, facilitando así su verificación posterior por procedimientos manuales.

Conclusión

El método de simulación descrito en este artículo ha venido utilizándose con resultados positivos por ITT en Europa desde hace más de cuatro años. Solamente

en el proyecto Metaconta 10C [1], más del 95% de los errores de programación se descubrieron mediante este procedimiento, con un ahorro en tiempo que se ha estimado en más de un 30%. La simulación en tiempo real ha encontrado asimismo otras áreas de aplicación, tales como:

- evaluación y determinación de la capacidad de proceso de un procesador;
- simulación de fallos en los circuitos, para facilitar la verificación final de los programas de pruebas y de diagnóstico.

Esta misma técnica se emplea también en los proyectos de ingeniería de clientes, cuando el conjunto de programas preparado para una determinada aplicación ha supuesto la introducción de unos cambios que pueden considerarse importantes.

Referencia

[1] H. H. Adelaar y J. Masure: Sistema de conmutación telefónica semielectrónica 10CX, Comunicaciones Eléctricas, Vol. 42 (1967) N° 2, págs. 52-62.

Bernard Fontaine nació en Valenciennes (Francia). En 1962, se graduó en la Universidad de Lille recibiendo la "Licence ès Sciences" en matemáticas aplicadas.

Se incorporó en 1963 a ITT (Data System Group) y participó en el desarrollo del sistema Metaconta 10C en BTM, Amberes, y en el del sistema Metaconta 11A en CGCT, París. Ha sido Responsable Técnico de la programación de Sistemas de Conmutación Electrónica en ITT Europa.

En la actualidad es coordinador de programas del proyecto Metaconta 10B.

Descripción del sistema COBIT

La puesta a punto de los modernos sistemas telefónicos requiere la simulación del mundo exterior que rodea a una central (abonados, centrales distantes). Los ordenadores en tiempo real se están empleando con éxito para la simulación de este mundo exterior y para el diagnóstico de averías en centrales telefónicas.

J. CORDERO BADORREY
F. VIDONDO MORRAS

ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., Madrid

Introducción

La gran complejidad de las modernas centrales telefónicas requiere una serie de pruebas exhaustivas en la fase de instalación que con los métodos normales son largas, tediosas y repetitivas. También están afectadas por el factor humano y su alto coste inherente. Debido a las muy diferentes pruebas es necesario personal altamente especializado que no siempre está disponible.

La aplicación de los ordenadores a las pruebas de instalación de centrales Pentaconta es una de las herramientas más eficaces para el personal de pruebas; por un lado realiza muchos de los trabajos monótonos del operario, que por ello no se cansará con interminables horas de tareas repetitivas, y por otro lado realiza las pruebas sistemáticas a mucha mayor velocidad que el operario, determinando una influencia directa en el coste y calidad de las pruebas y evitando la necesidad de personal especializado.

Esto es la base del sistema COBIT* y este artículo presenta una descripción general de sus fundamentos.

Hasta el día de hoy se han realizado pruebas reales de aplicación del sistema COBIT en cuatro centrales Pentaconta (Vallecas, Pacífico y Campamento de Madrid y Carolinas en Alicante) con un total de 35.000 líneas de abonado. El departamento de Instalaciones de Standard Eléctrica, S. A., estima el ahorro de tiempo, sin emplear personal especializado, en más del 60 % respecto a los métodos clásicos.

Descripción de un "sistema de pruebas"

La filosofía general del sistema COBIT es aplicable a cualquier sistema que trabaje en conjunción con otros elementos externos en una simbiosis de órdenes y respuestas representadas por señales eléctricas provenientes de aperturas y cierres de contactos de relés.

En una agrupación de este tipo, (vease Fig. 1) se pretende comprobar el funcionamiento del "elemento base" aisladamente, es decir, antes de su conexión a los elementos periféricos 1, 2, . . . n, simulando estos últimos de tal forma que el "elemento base" trabaje en las condiciones exactas en que lo haría en la realidad, a la vez que todas y cada una de las operaciones elementales estén controladas por un órgano inteligente. Cualquier discordancia detectada en dicha simulación, será comunicada inmediatamente al operador a través de los medios disponibles.

* COBIT es marca registrada de ITT, se forma con las palabras inglesas COmputer Based Installation Testing. N. del E.

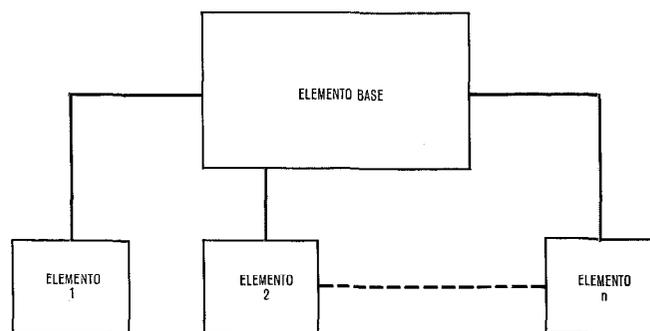


Fig. 1 Configuración general de un sistema.

Faltas detectadas

La precisión en la definición de la falta, es la base de trabajo del sistema de pruebas. Es evidente que dicha precisión tiene unas limitaciones inherentes a las características propias del elemento a probar, ya que el sistema de pruebas solo tiene notificación de las señales que le llegan a él, y no de la elaboración interna de dichas señales por el "elemento base". Veamos un ejemplo:

Supongamos que las pruebas marchan correctamente hasta un momento determinado; en dicho momento, el "sistema de pruebas" envía una "orden" en forma de señal eléctrica, al "elemento base". Este elemento, a través de sus circuitos internos, detecta dicha orden y como consecuencia posiciona su lógica en una configuración determinada, de tal forma que concluya con el envío de una señal que desde su punto de vista iría dirigida al "elemento 1", pero que en la realidad llega directamente al "sistema de pruebas"; si esta señal no es recibida en un tiempo predeterminado, dicho sistema envía un mensaje de error, indicando la parte del "elemento base" en que está localizada la avería, que por haber ocurrido entre dos fases sucesivas de su funcionamiento, debe de comprender una parte muy reducida de los circuitos implicados; ello facilita grandemente la detección y reparación de la falta.

Composición de un sistema de pruebas

La figura 2 representa esquemáticamente la composición por bloques de un "sistema de pruebas".

Consta de los siguientes elementos:

— Elemento base

Es, como ya se ha dicho, el órgano a probar. Está conectado al "simulador" del cual recibe las "órdenes" y al que envía sus "respuestas" como consecuencia de la elaboración interna de dichas órdenes,

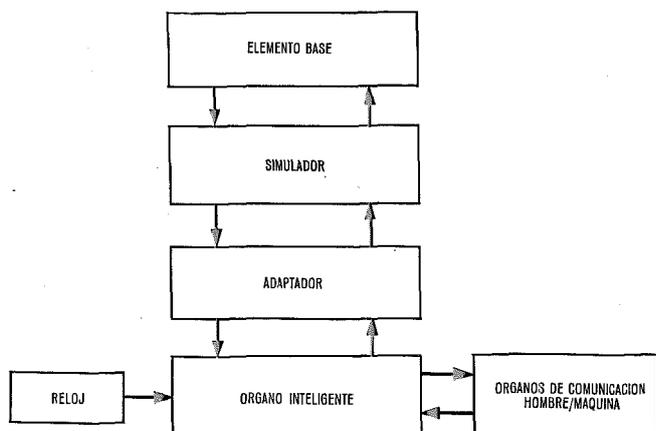


Fig. 2 Composición de un "sistema de pruebas".

— Simulador

Es el órgano capaz de "engañar" al elemento base, con respecto al mundo exterior. Debe representar todas y cada una de las diferentes fases de funcionamiento, en condiciones reales tanto en lo referente a temporizaciones como características eléctricas.

Este elemento carece en absoluto de inteligencia y su única misión consiste en recibir las señales del elemento base y transmitir las al "órgano inteligente" o viceversa.

Si en un sistema se pueden tomar distintos elementos base y efectuar distintas pruebas, es obvio que el simulador deberá también ser diferente, ya que debe simular unos "elementos" externos distintos. Ello da lugar a que haya tantos simuladores, como aplicaciones requiera la prueba completa.

— Adaptador

El simulador es un órgano que utiliza el mismo lenguaje que el elemento base, por lo tanto sus componentes son también del tipo electromecánico. Por el contrario, el "órgano inteligente" está constituido por circuitos del tipo electrónico cuyas señales no son compatibles con las utilizadas por el simulador. La adaptación de estos dos tipos de circuitos la efectúa en ambos sentidos el "adaptador" que carece también de inteligencia y por ello está directamente gobernado por el "órgano inteligente".

— Organó inteligente

Básicamente está formado por un ordenador conectado a tantos elementos periféricos como requiera el sistema de pruebas. Dicho ordenador contiene el programa adecuado, que es donde realmente está concentrada toda la inteligencia que la prueba requiere.

La elección del ordenador a emplear y de los periféricos que se le han de conectar no ha de ser aleatoria ya que, debido a sus características propias, deben seleccionarse los más adecuados a la aplicación deseada.

Un sistema de pruebas debe llevar como mínimo los siguientes periféricos:

- teletipo y lector de cinta perforada, como órganos de comunicación hombre/máquina;
- reloj, como órgano de control de tiempos.

El teletipo se emplea para la impresión de mensajes ya sean del tipo "informativo" como cuando se produce un error, o del tipo de "control" utilizados para guiar al operador durante el desarrollo de las pruebas.

El reloj, es un órgano que produce unas señales eléctricas periódicas que sirven de ayuda para la ejecución de los programas.

Descripción del sistema de pruebas COBIT

El COBIT es un sistema de pruebas, aplicado a centrales Pentaconta.

Una central Pentaconta se puede considerar dividida en los siguientes elementos (véase Fig. 3):

- unidad de control local y de salida (U. C. L. S.);
- unidad de control de llegada (U. C. LL.);
- elemento de selección de líneas (E. S. L.);
- elemento de selección de grupo (E. S. G.);
- enlaces y abonados (E y A).

Eligiendo como "elemento base" sucesivamente cada uno de los bloques anteriores, se intuye inmediatamente que las centrales Pentaconta se someten a cinco pruebas distintas cuando se les aplica el sistema COBIT. En cada una de ellas se simula el funcionamiento real de las restantes, precisándose por tanto cinco "simuladores" diferentes según se indicó en la descripción general de los sistemas de prueba.

La necesidad del desarrollo del sistema COBIT surgió del hecho de que se consideró que las pruebas a que se sometían las centrales Pentaconta en su fase de instalación, eran bastante imperfectas debido a que el elemento humano era una de las partes más influyentes en la detección de faltas. Como el tipo de trabajo es altamente monótono, largo y tedioso, las pruebas se prolongaban en forma natural agravadas por el hecho de que las herramientas de que se disponía eran bastante imperfectas. Se pensó que si se conseguía sustituir al hombre por la máquina en un porcentaje de las pruebas lo más elevado posible, éstas serían más sistemáticas a la vez que se evitaba al operador el abrumador trabajo de la monotonía. La herramienta ideal

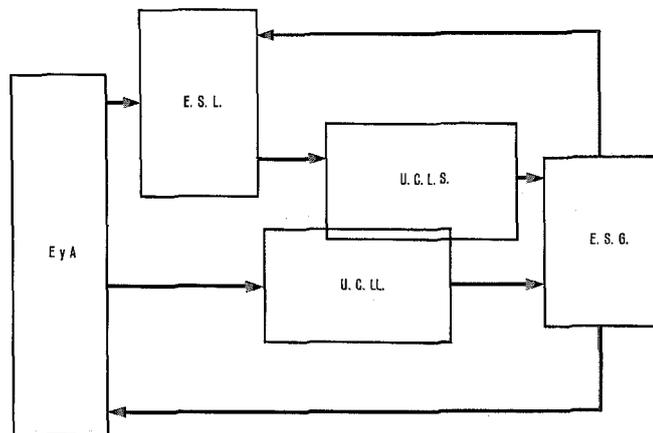


Fig. 3 Diagrama de bloques de una central Pentaconta.

para todo ello es el ordenador, el cual deja al operador la sola misión de tomar en cada momento las decisiones oportunas. Quedaba pues solamente estudiar la parte económica, ya que técnicamente no ofrecía ninguna dificultad. Debido a lo avanzado en la técnica de los ordenadores y componentes electrónicos, los primeros estudios dieron como rentable el sistema y se procedió a la definición exacta del sistema COBIT tanto en su constitución como en su programación, teniendo presente que el sistema debería ser robusto, transportable y fácilmente manejable para no precisar personal altamente especializado.

El sistema COBIT origina un registro impreso de faltas encontradas y corregidas en la instalación. Esto proporciona un medio automático de información de fallos para el fabricante y un método de introducir normas de calidad de instalación.

Constitución del sistema COBIT

El sistema COBIT está formado por los siguientes elementos:

- un ordenador más sus periféricos;
- un adaptador electrónico;
- cinco simuladores electromecánicos.

El ordenador elegido es el ITT-1650 en su configuración simplificada con el fin de hacerle fácilmente manejable ya que el sistema debe ser frecuentemente transportado de una central a otra según las necesidades de las pruebas. Para ello se precisó reducir los programas a su más simple expresión con el fin de utilizar la memoria más pequeña posible, lo que influye a su vez directamente en el coste del ordenador. El tamaño actual de la memoria es pues de 8000 palabras de 16 bit. Los periféricos empleados son:

- un teletipo;
- un lector de cinta perforada;
- un reloj.

La necesidad de cada uno de estos elementos se verá más adelante según se vaya desarrollando el sistema.

El adaptador (interface) comprende un conjunto de circuitos electrónicos cuya misión consiste en "adaptar" los circuitos lógicos del ordenador con los correspondientes de los simuladores electromecánicos.

Consta de dos tipos básicos de circuitos:

- explorador de contactos;
- circuitos de control de relés.

Veamos un ejemplo típico de funcionamiento (Fig. 4), el cual explica fácilmente la necesidad de estas dos clases de circuitos.

Suponiendo que se están haciendo las pruebas de la U. C. L. S. de una central Pentaconta, en un momento determinado el registrador manda una orden hacia el exterior representada por una tierra provocada por el cierre del contacto nr_1 del relé nr . Esta tierra llega al sistema de pruebas (sistema COBIT) excitando el relé q del simulador; dicho relé cierra su contacto q_1 enviando una tierra hacia el explorador de contactos E. C. el cual se la transmite al ordenador. Como consecuencia, este último detecta la orden dada por la U. C. L. S. en un tiempo suficientemente corto.

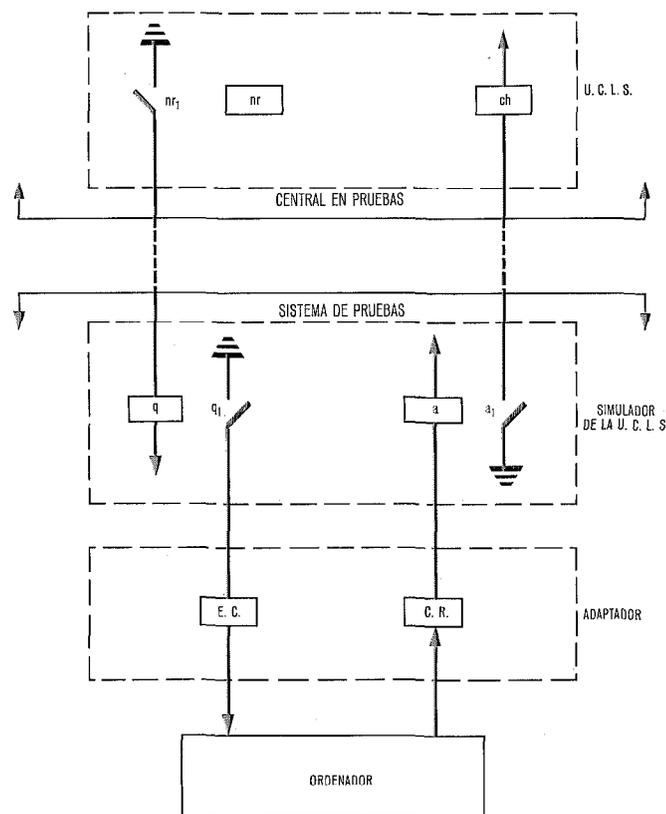


Fig. 4 Ejemplo típico del funcionamiento del sistema.

Una vez detectada esta señal, el ordenador mediante su programa, decide enviar la respuesta adecuada hacia la U. C. L. S. que correspondería a la que esta unidad recibiría si la central estuviera en funcionamiento real. Esta respuesta pudiera ser una tierra que excite el relé ch . Para ello, el ordenador envía una señal que posiciona la unidad de control de relés C. R. de tal forma que el relé a del simulador quede excitado. Este relé mediante el cierre de su contacto a_1 envía la tierra precisa para que se excite el relé ch . Este juego de señales, efectuado en los momentos adecuados y por los hilos correspondientes es lo que constituye la base de la programación de cada prueba.

Los simuladores electromecánicos son elementos simplificados capaces de interpretar las señales recibidas de la central y enviar las respuestas correspondientes, siempre bajo control del programa. Para que las pruebas sean más exactas, los relés que forman estas unidades son idénticos a los que realmente existen en la central, lo cual ha obligado a que su número sea el menor posible, para evitar que dichas unidades sean de gran volumen, lo que influiría en la facilidad de su manejo e incrementaría su coste.

La parte más tediosa de la aplicación del sistema COBIT a las pruebas de una central, pudiera ser la conexión de los simuladores a los órganos correspondientes. Esto se ha simplificado al máximo reduciendo el número de hilos a conectar y efectuando pruebas con cambio automático sobre diferentes elementos a probar, evitando así muchas operaciones de conexión y desconexión.

Programación del sistema COBIT

Antes de entrar en el concepto general de la programación del sistema COBIT, conviene recordar en términos generales, el concepto de interrupción.

Normalmente, un programa se desarrolla secuencialmente, ejecutándose instrucción tras instrucción en una secuencia preestablecida, manipulándose diferentes datos hasta encontrar una instrucción especial que detiene el proceso. En los ordenadores llamados de "tiempo real", existen unos hilos conectados al ordenador por una parte y a unos elementos externos por la otra, de tal forma que estos últimos pueden producir unas señales eléctricas que al llegar al ordenador producen una "interrupción" en la ejecución de la secuencia normal de las instrucciones procediéndose a la ejecución de otro grupo de instrucciones que caracterizan el tratamiento correspondiente al tipo de señal o "interrupción" recibida y que no están incluidas en la secuencia normal de tratamiento.

El sistema COBIT solo precisa una línea de interrupción conectada directamente a un reloj que produce una interrupción cada 10 mseg. Para comprender el por qué se ha elegido este período de tiempo conviene explicar brevemente el funcionamiento del programa correspondiente a la "interrupción de reloj".

Se reservan dos pequeñas zonas de la memoria, llamadas "de estado de contactos" y "de control de relés", que van a reflejar, la primera el estado de los diferentes contactos del simulador del sistema COBIT obtenido mediante exploraciones periódicas. Como estos contactos se posicionan directamente desde la central en pruebas, a través de ellos el programa general tiene conocimiento de los sucesos que tienen lugar en el exterior. En la zona de "control de relés", cada uno de los relés del simulador tiene asignado un lugar representado por un "bit" de memoria. Periódicamente se envían a todos los relés unas señales eléctricas que dan lugar a que se exciten o desexciten dependiendo del estado de su bit correspondiente. El programa general posiciona estos bits lo que le faculta por lo tanto para dar órdenes hacia el exterior.

La misión del programa de reloj es explorar ciegamente el mundo exterior, almacenando en memoria los resultados y enviar las "órdenes" reflejadas en la zona de control de relés.

Otra misión importante asignada al programa de reloj es la del control de tiempos. Veamos un ejemplo:

Volviendo a considerar el caso representado en la figura 4, en general no basta que el programa detecte que se ha cerrado el contacto q_1 para excitar el relé a sino que entre ambas fases habrá un lapso de tiempo que debe corresponder al que exija la realidad. Este tiempo lo define el programa general cargando unos contadores con un valor adecuado. El programa de reloj, cada vez que entra, disminuye en 1 cada uno de los contadores. En el momento en que uno de ellos llega a cero, el programa general interpreta que es el momento de pasar a tomar la acción correspondiente para la cual cargó el contador. Si el contador hubiera sido cargado con 20, por ejemplo, habría llegado a cero

cuando hubieran transcurrido 20 interrupciones de reloj o lo que es lo mismo, 20×10 mseg, lo cual ha permitido temporizar 200 mseg.

Después del programa de reloj, entra el general que estudia el estado de los contactos explorados y elabora los órdenes que considera oportunas para enviar al exterior. Concluida esta operación se queda en espera de una nueva interrupción de reloj. Es evidente que deberá haber terminado sus operaciones antes de que llegue aquella ya que en caso contrario, las órdenes enviadas hacia el exterior pudieran corresponder a ciclos anteriores lo que lógicamente daría lugar a errores. Esta es, pues, una limitación inferior para el ciclo de las interrupciones. La limitación superior viene dada por la frecuencia en que pueda cambiar el suceso más rápido, ya que si entre dos exploraciones sucesivas un contacto cambia de estado varias veces, se perdería esta información al no ser explorado. Los tiempos límites para el sistema COBIT corresponden a 4 mseg el inferior y a 20 mseg el superior.

Adaptación del programa general a las variaciones propias de cada central

La programación del sistema COBIT se ha efectuado considerando una central cualquiera. Ello obliga por lo tanto a incluir una serie de parámetros que serían específicos para cada una de las aplicaciones.

Se ha reducido al mínimo el número de dichos parámetros para simplificar la manipulación del sistema por el operario, quedando únicamente aquéllos que son específicos de cada central, tales como categorías, códigos de marcaje, prefijos, etc.

Todos estos parámetros deben de ser introducidos en el programa antes de comenzar su funcionamiento y para ello, se ha creado un segundo programa que va guiando al operador en la elaboración de una cinta perforada que contendrá todos los datos necesarios. Además dicho programa controla que las respuestas dadas por el operador a las preguntas de aquel programa, son correctas, enviando en caso contrario el mensaje adecuado.

Diccionario de faltas

A causa de las limitaciones en la memoria por las razones antes expuestas, resulta imposible dar los mensajes al operador tan claros como sería de desear. Para corregir esto las respuestas del teletipo se limitan a dar un "número de falta" y la identidad del equipo posiblemente implicado en ella. Existe un diccionario de faltas en que el error detectado en la central queda perfectamente explicado e identificado por el correspondiente número de falta. Viene también acompañado de un circuito simplificado en el que puede localizarse la falta como se indica en las figuras 5a y 5b.

Evaluación del sistema COBIT

La experiencia obtenida hasta el presente en las pruebas efectuadas en centrales reales que se encontraban en fase de instalación, ha sido altamente satisfactoria.

FALTA 17

NO HAY POSITIVO DE BATERIA EN LA CONEXION DEL REGISTRO AL "HILO a_1 " EN EL "HILO DE CORTE m".

Pruebas:

1. Si el registrador no conecta la batería.
 - a) Si el relé b_j está en reposo, comprobar su excitación durante la fase secuencial y su retención.
 - b) Si alguno de los relés b_i^x , c_i , d_i o f_a están en trabajo comprobar su incorrecta autorretención o a través de la cadena de contactos de la fase secuencial.
2. Comprobar la continuidad y contactos del hilo a_1 desde el registrador.

Fig. 5a Ejemplo de falta en el diccionario de errores. Explicación.

Para la evaluación del sistema se han probado 35.000 líneas Pentaconta, de una de sus aplicaciones, concretamente, la correspondiente a la U. C. L. S. y como resultado, se ha obtenido una reducción del 60 % aproximadamente en el tiempo de prueba, empleando operadores con poca experiencia inicial. La adaptación de este personal al manejo del sistema COBIT se puede decir que ha sido prácticamente inmediata, siendo mínimos los problemas surgidos debido al transporte y a su conexión a la central. Los fallos del sistema, a pesar de las condiciones adversas, por otra parte normales, en que se encontraban las centrales, tales como falta de aire acondicionado, vibraciones mecánicas y perturbaciones causadas por personal que trabajaba en la instalación se pueden considerar prácticamente nulos.

Todo ello nos inclina a predecir un futuro halagueño para el sistema COBIT.

Joaquín Cordero Badorrey, Ingeniero de Telecomunicación desde 1961. Doctor Ingeniero en 1967. Se incorporó a ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., en 1961. Tuvo activa participación en el desarrollo de sistemas semielectrónicos de telefonía

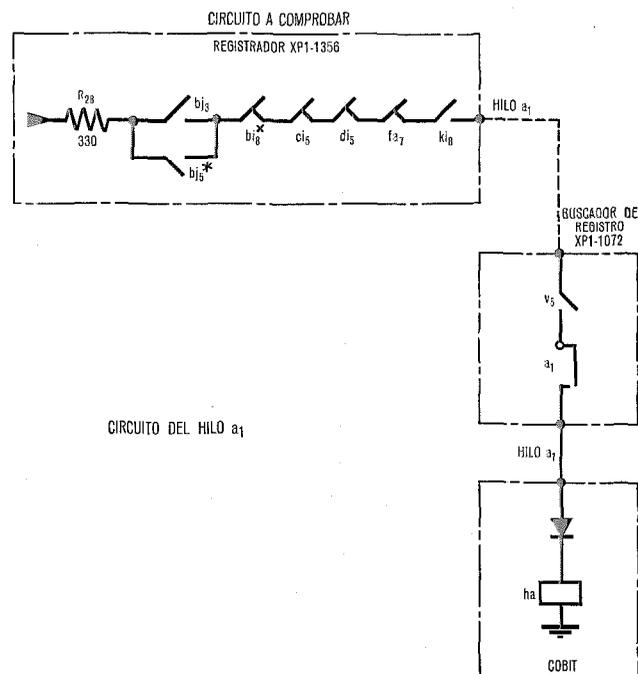


Fig. 5b Ejemplo de falta en el diccionario de errores. Esquema simplificado.

en ITT Laboratorios de Standard Electrica, S. A. y en el desarrollo del sistema Metaconta 10 C en BTM (Amberes) e ITT Laboratorios de Standard Electrica, S. A. Fué jefe de proyecto del sistema COBIT para las pruebas de instalación en centrales Pentaconta y actualmente jefe adjunto de aplicaciones técnica de ordenadores. Ha publicado varios artículos técnicos.

Félix Vidondo Morras obtuvo su Licenciatura en Físicas en 1952. Trabajó en el Instituto de Electricidad y Automática (Madrid) en el diseño lógico de ordenadores digitales en contratos subvencionados por USAF. Se incorporó a ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., en 1960 y participó activamente en el desarrollo de sistemas de conmutación semielectrónicos Metaconta durante cinco años. Director Adjunto de aplicación de los ordenadores durante tres años, es ahora miembro del Staff del Director Técnico de ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A.

Planificación de redes con ayuda de ordenadores - Emplazamiento de centrales telefónicas en líneas urbanas

El tomar decisiones en la planificación de redes telefónicas urbanas resulta más sencillo con la ayuda de un programa de ordenador.

M. ENRIQUEZ DE SALAMANCA
J. ZULUETA
Standard Eléctrica, S. A., Madrid

Introducción

ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., ha estado desarrollando programas de ordenador desde 1966 para ayudar en la planificación a largo plazo de redes telefónicas. El uso de ordenadores electrónicos no sólo permite gran rapidez de los extensos cálculos que se requieren normalmente, sino también la introducción de nuevos y mejores procedimientos de planificación, y el análisis apropiado de un gran número de alternativas en un período de tiempo relativamente corto.

Uno de los programas desarrollados en el Laboratorio ayuda a determinar el número óptimo y el emplazamiento de las centrales en áreas urbanas. Este problema tiene una gran importancia económica en la planificación de redes telefónicas.

Este programa lleva más de dos años en operación y ha sido usado por Administraciones Telefónicas y expertos planificadores, de ITT en 10 países.

El programa ha evolucionado constantemente de resultados de su aplicación práctica. Los usuarios han contribuido en gran manera a mejorar su eficiencia, a aumentar sus posibilidades y a hacerlo más realista al responder mejor a sus exigencias.

Este artículo presenta las hipótesis, modelos y algoritmos usados por el programa.

Definición del problema

El problema con el que se enfrenta el departamento de planificación de las compañías telefónicas es el siguiente: dada un área urbana con una distribución especificada de la demanda de tráfico prevista, determinar el número óptimo de centrales, su emplazamiento y sus áreas de servicio, considerando al mismo tiempo factores económicos y técnicos.

El problema planteado de esta forma es muy vago. A fin de definirlo mejor, se puede adoptar un modelo consistente en:

- varias hipótesis generales;
- componentes y el criterio de su coste;
- condiciones específicas que adapten el modelo general al caso particular que se desea optimizar.

Naturalmente, el modelo no produce la solución óptima o perfecta, pero da una buena flexibilidad, de tal forma que su uso permite al entendido obtener aproximaciones satisfactorias a las condiciones reales en un número significativo de casos, suministrando buenas soluciones que, por lo general, son superiores a los actuales estudios manuales.

Cuando se aplica el algoritmo al modelo, el mismo no determina decisiones, las cuales corresponden al equipo planificador, pero facilita al referido equipo una valiosa herramienta de trabajo gracias a la información que suministra y las alternativas que ofrece, capacitándole para decidir sobre la mejor forma de ajustar la instalación al crecimiento futuro.

Las ideas de matriz y zona fueron introducidas para permitir que el usuario suministrara la información acerca de la distribución de los abonados y del tráfico, así como las características topológicas y de coste del área urbana, según muestra la figura 1.

La ciudad se "cubre" con una matriz. Los lados de los elementos son de un mismo, pero arbitrario, tamaño. En la mayoría de las aplicaciones hasta el momento el tamaño ha variado entre 200 metros y 1 kilómetro.

Una "zona" se define como la parte del área urbana con alguna característica común, tal como precio del suelo o demanda de tráfico.

Hipótesis general del modelo

El modelo se basa en las siguientes hipótesis:

- Estática: El programa resuelve un problema en un momento dado en el tiempo. Sin embargo, al observar situaciones en diferentes momentos, el planificador podrá considerar un análisis de tiempo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	0
2	1	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	2
3	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4
4	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	2
5	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
6	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	0
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	0
9	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2	4	4	4	4	0
10	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	0
11	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	0
12	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	0

Fig. 1 Matriz de abonados y zonas de tráfico.
Números en el rincón superior izqda. de los recuadros:
Zona de tráfico.
Números en el rincón inferior drcha. de los recuadros:
Número de abonados.

- Conexión de enlaces: Todas las centrales se hallan interconectadas. Las centrales tandem no se toman en consideración, pero eso no afecta la exactitud de la solución, debido a la bien conocida insensibilidad del emplazamiento de las centrales con respecto a la red tandem.
- Area inicialmente vacante: El coste calculado por medio del programa supone que no hay nada instalado ya. La configuración que se da como respuesta será aquella red cuyo coste total es más bajo. La referida suposición es perfectamente razonable si se tiene en cuenta que el propósito del programa es un plan a largo plazo. Más adelante veremos que es posible, sin embargo, tener en consideración las facilidades existentes, para lo cual se asignan emplazamientos fijos, así como un límite superior e inferior al número de abonados de las centrales.

Factores de entrada de datos — Coste y criterios

Los componentes de la red que juegan un papel en el modelo son las centrales y la planta de cableado. Los parámetros de entrada con que el programa es alimentado permiten calcular el coste basado en los siguientes criterios:

- Centrales: El coste de una central es la suma de los costes del suelo, edificación, utilidades y equipo de conmutación.

Los tres primeros se expresan convenientemente en escalones como una función de los módulos del número de abonado (Fig. 2).

Los parámetros CB, S y LA son datos de entrada. El coste de una central de módulo M situada en la zona Z es entonces:

$$C(M, Z) = LA(M) \times LC(Z) + CB(M)$$

o, expresado en palabras:

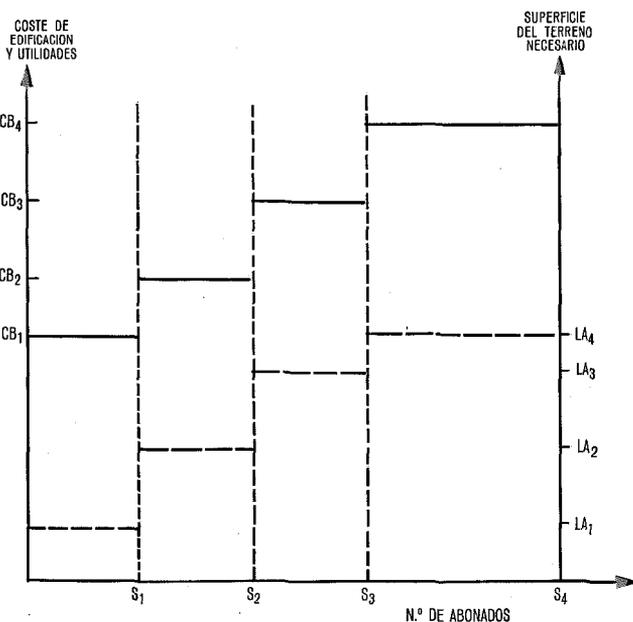


Fig. 2 Datos de entrada: Coste de las centrales. Línea sólida: Coste de edificación y utilidades (Escala de la izquierda). Línea de guiones: Superficie del terreno necesario (Escala de la derecha).

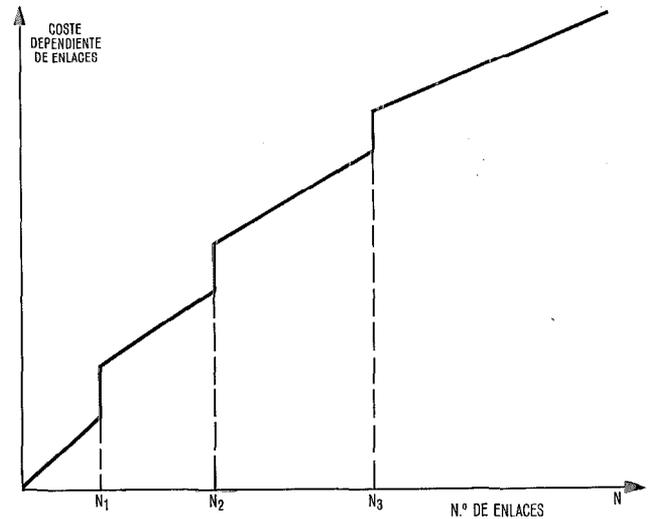
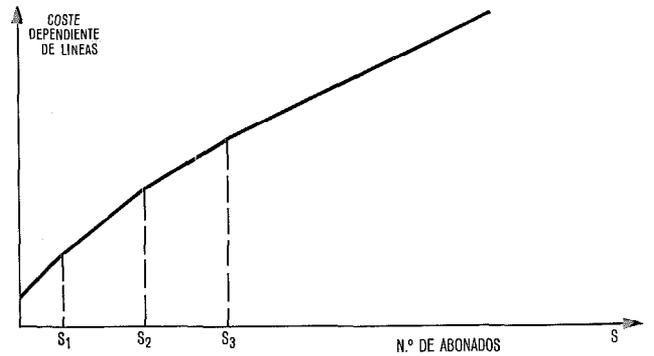


Fig. 3 Datos de entrada: Coste de conmutación.

$$\text{Coste} = \text{Superficie del suelo} \times \text{coste del suelo} + \text{coste de edificar}$$

El coste del equipo de conmutación puede descomponerse en dos sumandos: uno dependiente del número de líneas y el otro del número de enlaces. Esto aparece representado en la figura 3. Así, pues, para una central de S líneas y N enlaces, el coste de conmutación sería:

$$C(S, N) = CL(S) + CT(N)$$

o, expresado en palabras:

$$\text{Coste} = \text{Coste de líneas} + \text{coste de enlaces.}$$

Cables

Se consideran dos tipos de cable, a los cuales llamaremos cables principales y cables de distribución.

Los cables principales siguen rutas paralelas a las líneas de los centros de los cuadros.

La misión de los cables de distribución es unir los abonados de un cuadro (uniformemente distribuidos dentro del mismo) con los extremos correspondientes del cable principal.

El cable principal comprende varios segmentos, cada uno de los cuales se halla caracterizado por su longitud, módulo (número de pares) y calibre. Esto da lugar a una curva de costes por abonado como aparece en figura 4. La curvatura de cada segmento (el cual depende del módulo y del calibre) es arbitrario.

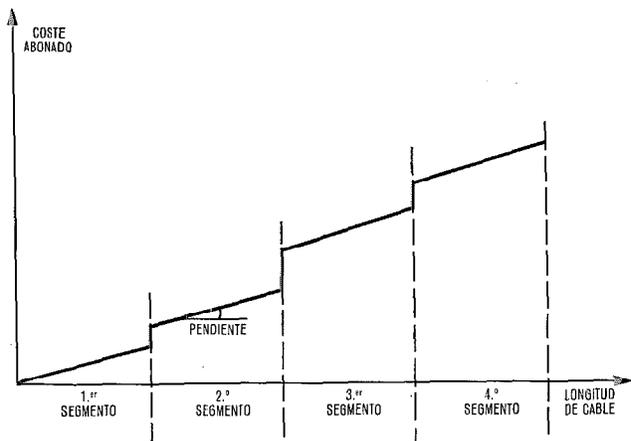


Fig. 4 Coste de cables principales.
Pendiente = Coste por abonado por unidad de longitud.

El coste del cable de distribución por abonado decrece hiperbólicamente con la densidad de abonados en el cuadro y se calcula por medio de la expresión (Fig. 5):

$$PD = PD1 + PD2 / (DC - DSA)$$

donde:

PD1 = un parámetro que representa aproximadamente un 80 % del coste por abonado en concentraciones altas (de 3000 a 4000 abonados por km²).

PD2 = un parámetro que determina la magnitud de la reducción hiperbólica. (Su valor es del orden de 700 000 a 1 050 000 pesetas por km²).

DSA = un parámetro que considera el coste por abonado en concentraciones bajas (de 500 a 600 abonados por km²).

El coste total del cable de distribución es constante para una distribución dada de abonados; es, por consiguiente, independiente de la configuración de la red.

Condiciones iniciales y parámetros

Centrales iniciales

En los datos de entrada es posible identificar dos tipos de centrales:

- Centrales móviles, que inicialmente ocupan la posición indicada, pero pueden ser cambiadas de lugar por el algoritmo de resolución.
- Centrales fijas, que ocupan permanentemente el lugar especificado.

Límite del tamaño de las centrales

Se puede especificar el tamaño máximo y mínimo de las centrales, expresado en número de líneas. Estos límites le permiten al planificador, entre otras cosas, tener en consideración las centrales existentes.

Coste del suelo

Como se explicó anteriormente, la idea de zonas se puede usar para considerar diferentes precios del suelo en partes diferentes del área urbana.

Coste de eliminar una central

Durante el proceso de optimización puede suceder que el algoritmo elimine una de las centrales existentes especificadas. Quizá sea más económico asignar sus abonados a otras centrales adyacentes hasta el punto de eliminarla por entero, pero habrá de considerarse el coste de dismantelar la central. Este coste fué introducido en el modelo y es una función del número de líneas de la central más un coste fijo de dismantelamiento.

Coste de conmutación

El coste del equipo de conmutación que se mencionó más arriba y aparece en figura 3 depende del tipo del sistema.

Puesto que el programa se desea para una planificación a largo plazo, es necesario permitir que el planificador considere sistemas futuros con valores de coste muy diferentes de los de los sistemas actuales.

Se pueden asignar diferentes pares de curvas a las diferentes centrales que se están considerando.

Coste del cable

Una flexibilidad similar se requiere para el coste de instalar cables. Ya se explicó que el programa supone que no hay nada instalado.

La posibilidad de asignar diferentes curvas de coste del cable a centrales diferentes permite tener en consideración las condiciones actuales, como los conductos existentes o el exceso de capacidad del cable.

Obstáculos

Ríos, bahías, lagos, montañas, terrenos pantanosos, etc., son algunas de las barreras naturales que se encuentran en muchas áreas urbanas.

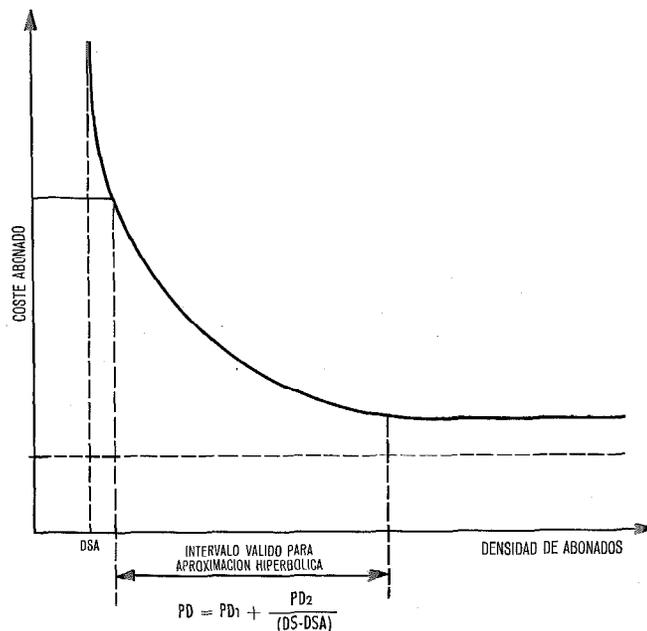


Fig. 5 Curva de coste para cables de distribución.

PD1: Coste constante.

PD2: Parámetro que determina la magnitud de la reducción hiperbólica (valor típico 700 000 pts./km²)

DSA: Asintota de hipérbola (500 a 600 abonados km²).

En general, esas barreras representan obstáculos para el "ruteo" del cable y la asignación de abonados.

Desde el punto de vista de nuestro modelo la dificultad surge al calcular la distancia real entre un abonado y una central cuando existe un obstáculo natural en la ruta más corta entre ambos.

La figura 6 representa una ciudad con una bahía. Supongamos que el programa considera si conviene asignar los abonados en la parte superior izquierda del plano a la central "A" o a la "B".

La última está, en efecto, más cerca, pero si la conexión tiene que hacerse bordeando la bahía, resulta más económico conectarlos a la "A". El programa puede empezar a mover la central "A" a un lugar más cercano a los abonados o puede recomendar que se instale una nueva central.

Este ejemplo específico de la bahía ha sido hallado en los estudios de varias ciudades reales como San Juan (Puerto Rico) y Bilbao (España). Ciudades por las que cruza uno o más ríos son muy corrientes. El problema es importante y un procedimiento general para calcular las distancias en vista de estos cálculos ha sido realizado en el modelo. Se escogió el procedimiento entre otros posibles por ser de aplicación más general y por sus ventajosas exigencias de tiempo de ordenador y memoria. Elle se explicará brevemente aquí con ayuda de la figura 7, que representa una ciudad cruzada por un río.

La ciudad tiene 4 puntos de ruteo. Si en el camino normal y más corto entre un cuadrado de la matriz del abonado y una central se halla el obstáculo, los cables tienen que pasar por uno o más puntos de ruteo.

Una "matriz de zona de ruteo" se forma dibujando líneas horizontales y verticales a través de los puntos de ruteo, y también considerando las líneas que describen los obstáculos. En el dibujo resultan 24 zonas. Esta idea de zonas de ruteo ha sido introducida para reducir considerablemente el volumen de datos de entrada y los cálculos que se precisarían en caso contrario.

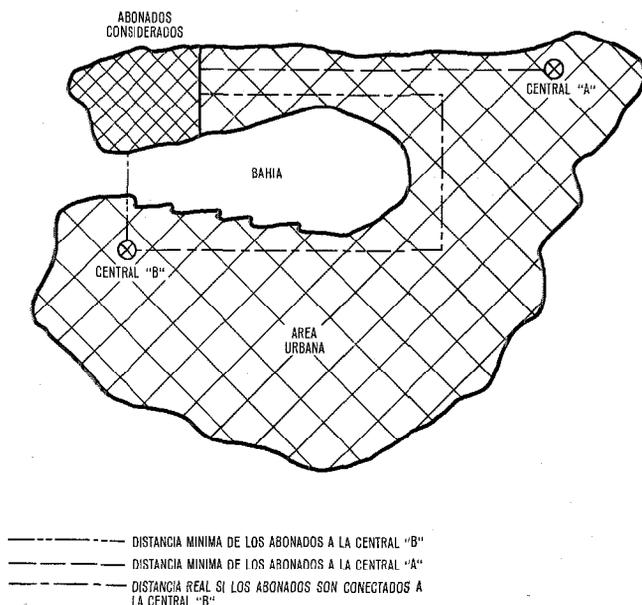


Fig. 6 Obstáculos: Area urbana con una bahía.

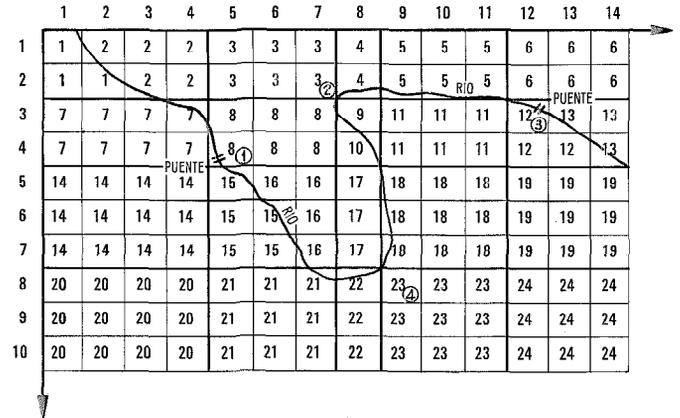


Fig. 7 Obstáculos.

○ con número: Punto de ruteo.

Números en recuadros: Número de zona de ruteo, matriz de zona de ruteo formada por líneas horizontales y verticales trazadas a través de los puntos de ruteo y líneas describiendo el obstáculo.

Por cada par de zonas los únicos datos de entrada que se precisan son los puntos de ruteo a usar, si existen. Por ejemplo, para conectar un abonado de la zona 14 a una central en la zona 8 se usa el punto 1 de ruteo.

Primero el programa estima las distancias constantes en estas interconexiones que reducirán más tarde el número de cálculos necesarios. Esto se obtiene realmente reduciendo el problema a rutear a través de un punto de origen. Por ejemplo, para conectar abonados de la zona 14, punto (6,2) a una central en la zona 17, punto (7,8) pasando por punto de ruteo 1, en (4,5). El cálculo de la distancia vertical por un procedimiento regular será:

$$(6-4)=2 \text{ (distancia del abonado al punto de ruteo)}$$

$$+ (7-4)=3 \text{ (distancia del punto de ruteo a la central)}$$

$$\text{Total} = 5$$

lo que resulta en tres operaciones aritméticas. Estas tres operaciones habrán de ser repetidas para todos los elementos de la zona 14 cuando el programa está explorando la asignación de abonados a la central en la zona 5. Pero obsérvese que en todos estos casos se repite la substracción de dos cuatros. El mismo resultado se obtendrá con solo dos operaciones de la siguiente forma:

$$6 + 7 - 8 = 5$$

donde 6 y 7 son las distancias desde los recuadros considerados al origen, y 8 es el doble de la distancia entre el punto de ruteo y el mismo origen. En este caso la distancia horizontal se puede obtener directamente puesto que el punto de ruteo no la afecta.

Si el lector prueba este ejercicio con más de un punto de ruteo, se percatará de la reducción tan importante en el número de cálculos necesarios. De esta forma tan simple todos los proyectos posibles de ruteo se pueden tener en cuenta de una forma realista.

Algoritmo de solución (Fig. 8)

Basándose en una configuración inicial de centrales y en la distribución de abonados derivada de los datos de entrada, el programa usa el siguiente procedimiento para llegar a una solución final:

- 1^{er} paso:
Asignación inicial de abonados a centrales, considerando solamente el coste de cable. Esto produce las áreas iniciales de servicio de cada central.
- 2^o paso:
Se encuentran nuevos emplazamientos para centrales móviles. Las centrales son movidas dentro de sus áreas de servicio y el coste se calcula, suponiendo que el resto de la red no cambia.
- 3^{er} paso:

Basándose en los nuevos emplazamientos hallados en el 2^o paso, se modifica el contorno de las áreas de servicio para minimizar el coste una vez más.

Los pasos 2 y 3 se repiten alternativamente en tanto que el coste de la red que resulte de cada tentativa siga decreciendo. Cuando el coste mínimo ha sido hallado, el programa imprime la configuración resultante y todos los datos pertinentes.

El criterio que se ha seguido en el paso 2 para el emplazamiento óptimo de cada central es que la suma de costes de los pares de abonados, enlaces con otras centrales, y precio del suelo sea el menor posible.

Para el paso 3 se asigna cada abonado a la central para la cual el coste incremental para dicho abonado sea el más bajo. Se entiende por coste incremental el aumento en el coste total que resulte de añadir un abonado a la central que se está estudiando. Consta del coste incremental debido a pares, enlaces, conmutación, edificio y elementos eléctricos.

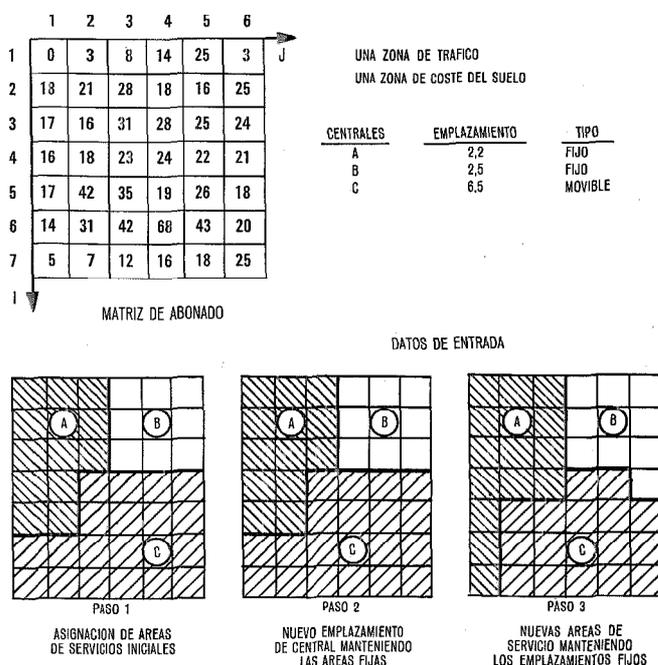


Fig. 8 Algoritmo de resolución.

Los pasos 2 y 3 se repiten iterativamente hasta hallar la red con el coste más bajo.

Configuraciones sucesivas

El programa permite al usuario explorar automáticamente un número de configuraciones sucesivas, cada una de las cuales consiste de una central más que la anterior. En los datos de entrada se especifica el número máximo de centrales a explorar.

Después de completar el procedimiento explicado arriba, el programa elige un emplazamiento inicial para la central adicional y comienza de nuevo en el paso 1.

El programa explora todos los cuadros en la matriz y calcula el coste de conectar los abonados a la central correspondiente en la configuración anterior. La nueva central se emplaza en el recuadro donde su coste es mayor.

Resultados

Los siguientes resultados se dan por cada configuración sucesiva que es investigada:

- Mapa preparado por el ordenador, mostrando el emplazamiento de las centrales y la distribución de las áreas entre ellas, y la matriz de abonados.
- Mapa dibujado por el ordenador mostrando las distancias de cada recuadro desde la central y la distribución de zonas de tráfico.
- Matriz de tráfico y número de enlaces entre centrales.
- Por cada central: emplazamiento, número de abonados asignados por el programa y coste por abonado.
- Coste total de la red.
- Tabla mostrando la diferencia en el coste de la red si cada central es emplazada en los ocho cuadros alrededor del que se ha dado como emplazamiento final.

Consideraciones sobre aplicabilidad del programa

Una de las primeras cosas que preguntan quienes entienden la complejidad del planeamiento de áreas urbanas es cómo un programa de ordenador, puede cuidarse del gran número y variedad de las condiciones locales.

Este programa de ordenador ha sido usado extensivamente para ciudades en España (Madrid, Barcelona, Valencia), Grecia (Isla de Corfú), Perú (Lima), Corea (Seul), Argentina (Buenos Aires), Brasil (Rio de Janeiro, Bello Horizonte), México (Ciudad de México), Puerto Rico (San Juan), Venezuela (Caracas), Uruguay (Montevideo). En la mayoría de los casos ha sido posible representar las condiciones o factores locales sin cambiar el programa. En otros casos se realizaron cambios en términos de una flexibilidad mayor de resultados de la experiencia, como en los casos ya discutidos de obstáculos. Algunas de estas dificultades se pueden vencer por medio de la manipulación inteligente de los datos de entrada, opciones del programa y parámetros; y en algunos casos aislando algunas áreas de la ciudad para estudiarlas por separado.

Unas cuantas situaciones típicas que se encontraron en muchas áreas urbanas son las siguientes:

- Zonas prohibidas para el emplazamiento de centrales. Ciudades con parques, bahías, lagos, etc., donde era impracticable el emplazamiento de una central. Estos estudios se hacen usando un coste del suelo artificialmente alto para esas zonas.
- Forzar cables a través de ciertas calles. Por medio de una inteligente definición del obstáculo se puede forzar al programa a que considere los conductores existentes de planta externa para futuras instalaciones de cable.
- El área de servicio de una central no puede ser cambiado. Esto puede ocurrir en lugares donde dos o más compañías telefónicas sirven partes de una zona urbana. Entonces, a pesar de no ser aconsejable desde un punto de vista económico, es imperativo el mantener los límites de influencia de las centrales. Una de las opciones del programa permite que se defina esto.

Se podían mencionar muchas otras situaciones típicas, pero lo importante es que el programa es lo suficientemente flexible para satisfacer la mayoría de las exigencias y situaciones que surgen en su aplicación.

Otros usos del programa

Además del uso evidente como una ayuda para la planificación de redes, que constituyen su aplicación directa, este tipo de programa de computador tiene otros dos usos importantes:

- a) Analizar la influencia de todos los factores que intervienen en el modelo, es decir, análisis de sensibilidad.
- b) Preparación de ingenieros en la planificación de redes.

En cierto sentido ambos se relacionan entre sí. Al llevar a cabo el análisis de los factores en cada caso, el ingeniero planificador aumenta sus conocimientos y desarrolla su sentido común.

Uno de los principales argumentos contra el uso de programas de ordenador en la planificación de redes es que, puesto que la exactitud y validez de los datos previstos son muy dudosas, no tiene sentido el tratar de refinar los procedimientos de planificación. Ello no es así. Estos programas permiten analizar la sensibilidad de los resultados a la exactitud de datos, reduciendo considerablemente la incertidumbre sobre los resultados.

Notas de programación

El programa de ordenador está escrito en FORTRAN, con algunas subrutinas en lenguaje IBM 360 Assembler. La memoria necesaria dependerá del área

urbana a tratar. No se usa almacenaje auxiliar, tal como cintas magnéticas o discos.

El tiempo de ordenador es también variable, dependiendo de la red a ser estudiada. Sin embargo, una pasada típica para una gran ciudad con 400 000 abonados y 20 centrales necesita entre 15 y 30 minutos de tiempo del IBM 360/40, que al coste actual es menor de 100 dólares.

Reconocimiento

Sería difícil agradecer su colaboración y esfuerzo a todas las personas que tomaron parte en la concepción, desarrollo y realización de este programa. Sin embargo, debe hacerse una mención especial de los esfuerzos pioneros de los Sres. K. W. Ott y F. J. de los Ríos, quienes iniciaron esta actividad en ITT Laboratorios de Standard Electrica S. A., y del Sr. L. A. Gimpelson, que tanto ha contribuido a extender el campo de aplicación del programa.

Bibliografía

- [1] Y. Rapp: Algunos puntos de vista económicos para el planeamiento a largo plazo de la red telefónica, Telefonaktiebolaget LM Ericsson, Estocolmo, Parte I, n° 2/1968, Parte II, n° 3/1968.
- [2] Y. Rapp: Planning of Exchange Locations and Boundaries in Multi-Exchange Networks, Ericsson Technics n° 2/1962.
- [3] H. S. Edwards y H. Z. Hardaway: New Concepts in Exchanges Outside Plant Engineering, The Bell System Technical Journal, Vol. XLIV, n° 3, marzo 1965.

Mariano Enriquez de Salamanca obtuvo su Licenciatura Universitaria en Ciencias Físicas en Madrid el año 1954. Después de trabajar durante unos años en JEN (Junta de Energía Nuclear) pasó a UEM (Unión Eléctrica Madrileña) como jefe de la parte nuclear de una planta.

Se incorporó a ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., en 1966. Aquí participó de manera preponderante en el desarrollo de métodos de planeamiento de redes telefónicas urbanas y rurales con el uso de ordenadores, habiendo participado en la planificación del sistema telefónico de cientos de ciudades de todo el mundo. En la actualidad trabaja en la División TACS de ITT Laboratorios de Standard Electrica, S. A. como jefe analista, y es autor de varios estudios técnicos.

Javier Zulueta nació en San Sebastián (España) el 18 de octubre de 1937. El año 1959 se graduó como Ingeniero Industrial en la Universidad de Villanueva de La Habana (Cuba). Posteriormente realizó estudios de postgraduado en Villanova University (Estados Unidos) especializándose en Matemáticas Aplicadas y Ordenadores. Después de dos años ejerciendo como ingeniero de producción en Cuba, trabajó durante siete años en el Departamento Técnico de Ordenadores de la Compañía Houndry Process Corp., de Filadelfia (Estados Unidos). Desde 1968 hasta abril de 1971 fué Jefe de la División de Aplicación de Ordenadores, de ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., en Madrid. Desde entonces es Subinterventor General al cargo de sistemas y proceso de datos de Standard Eléctrica, S. A., en Madrid.

El Sr. Zulueta es miembro de la American Management Association, el American Institute of Chemical Engineers, y de la Asociación Española de Automática. Ha publicado varios estudios y tiene registradas algunas patentes en los Estados Unidos.

Optimización de redes nacionales

Optimización de redes de enlaces telefónicos con rutas alternativas y estructura jerárquica.

P. A. CABALLERO GALLEGO

ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., Madrid

Introducción

La transformación de las redes nacionales manuales o semiautomáticas en redes totalmente automáticas es un proceso irreversible que está teniendo lugar en la mayoría de los países. En las naciones más desarrolladas, el incremento continuo de la demanda de un mayor y mejor servicio telefónico es la razón por la que durante un considerable número de años las redes nacionales existentes han experimentado un proceso de crecimiento continuo (tasas de crecimiento entre el 10% y el 20% anual son normales), cuyo final no se prevé por el momento.

Una característica general de las inversiones de capital en equipos telefónicos es la permanencia; la vida media de los equipos y estructuras es muy larga, y es conveniente insistir una vez más en el gran volumen de capital que implican estas inversiones. Por otra parte, errores inevitables en las previsiones a largo plazo pueden conducir a políticas de inversión que se alejen demasiado de las metas económicas perseguidas.

Todos estos factores determinan la importancia fundamental de una técnica conveniente de diseño de redes telefónicas, en forma tal que, a la vez que se logre la calidad de servicio deseado, el coste de los equipos telefónicos instalados sea mínimo.

Insistamos una vez más en la complejidad extrema, tantas veces subrayada, del problema de la planificación telefónica, haciendo resaltar que los dos factores arriba mencionados (calidad de servicio y costes) deben ser las guías que nos conducirán a las decisiones más favorables. Es aquí donde los ordenadores juegan un papel inestimable como herramientas que, siendo capaces de tratar los más sofisticados modelos de redes, dan luz sobre factores que podrán configurar nuestras decisiones finales.

A causa de la complejidad del problema de la planificación telefónica, que no permite desde el punto de vista práctico su tratamiento global con ordenador, hemos tratado de dividir el problema en partes y hacer frente a cada una de ellas separadamente. La idea que siempre ha gobernado nuestro trabajo ha sido que la solución a cada problema parcial no ejerza una influencia indebida en la solución de los demás. O, con otras palabras, que la solución óptima global sea muy aproximadamente el conjunto de las soluciones parciales. En favor de esta división existe el hecho práctico de que, normalmente, lo que se intenta resolver en un momento dado, tenidas en cuenta todas las condiciones técnicas y económicas que puedan darse, es uno de los que hemos llamado problemas parciales.

Los programas de ordenador para la planificación se han concebido para ser utilizados por ingenieros de

planificación. Ningún conocimiento de ordenadores necesitan sus usuarios. Sin embargo, es obvio que para un uso correcto e inteligente de los programas es necesario un conocimiento completo del modelo e hipótesis básicas en las que cada programa se basa. Una atención especial debe prestar el usuario a la preparación de los datos de entrada. Un programa de ordenador, para un conjunto de datos de entrada proporciona fatalmente un conjunto de datos de salida: en el caso de que los datos de entrada sean incorrectos o inadecuados, la salida puede carecer de sentido alguno.

Un diseño con la ayuda de ordenador permite considerar un modelo más complejo, sin necesidad de introducir simplificaciones, dudosas en ciertos casos, lo que, por otra parte, es inevitable en un procedimiento manual. Además, por liberar al ingeniero planificador de largos y tediosos cálculos manuales, le proporciona la posibilidad de hacer un estudio más tranquilo y detallado del problema.

Un programa desarrollado en ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., cuyo modelo matemático se describe en este artículo, sigue las ideas anteriores.

Tres problemas básicos se pueden señalar en el diseño de redes telefónicas nacionales. Estos son la estructura concreta de la red (su definición y jerarquía), la elección de los medios de transmisión y el óptimo tamaño de cada ruta. El método propuesto resuelve este último problema, y el programa puede utilizarse para resolver los dos primeros, puesto que existen pocas alternativas en un caso concreto en lo que respecta al número y definición de jerarquías y a medios de transmisión; por tanto, es posible adoptar la decisión más conveniente mediante diferentes ejecuciones del programa y comparación de resultados. Más aún, el programa de ordenador a que nos referimos tiene un importante uso en estudio de sensibilidad de la solución a desviaciones en la previsión o estudios de impacto del uso de nuevos equipos en el diseño de una red.

En nuestra opinión, el programa puede ser una poderosa herramienta en el diseño de redes jerárquicas, sobre todo teniendo en cuenta que estas redes están llegando a ser tan grandes y complejas que es prácticamente imposible hacer un diseño de las mismas con procedimientos manuales.

Exposición del problema

La finalidad del método es la optimización económica de redes de enlaces con rutas alternativas y estructura jerárquica.

Antes de presentar el problema en una forma concreta, definiremos los conceptos básicos e hipótesis de partida a él referentes.

Definición de la red

La figura 1 muestra una red con rutas alternativas y estructura jerárquica en un área convencional. La red representada posee tres niveles:

- centrales locales,
- centrales primarias,
- centrales secundarias.

Es conveniente recordar aquí que la necesidad de centros de conmutación de diferentes niveles está basada fundamentalmente en la alta densidad telefónica, más que en la extensión geográfica. A medida que nuevas centrales locales van surgiendo, pueden no ser económico interconectarlas totalmente; en lugar de ello, se recurre a menudo a centros que recogen el tráfico de desbordamiento local, o centros primarios; a su vez, la interconexión total de los centros primarios puede no ser ventajosa desde el punto de vista económico, en cuyo caso se establecen centros secundarios que recogen el tráfico de desbordamiento primario, y así sucesivamente.

Los enlaces de la red considerados por el método son todos unidireccionales.

Ley de encaminamiento

La figura 2 es una representación esquemática de la estructura jerárquica de la red de la figura 1. Consideremos dos centrales locales cualesquiera, las números 3 y 13, por ejemplo. En la figura 3 a estas dos centrales se han representado, junto con todos sus centros de orden superior (primario y secundario). El dibujo muestra asimismo los enlaces existentes entre estas dos centrales en la dirección de 3 a 13, y su disciplina de encaminamiento (o ley de desbordamiento).

En la figura 3 b se han representado todas las rutas posibles y su ley de desbordamiento entre las centrales de la figura 3 a, en el supuesto de que no hay restricción alguna en el número de desbordamientos sucesivos que el equipo de conmutación de cada central

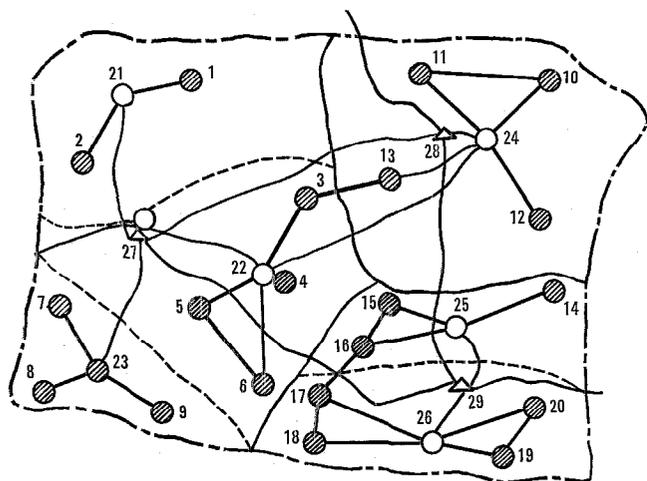


Fig. 1 Red de enlaces telefónicos con rutas alternativas y estructura jerárquica.
 ● central local
 ○ central primaria
 △ central secundaria

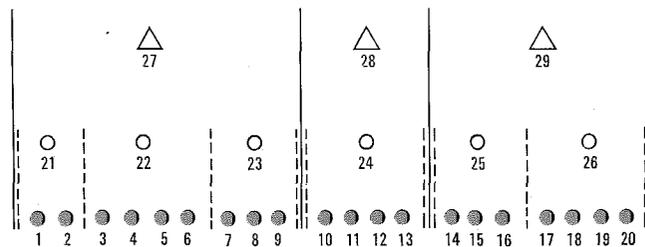


Fig. 2 Representación esquemática de la estructura jerárquica de la red de la Fig. 1. Las líneas de trazos verticales separan las centrales situadas en la misma zona primaria; las líneas continuas verticales separan las centrales localizadas en la misma zona secundaria.

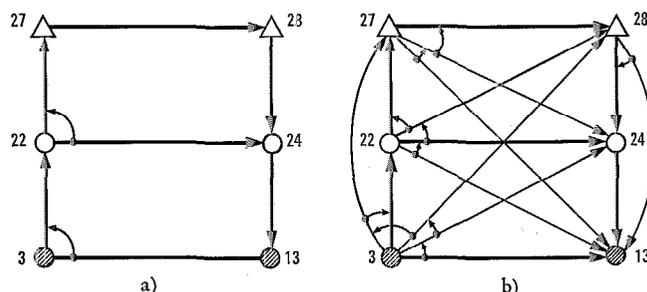


Fig. 3 Esquema de dos centrales telefónicas locales con sus centros primarios y secundarios asociados.

- a) Enlaces existentes desde la central 3 a la 13 y su disciplina de encaminamiento.
- b) Todas las rutas posibles entre las centrales y su ley de encaminamiento.

pueda llevar a cabo. Los trazos en líneas gruesas son los que existen en la red de la figura 1.

La estructura de la red y la ley de encaminamiento correspondientes al ejemplo anterior son las que hemos considerado, por ser las más comúnmente aceptadas. Sin embargo, el método propuesto es independiente de la estructura y puede utilizarse en redes con diferente ley de encaminamiento.

Tráfico de desbordamiento

Dos parámetros han servido para definir el tráfico de desbordamiento: su media y su varianza. Los procedimientos utilizados para resolver los problemas de tráfico que el método propuesto plantea se basan en la teoría de Wilkinson y las ecuaciones de Lotze; accesibilidad total y limitada han sido consideradas. Las ecuaciones utilizadas se encuentran en las publicaciones de R. J. Wilkinson y A. Lotze dadas en las referencias [3] y [4].

Calidad de servicio de la red

Dos criterios son los más comúnmente aceptados para definir la calidad de servicio de la red: "bloqueo en grupos finales de enlaces" y "punto a punto". Según el primer criterio, la media de tráfico de pérdidas en un grupo final de enlaces viene dado como un porcentaje (grado de servicio) de la media del tráfico ofrecido al grupo. El segundo criterio define la media de tráfico perdido en un grupo final de enlaces, como un porcentaje de la suma de tráficos ofrecidos

primarios que tienen como ruta de última elección el grupo final considerado. Ambos criterios se pueden utilizar en el método propuesto.

Definición del problema

Dado un número de centrales con una cierta matriz de tráfico ofrecido, y una estructura jerárquica, el problema consiste en determinar la configuración más económica de la red que satisface una calidad de servicio requerida.

Los costes tenidos en cuenta son los de los elementos telefónicos que entran en juego: costes unitarios de los enlaces en cada ruta definida por la estructura de la red, y los costes unitarios del equipo de conmutación de las centrales.

Un ejemplo introductorio

La figura 4 representa una parte de una red. Las rutas 2, 4 y 5 son rutas finales, y los números 1 y 3 son rutas de alto uso. Tratemos de dimensionar esta subred en la forma más económica, en forma tal que curse el tráfico A, ofrecido por la central I a la central J, bajo la condición de mantener una congestión dada en los grupos de enlaces finales 2, 4 y 5.

Supondremos que el coste de cada unión *i*, entre puntos de conmutación es proporcional a su número de circuitos, *N_i*, con un coste unitario, *C_i*, que incluye los costes de conmutación en origen y destino, así como el coste de los medios de transmisión. Por tanto, el coste total de la subred puede expresarse:

$$C = C_1N_1 + C_2N_2 + C_3N_3 + C_4N_4 + C_5N_5. \quad (1)$$

El coste es una función de tantas variables independientes como rutas de alto uso existen en la red, puesto que una vez que los enlaces se fijan en las rutas de alto uso, buscando la red de mínimo coste, el número de enlaces en las rutas finales viene dado por el tráfico que a ellas se ofrece y por el criterio de congestión (probabilidad de bloqueo) impuesto. En consecuencia, tomaremos como variables independientes el número de enlaces en las rutas de alto uso *N₁* y *N₃*. Nuestro propósito es minimizar la función *C*, generalizando un método sugerido por C. W. Pratt [1], y usado por B. Wallström [2]. Se ha utilizado la técnica bien conocida para encontrar el mínimo o máximo de una función de derivación e igualación a cero. Por tanto calcularemos las derivadas parciales de *C* con relación a *N₁* y *N₃*:

$$\left(\frac{\partial C}{\partial N_1}\right)_{N_3} = C_1 + C_2\left(\frac{\partial N_2}{\partial N_1}\right)_{N_3} + C_4\left(\frac{\partial N_4}{\partial N_1}\right)_{N_3} + C_5\left(\frac{\partial N_5}{\partial N_1}\right)_{N_3}. \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial C}{\partial N_3}\right)_{N_1} = C_3 + C_4\left(\frac{\partial N_4}{\partial N_3}\right)_{N_1} + C_5\left(\frac{\partial N_5}{\partial N_3}\right)_{N_1}. \quad (3)$$

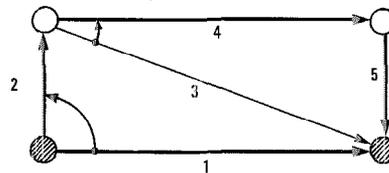


Fig. 4 Representación esquemática de una parte de una red telefónica. Las rutas 2, 4 y 5 son finales; las 1 y 3 de alto uso.

La condición de mínimo de *C* es, por lo tanto:

$$\left(\frac{\partial C}{\partial N_1}\right)_{N_3} = 0, \quad \left(\frac{\partial C}{\partial N_3}\right)_{N_1} = 0. \quad (4)$$

Las ecuaciones precedentes definen los valores óptimos de *N₁* y *N₃*, pero la aplicación directa de esta ecuación en un programa de ordenador no es práctica en absoluto, por su forma particular para cada ruta: esta objeción está aún más justificada en el caso en que la red que se estudie sea más compleja que la que estamos considerando ahora. Mediante la definición de ciertos parámetros hemos tratado de llegar a una ecuación de optimización común formalmente a todas las rutas de alto uso. Definamos los parámetros siguientes, correspondientes a las rutas de alto uso y finales:

$\Phi_{M_i} = \left(\frac{\partial \text{cost}}{\partial M_i}\right)_{V_i}$ coste marginal de la red con relación a la media del tráfico ofrecido a la ruta *i*.

$\Phi_{V_i} = \left(\frac{\partial \text{cost}}{\partial V_i}\right)_{M_i}$ coste marginal de la red con relación a la varianza del tráfico ofrecido a la ruta *i*.

Definamos ahora los parámetros relativos a las rutas de alto uso:

$H_{M_i} = \frac{-1}{\left(\frac{\partial M_{oi}}{\partial N_i}\right)_{M_i, V_i}}$ Opuesto del inverso de la media marginal de tráfico de desbordamiento con relación al número de enlaces.

$H_{V_i} = \frac{-1}{\left(\frac{\partial V_{oi}}{\partial N_i}\right)_{M_i, V_i}}$ Opuesto del inverso de la varianza marginal de tráfico de desbordamiento con relación al número de enlaces.

$J = \left(\frac{\partial (M_{oi}, V_{oi})}{\partial (M_i, V_i)}\right)_{N_i}$ Matriz jacobiano del tráfico de desbordamiento (media y varianza) con relación al tráfico ofrecido (media y varianza) a número de enlaces constante en la unión *i*. Su forma explícita es:

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial M_{oi}}{\partial M_i} & \frac{\partial V_{oi}}{\partial M_i} \\ \frac{\partial M_{oi}}{\partial V_i} & \frac{\partial V_{oi}}{\partial V_i} \end{pmatrix}_{N_i}$$

El cálculo de los costes marginales es sencillo: los correspondientes a las rutas finales son:

$$\Phi_{M_i} = C_i \left(\frac{\partial N_i}{\partial M_i}\right)_{V_i, M_{oi}} \quad (5)$$

$$\Phi_{V_i} = C_i \left(\frac{\partial N_i}{\partial V_i}\right)_{M_i, M_{oi}}$$

donde M_{ai} representa la media admitida de tráfico perdido en una unión final. De acuerdo con los dos criterios descritos en "Calidad de servicio de la red", el valor de M_{ai} puede venir dado en una de las siguientes formas: ya sea por un valor del grado de servicio E_i o congestión en cada ruta final, de forma que

$$M_{ai} = E_i \cdot M_i$$

o bien por un grado de servicio relativo al tráfico primario o entre centros locales que utilizan la ruta i como ruta de última elección o ruta final:

$$M_{ai} = \frac{E}{3} \sum A.$$

Los costes marginales relativos a las rutas de alto uso, por ejemplo, en nuestro caso, la ruta 3, pueden calcularse utilizando la matriz J en la forma siguiente:

$$\begin{pmatrix} \Phi_{M_3} \\ \Phi_{V_3} \end{pmatrix} = J \left[\begin{pmatrix} \Phi_{M_4} \\ \Phi_{V_4} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Phi_{M_5} \\ \Phi_{V_5} \end{pmatrix} \right]. \quad (6)$$

Esta expresión da los costes marginales de la ruta 3, como función de los correspondientes a las rutas 4 y 5, sobre las cuales desborda la ruta 3.

Por fin, la forma de las ecuaciones (4), utilizando los parámetros que acabamos de definir, es la siguiente:

$$1 = \frac{\Phi_{M_2} + \Phi_{M_3}}{C_1 H_{M_1}} + \frac{\Phi_{V_2} + \Phi_{V_3}}{C_1 H_{V_1}} \quad (7)$$

$$1 = \frac{\Phi_{M_4} + \Phi_{M_5}}{C_3 H_{M_3}} + \frac{\Phi_{V_4} + \Phi_{V_5}}{C_3 H_{V_3}}.$$

El interés de escribir las ecuaciones de optimización en la forma precedente consiste en la uniformidad de tratamiento que estas ecuaciones proporcionan. Obsérvese que los parámetros costes marginales que entran en juego en cada ecuación son precisamente los relativos a las rutas sobre las cuales desborda la ruta considerada. La influencia del número de enlaces N_i se realiza en las ecuaciones anteriores a través de los parámetros H_{M_i} y N_{V_i} . El resultado de la uniformidad de tratamiento mencionada es la relativa simplicidad que posee el programa de ordenador que hace operativo el método, puesto que una vez que ha sido definida la estructura de la red, el procedimiento de cálculo se reduce a resolver repetitivamente las mismas ecuaciones. La obtención detallada de las ecuaciones precedentes y las que se expondrán en el párrafo siguiente se puede encontrar en el trabajo de la referencia [5].

Ecuaciones generales

Siguiendo las ideas que acabamos de exponer, se ha determinado la forma general de la ecuación de optimización. Esta ecuación deberá ser satisfecha por cada variable independiente del problema, es decir, el número de enlaces en cada una de las rutas de alto uso de la red. La mencionada forma general de la ecuación de optimización, para cualquier ruta, k , puede escribirse (ver figura 5):

$$\frac{\sum_i \left(\sum_j \Phi_{M_j} \right) \frac{M_i}{\sum M_i}}{C_k H_{M_k}} + \frac{\sum_i \left(\sum_j \Phi_{V_j} \right) \frac{V_i}{\sum V_i}}{C_k H_{V_k}} = 1, \quad (8)$$

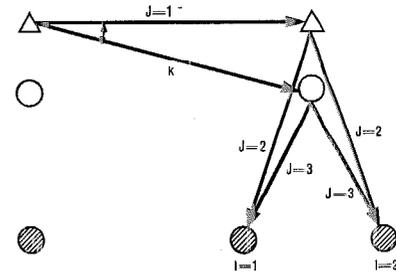


Fig. 5 Circuitos en rutas de alto uso.

donde el índice i se extiende a todas las centrales destino que reciben tráfico ofrecido a la ruta considerada, y, para cada destino, i , el índice j se extiende a todas las rutas a las cuales se ofrece en primera elección el tráfico desbordado o el tráfico cursado por la ruta considerada. Las variables M_i y V_i definen el tráfico ofrecido a la ruta k cuyo destino es la central i . Los parámetros H_{M_k} y H_{V_k} pueden calcularse directamente, según su definición. Los parámetros Φ_{M_k} y Φ_{V_k} pueden calcularse en cada ruta k utilizando la ecuación siguiente, que es una generalización de la ecuación (6).

$$\begin{pmatrix} \Phi_{M_k} \\ \Phi_{V_k} \end{pmatrix} = J \begin{pmatrix} \sum_i \left(\sum_j \Phi_{M_j} \right) \frac{M_i}{\sum_i M_i} \\ \sum_i \left(\sum_j \Phi_{V_j} \right) \frac{V_i}{\sum_i V_i} \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Obsérvese que para computar los costes marginales Φ_{M_k} y Φ_{V_k} , la ecuación precedente se aplicará en forma consecutiva, comenzando por las rutas inmediatamente anteriores a las finales en jerarquía, hasta llegar a las rutas directas.

Algoritmo de resolución

Para la solución del sistema de ecuaciones precedente se ha seguido un procedimiento iterativo, en la forma descrita a continuación.

La inicialización ha consistido en una estimación de los costes marginales en las rutas finales, de las matrices J en las rutas de alto uso, y las fracciones M_i/M_i y V_i/V_i . El procedimiento iterativo propiamente dicho consta de dos procesos básicos:

a) "Barrido" de la red desde las rutas finales a las rutas directas. Mediante este proceso se evalúan los costes marginales utilizando reiterativamente la ecuación (9).

b) "Barrido" de la red desde las rutas directas a las rutas finales. En este proceso se calculan los enlaces en las rutas de alto uso, mediante la ecuación de optimización (8), y de los tráficos desbordados y cursados por las mismas, que se ofrecerán a las rutas correspondientes, de acuerdo con la estructura de la red.

El óptimo se habrá alcanzado cuando el resultado de dos iteraciones sucesivas sea idéntica.

Programa de ordenador

Utilizando los métodos que acabamos de describir se ha desarrollado un programa de ordenador. Las características más importantes del programa son:

- Lenguaje de programación FORTRAN IV (F). Por tanto el programa puede ejecutarse en la mayoría de las instalaciones de ordenadores.
- Estructura modular. Por ello se pueden realizar cambios con un mínimo esfuerzo de reprogramación, siendo sólo necesario para un cambio la sustitución del módulo o los módulos afectados por el mismo.
- Almacenamiento en disco de trabajo de todas las variables y resultados. Sólo la "lógica" del programa es almacenada en memoria interna. Esto hace que el tamaño de las redes que se pueden tratar sea prácticamente ilimitada.
- La memoria interna requerida es aproximadamente 70 kilooctetes.
- El programa se ha concebido en forma tal que pueda ser utilizado en el estudio del mayor número de casos reales. En consecuencia, puede aceptar condiciones restrictivas tales como definición de un mínimo y máximo número de enlaces en cada ruta particular, no existencia de algunas rutas, elección a priori de algunas rutas como rutas finales, etc.
- El tiempo de ejecución depende, naturalmente, del número de centrales de la red, su estructura y las condiciones restrictivas. En el estado actual del programa, es necesario un tiempo de 40 minutos aproximadamente para la ejecución de una red de 20 centrales, sin condiciones restrictivas, en un ordenador convencional, del tipo IBM 360/40.

Conclusiones

Como ya se ha indicado, el método descrito está especialmente adaptado a un tratamiento con ordenador, puesto que la ecuación de optimización es formalmente la misma en todas las rutas. En consecuencia el programa de ordenador es relativamente sencillo.

El método es independiente de los modelos de tráfico utilizados; un cambio en estos modelos afectaría solamente a los módulos que operativamente los realizan. El método es asimismo independiente de la ley de encaminamiento; un cambio en ésta implicaría una alteración en los módulos que ejecutan la "lógica" de encaminamiento del programa.

Referencias

- [1] C. W. Pratt: The Concept of Marginal Overflow in Alternate Routing; Fifth International Teletraffic Congress, Nueva York, 14—20 junio 1967. También en Australian Telecommunication Research, Noviembre 1967, Vol. 1, n° 1—2, págs. 76—82.
- [2] B. Wallström: Methods for Optimizing Alternative Routing Networks; Ericsson Technics, 1969, Vol. 25, n° 1, págs. 3—28.
- [3] R. J. Wilkinson: Theories for Toll Traffic Engineering in the U. S. A.; Bell System Technical Journal, marzo 1956, Vol. 35, n° 2, págs. 421—514.
- [4] A. Lotze: Tables for Overflow Coefficient and Loss of Gradings and Full Available Groups; Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung der Technischen Hochschule, Stuttgart, 1966.
- [5] P. A. Caballero: A Method for the Optimization of Telephone Trunking Networks with Alternate Routing; Sixth International Teletraffic Congress, Munich, 9—15 septiembre 1970, comunicación n° 145 (7 p.).

Pedro-Antonio Caballero Gallego, nació en Córdoba, España, el 25 de enero de 1943. Obtuvo el título de Ingeniero Electromecánico en la Escuela Técnica Superior del I. C. A. I., Madrid, en 1966. Becado por el Gobierno francés, sigue distintos cursos para post-graduados sobre automática en la "Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique", en París.

Trabaja en el "Centre d'Etudes et Recherches en Automatismes" y recibe el grado "Maître ès Sciences" en 1968. Comenzó a trabajar en ITT Laboratorios de Standard Eléctrica, S. A., España, en 1968. En 1971 ha recibido el grado de Doctor Ingeniero. En la actualidad dirige el grupo Ayuda de los ordenadores a la Planificación de Redes y es profesor en la Escuela Técnica Superior del I. C. A. I.

Desarrollo de un plan fundamental para San Juan mediante ordenador

Sobre este caso concreto se presentan las ventajas de la utilización de ordenadores para la planificación eficaz durante el período de expansión. Se describen estas técnicas y se discuten otras que se están desarrollando en nuestros laboratorios.

LESTER A. GIMPELSON

International Telephone and Telegraph Corporation, New York

Introducción

En todo el mundo las áreas urbanas están experimentando un rápido crecimiento de sus medios de comunicación y las previsiones indican que en las próximas décadas los porcentajes de incremento serán aún mayores. Los cuantiosos desembolsos de capital requeridos para satisfacer las necesidades de los modernos medios de comunicación, representan una inversión en el futuro de estas áreas. La totalidad de dicha inversión es grande, ya que se realizará sobre equipos y estructuras cuyo tiempo de servicio se espera sea de treinta años o más. Por otra parte, el volumen de dichas inversiones, la falibilidad de las previsiones a largo plazo, así como la falta de personal de ingeniería lo suficientemente experimentado para abarcar el creciente volumen de proyectos, indican la necesidad de nuevas técnicas para la planificación de las áreas urbanas. La planificación eficaz implica un uso eficiente del capital disponible para satisfacer las demandas actuales y futuras de los diferentes servicios de comunicación, con un coste mínimo para el usuario y con una ganancia adecuada para la administración de comunicaciones, con el fin de asegurar la disponibilidad de futuros capitales.

Probablemente, si no fuera una consecuencia de la falta de capital, el mayor problema con el que las administraciones de todo el mundo se enfrentan es la falta de ingenieros de planificación de telecomunicaciones. Por esta causa, las nuevas técnicas que ayuden a estos ingenieros deben de encaminarse hacia un uso eficiente de su tiempo. Nuestra experiencia indica que en ciertas áreas del proceso de planificación la ayuda del ordenador será clave para una planificación eficaz durante el período de expansión; utilizando los estudios realizados por nuestras compañías, describiremos estas técnicas que utilizan ordenadores, para pasar más tarde a discutir otras técnicas bajo desarrollo en nuestros laboratorios.

Dos ejemplos de introducción

La planificación trata de minimizar los desembolsos de capital sobre un período de tiempo dado. Los cálculos relativos al valor presente de las cargas anuales (VPCA) muestran el efecto reducido de las inversiones bien realizadas cara al futuro, a esto se une una falta de confianza en las previsiones futuras. De acuerdo con esta visión del problema, el objetivo es tratar de hacer previsiones a corto plazo basándose en las mejores informaciones disponibles. El problema puede ser esta-

blecido en términos diferentes: dada la planta actual y la pedida, así como las previsiones de la demanda y de la tecnología de las comunicaciones, averiguar cual es la configuración óptima de red urbana a la que debe tender un área determinada, así como cual debe ser el plan más económico para llevar a cabo dicha configuración final. (Estas ideas se aplican tanto a redes nacionales como internacionales). Sin embargo, con el fin de limitar la complejidad del tema, trataremos sobre la planificación de un centro urbano con el objeto de explicar las técnicas específicas anteriormente señaladas.

Un ejemplo inicial ayuda a comprender el efecto que el crecimiento tiene sobre un emplazamiento de centrales dado. Utilizando los diagramas de la figura 1 en la que las áreas de alta densidad están indicadas, mediante líneas de trazo continuo que perfilan sus contornos, mientras que las de nuevo crecimiento están representadas por líneas de trazo discreto, se comprueba la existencia de tres posibles emplazamientos para una nueva central, con el fin de cubrir las necesidades de crecimiento durante un período de 20 años. Cada una de las tres soluciones posibles corresponde al emplazamiento óptimo correspondiente a una previsión particular; así, la primera fila muestra que de acuerdo con el emplazamiento de la central en 1970, se necesitarán circuitos de gran longitud hacia el oeste en 1990; en la tercera fila los circuitos iniciales tendrán más longitud que en el primer caso (y probablemente costes de terreno más baratos), necesitando en 1990 circuitos más equitativos. Las configuraciones con más de una central (véase Fig. 2) incrementan rápidamente el número de casos a ser estudiados. Suponiendo que éstos son los únicos casos que necesitan de un análisis posterior, con el fin de efectuar comparaciones se requieren ocho cál-

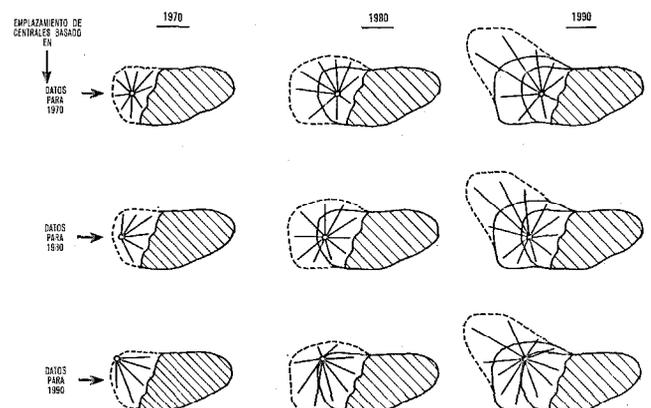


Fig. 1 Ilustración del efecto del crecimiento en el emplazamiento de centrales.

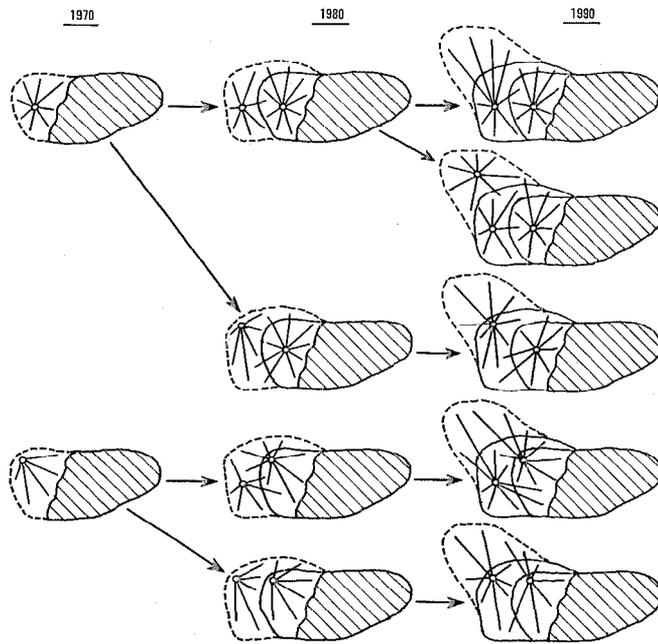


Fig. 2 Configuraciones para el caso de varias centrales.

culos, de forma que cada uno de ellos refleje desde atrás hacia el presente los cálculos del VPCA.

Existen conjuntos de datos que son comunes a cada uno de los ocho casos:

- | | |
|--------------------|---|
| Emplazamientos de: | centrales existentes,
líneas previstas. |
| Previsiones de: | líneas,
tráfico por línea,
costes (equipo, cable, etc.),
capacidades del equipo. |

Asimismo existen datos que caracterizan cada estudio.

- | | |
|-------------------|---|
| Nuevas centrales: | emplazamientos,
fechas de coste,
capacidades finales. |
|-------------------|---|

Más aun, un estudio completo debe examinar las previsiones y comparar la sensibilidad del emplazamiento de la central a las variaciones de las previsiones. Este último ejercicio multiplica el número de casos a ser estudiados (en este caso 8) por un factor igual a 3, 5 o más. Evidentemente, el esfuerzo requerido para realizar estos estudios manualmente es prohibitivo y el ingeniero de planificación deberá utilizar su mejor sentido para seleccionar dos o tres configuraciones. Con la ayuda del ordenador, le será posible reunir los datos denominados anteriormente comunes; prepararlos para su procesamiento mediante el ordenador (esta acción se realizará una sola vez) y luego listar los datos variables menos voluminosos (nuevos emplazamientos de las centrales, etc.) y pedir que los cálculos se realicen mediante un programa de ordenador. Las pruebas de sensibilidad se realizan con la misma facilidad.

Además de las ventajas que se deducen de la velocidad, seguridad y perfección de las técnicas de ordenador, existen otras dos ventajas importantes que se deducen de estos métodos. Primeramente, tenderán a

mejorar la calidad de la ingeniería que se sentirá atraída por la aparición de nuevos trabajos. Gran parte del trabajo actual es altamente repetitivo y por lo tanto de ningún interés para un buen ingeniero. La ayuda del ordenador libera al ingeniero de planificación de sus tareas rutinarias, permitiendo que aplique su inteligencia a las que no lo son, y que sin embargo, se necesitan más. Con el cambio del tono de trabajo los ingenieros serán mejor atraídos y retenidos por las secciones de planificación.

El segundo punto se refiere a la naturaleza notablemente exigente de los programas de ordenador, ya que sistematizan a la sección de ingeniería que desea utilizarlos al necesitar unos datos consistentes de entrada. Para el ejemplo utilizado anteriormente, los datos comunes enunciados deben de ser totalmente suministrados o el programa no será operable. El usuario no puede dar de lado a cuestiones tales como los datos referentes a coste de línea o a la previsión en el año 1980, con lo que rápidamente toma conciencia de la importancia que tiene la precisión con que suministra los datos.

De esta forma, la ayuda del ordenador llega a constituir una importante aunque nueva herramienta del personal de ingeniería, permitiéndole estudiar con mayor precisión, rapidez y totalidad los planes futuros; les libera de las partes tediosas de su trabajo y atrae a mejores individuos para resolver los problemas adicionales que se plantearán; permite la introducción de técnicas matemáticas elaboradas no fáciles de ser procesadas por medios manuales y finalmente suministra la clave para planificar las enormes expansiones que se preven para las próximas décadas.

Los estudios de planificación de este tipo obtienen su beneficio total del ahorro obtenido en futuras inversiones y readaptaciones si se desarrollan también planes subordinados. Por ejemplo:

a) La búsqueda de terrenos y su compra por anticipado a las fechas de corte producirán costes de los solares más bajos y reducirán las readaptaciones costosas.

b) Planificar nuevos edificios para su tamaño final adecuado (adecuada cimentación, construcción, etc.).

Planificación complementaria de gran alcance de canalizaciones subterráneas, la cual enfrenta la densidad final de abonados con los emplazamientos previstos para las centrales.

d) Estimación del cable de abonado y enlaces frente a rutas anticipadas a las nuevas centrales.

e) Bases para el plan de numeración, asignación de códigos de centrales, etc.

Los dos ejemplos detallados que siguen ilustran estas posibilidades de la ingeniería soportada por ordenador. El primero estudia los emplazamientos, contornos y previsión en el tiempo para nuevas centrales mientras que el segundo examina las posibles configuraciones de enlace entre centrales.

Nota: Con el fin de simplificar estos ejemplos y debido a las limitaciones de espacio, se han tomado ciertas libertades en lo que se refiere a los datos reales.

Estudio de emplazamiento de centrales en un área urbana

San Juan es la mayor ciudad de Puerto Rico y al igual que muchas otras ciudades se encuentra en un período de rápida expansión. La mayor parte de la isla es servida por la Compañía de Teléfonos de Puerto Rico que es una subsidiaria de ITT. Al comienzo de 1970, existían 120.000 líneas en el área urbana mientras que las previsiones alcanzaban las cifras de 201.000 líneas en 1975 y 311.000 en 1985. Los estudios de planificación se extienden normalmente sobre períodos de quince años o más, como se explicó en el ejemplo sencillo de la sección anterior. Los estudios a largo plazo se realizan para determinar cual debe ser el programa adecuado de construcciones a corto plazo (menos de cinco años). Por consiguiente, el estudio de emplazamiento de centrales para el año 1985 que será descrito, se orientó hacia los programas de construcción durante el período de 1970—1974; dicho estudio muestra el volumen de inversiones que debe realizarse durante este período y las decisiones que pueden ser diferidas sin una penalización posterior. Si debido a cualquier circunstancia las previsiones realizadas a largo plazo cambiaran apreciablemente en los dos años siguientes (por ejemplo, debido a una decisión de hacer habitable una zona pantanosa destinándola para alojamientos gubernamentales), sería necesario realizar un nuevo estudio, especialmente de 1987 con el fin de establecer el programa para el período 1972—1976.

La densidad de población prevista para 1985, así como los límites actuales de las centrales se muestran en la figura 3. Las áreas de baja densidad son reservas militares, pantanos o zonas montañosas. El aeropuerto de San Juan está en Isla Verde, y los aviones despegan hacia el nordeste dada la escasez de población en ese punto a lo largo de la costa. El área de Guaynabo es servida por la autoridad gubernamental de comunica-

ciones. El mapa constituye la primera etapa del estudio, especialmente en lo que se refiere a la previsión de líneas en las distintas zonas.

La importancia que tiene la previsión de líneas en el estudio de emplazamiento de centrales es muy considerable: la calidad de todo el estudio depende fundamentalmente de este dato. Nuestros estudios han comparado la sensibilidad de algunas soluciones a un cambio de los datos de entrada; el resultado, como ya se suponía, ha sido confirmar nuestra hipótesis anterior.

Programa de ordenador de emplazamiento de centrales

Una previsión de líneas se realiza dividiendo el área en estudio en cuadrados de tamaño conveniente dependiendo de las características de dicha área, y asignando a cada uno de ellos, el número de abonados que se prevén para el año de que se trate. Los datos se transfieren desde el mapa de la figura 3 a hojas de entrada para el programa. Cuando las previsiones efectuadas varían, o se requieren cambios de emplazamiento debido a una variación en las previsiones, se modifican solamente aquellos cuadrados que se vean afectados por la variación.

Ejemplo: Si el aeropuerto (y por consiguiente la dirección en la que despegan los aviones) fuera trasladado hacia el interior, ¿cúal sería el desarrollo que podría esperarse en el área de Isla Verde, así como a lo largo de las playas hacia el nordeste? ¿qué efecto tendría este cambio sobre el emplazamiento de centrales en esta zona? Solamente los cuadrados de abonados correspondientes a la Costa Nordeste y a Isla Verde, necesitarían ser modificados con el fin de volver a ejecutar el programa.

La primera etapa del estudio ha consistido en especificar los requisitos que la red debe cumplir. Ahora bien, ¿cómo es posible satisfacer cada año dichos requisitos con un mínimo desembolso de capital?

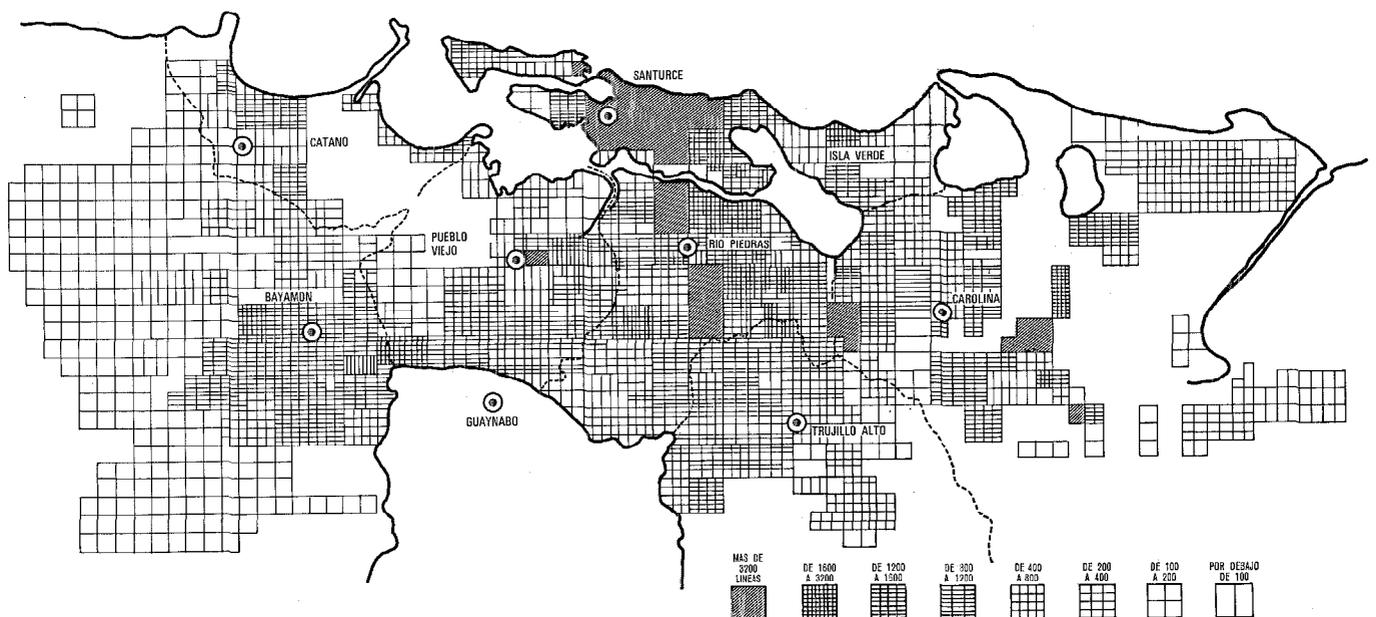


Fig. 3 Densidad de población y límites de centrales previstas para 1985.

La clase de un estudio de planificación a largo plazo reside primeramente en la elección de los emplazamientos de nuevas centrales o expansión de los edificios existentes, y posteriormente en rediseñar la red urbana de acuerdo con las configuraciones escogidas de posibles emplazamientos. Mediante el ordenador pueden estudiarse dichas configuraciones de una forma rápida y segura, siempre y cuando las previsiones realizadas hayan sido introducidas en el programa como datos de entrada.

Programa de ordenador de emplazamiento de centrales

a) Datos que en general permanecen inalterables para cada configuración tratada.

Parámetros de coste:

- equipo de conmutación,
- equipo de potencia,
- cable de abonado (alimentación y distribución),
- cable de enlace,
- edificio y terreno.

Nota: Cada uno de estos parámetros puede ser descrito como funciones lineales o no de los tamaños unidad.

Nota: Diversos conjuntos de parámetros pueden ser especificados para cada uno de los apartados anteriores reflejando la variación de los costes de acuerdo con los distintos emplazamientos o diferentes tipos de equipo.

Especificación de facilidades existentes:

- emplazamiento de las centrales,
- límites de las centrales que permanecen inalterables.

Dimensiones de la central:

- número máximo y mínimo de líneas.

Previsión de densidad de abonados:

El sistema de coordenadas describe la densidad a través del área en estudio (véase Fig. 3).

Tráfico:

- entre centrales e interior a cada una.

Grado de servicio:

- varios criterios para uso en el dimensionado.

b) Datos que son variables para cada configuración tratada.

- emplazamiento de las nuevas centrales,
 - mantenimiento o traslado de las centrales existentes,
 - variaciones de cualquier parámetro cuyo efecto sobre el tiempo o emplazamiento de una nueva central se desea conocer.
- c) Resultados de cada análisis del programa de ordenador.
- emplazamientos sugeridos para nuevas centrales,
 - número de abonados que se deben asignar tanto a las centrales ya existentes como a las nuevas,
 - límites de la central,
 - volumen y distribución del tráfico entre las centrales y número de enlaces entre ellas así como sus emplazamientos,

- costes del edificio, terreno, equipos de conmutación y potencia por abonado así como el total,
- costes de los enlaces entre centrales por abonado y total,
- coste total de la configuración tratada.

Ejemplo: El resultado del programa sugiere que la parte norte de San Juan sería más económicamente servida mediante una nueva central en Santurce, al este de la actual (en la que el equipo va a ser reemplazado en cualquier caso) y también reemplazar el edificio de Isla Verde. El edificio de Santurce puede ser provechosamente utilizado para tres servicios de telecomunicación (ejemplos, información, terminal interurbano, etc.). Nuevas centrales en el Viejo San Juan y en Isla Verde fueron sugeridas, pero sus instalaciones estaban previstas en un futuro lo suficientemente lejano como para que las decisiones pudieran ser diferidas dependiendo de posteriores previsiones. Asimismo, fué demostrado que el lugar ocupado por Viejo San Juan podía ser diferido permanentemente si una unidad de conmutación era retenida en el edificio actual de Santurce. También, la cuestión previamente mencionada relativa al extremo crecimiento cerca del aeropuerto hacía difícil predecir el tamaño final de la central de Isla Verde.

Ejemplo: Cuando se dispone de completa libertad para la asignación de líneas, el programa sugirió servir la parte sur del distrito de Santurce mediante el edificio de Río Piedras (véase el mapa de la Fig. 4), con cables cruzando el canal de Martín Peña. En cuanto al agotamiento de la capacidad de las canalizaciones bajo el canal, los ingenieros fijaron el límite entre Santurce y Río Piedras en el Canal. Una nueva ejecución del programa demostró que el ahorro era insuficiente como para garantizar el azar que suponía el agotamiento de la capacidad de las canalizaciones.

Estos dos ejemplos, con diversas variantes en una determinada parte del área bajo estudio, demuestran hasta qué grado se puede realizar su estudio completo, si esto se realiza con la ayuda de un ordenador. De forma rápida y segura, se estudiaron otros planes alternativos así como otras configuraciones; todo ello, dirigió hacia el mapa de la figura 4, así como a un extensivo y detallado plan por años desde 1970 hasta 1985, en el que se obtuvieron todos los datos de interés (fechas de corte de nuevas centrales, transferencia de centrales entre áreas, requisitos de cable, alternativas variables dependientes del crecimiento, etc.). Aunque la propuesta obtenida de esta forma por el grupo de planificación puede verse modificada debido a otras consideraciones, el plan básico de largo plazo puede ser considerado válido, y el grupo puede confiar en que todas las propuestas viables han sido juzgadas tanto bajo el punto de vista económico como técnico.

El examen del mapa de la figura 4 confirma la validez del programa de desarrollo existente para el período 1970—1974; el estudio realizado, sugirió un determinado número de cambios en los planes en un futuro no muy lejano, por lo que se hicieron diferentes aproximaciones para los de largo plazo, acompañándose

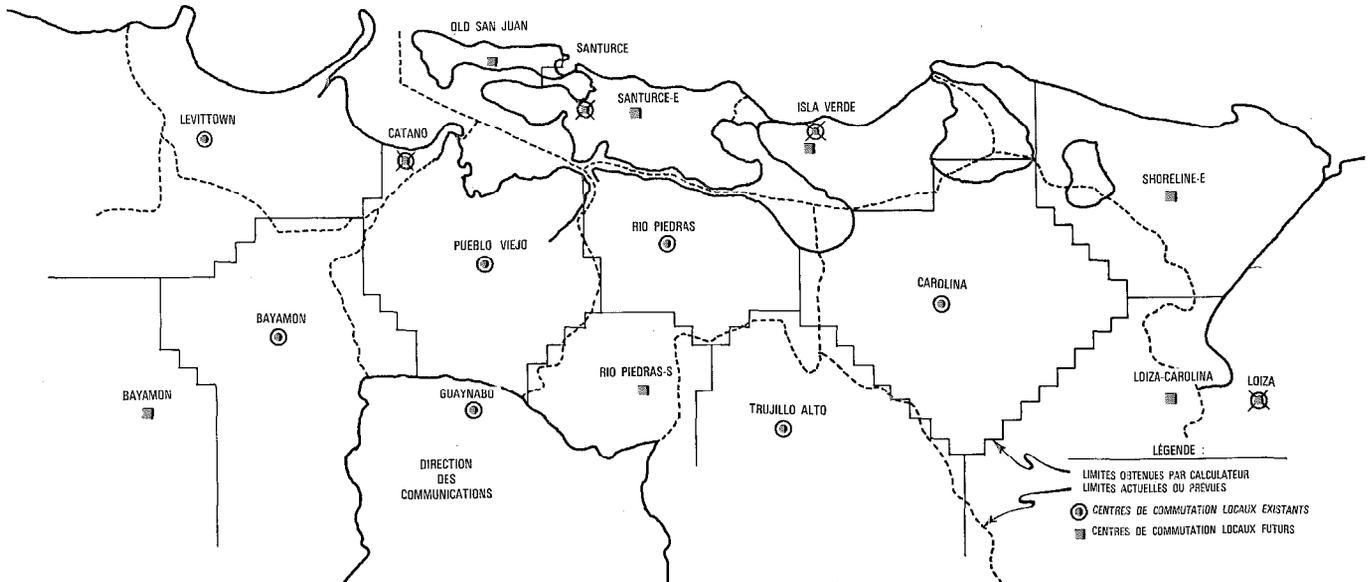


Fig. 4 Mapa de distribución sugerido por el programa cuando se supone completa libertad en la asignación de líneas. La parte sur del distrito de Santurce es servida por la central de Río Piedras, con cables tendidos a través del Canal de Martín Peña.

cada una de un resumen económico. En el momento en que se tengan preparadas nuevas previsiones es de esperar nuevos cambios.

Es necesario tener en cuenta que la utilización inicial de cualquier programa de planificación requiere un doble esfuerzo consistente no sólo en aprender a utilizarlo sino también en saber traducir de forma conveniente los datos recogidos por la compañía en datos de entrada para el programa. Su utilización llegará a ser completamente evidente después de sucesivas aplicaciones del programa. Como ejemplo hipotético se puede decir que este grupo de planificación sería capaz de restablecer y reestimar dos nuevas centrales al este de Carolina solamente unos pocos días más tarde de que se hiciera público el anuncio de un mayor desarrollo de viviendas en dicha área.

Antes de proceder con el siguiente ejemplo, veamos otro punto que debe ser tenido en cuenta. La figura 4 representa el resultado de un programa de ordenador, que como se ve altera ampliamente la multitud de consideraciones de tipo no económico que conducen a un programa final de construcción. Este resultado debe ser entendido como una ayuda al grupo de planificación, más bien que como la solución definitiva; considerado en tales términos, representa una ayuda inapreciable para el personal de ingeniería que junto con su propia experiencia de la situación específica producirá el plan final que debe ser llevado a cabo. Nuestra pretensión es dar una ayuda substancial a la toma de decisión, pero no tomar la decisión.

Estudio de la red urbana

Hasta ahora muy poco se ha dicho acerca de la red de enlaces entre centrales. Nuestros estudios han mostrado que el emplazamiento y cronología de las nuevas centrales, así como el establecimiento de sus límites, son prácticamente independientes de la configuración de

dicha red. Por consiguiente, el programa de emplazamiento de centrales utiliza como aproximación el superar una red de encaminamiento directo completamente interconectada; mientras que el emplazamiento de centrales no se vea afectado, dicha hipótesis permite incluir en el coste total de cada configuración los costes aproximados de las interconexiones que deben realizarse, manteniendo de esta forma y con seguridad, el porcentaje relativo de las diferencias en coste entre las distintas alternativas.

Ya que el estudio de la interconexión entre centrales precisa del conocimiento de las posibilidades del equipo de conmutación (por ejemplo, si es posible encaminar el tráfico por rutas alternativas, accesibilidad de los diversos grupos, etc.), fué lógico pensar que estas complicaciones adicionales no deberían de ser incluidas en el programa de emplazamiento de centrales por lo que se ha tenido que diseñar un programa diferente que sirva de ayuda a este tipo de estudios.

El programa de interconexiones está pensado tanto para áreas metropolitanas como para redes nacionales. El ejemplo que sigue continuará el estudio del área metropolitana de San Juan comenzado en la sección precedente. De igual forma que el programa de emplazamiento de centrales la utilidad del programa de interconexiones reside en su facilidad para de una forma rápida y segura evaluar las diferentes alternativas que pueden ser previstas.

Ejemplo: San Juan posee instalados diferentes tipos de equipos de conmutación. Mientras que los equipos de barras cruzadas tienen la facilidad de poder utilizar encaminamientos alternativos, otros equipos más antiguos no lo permiten aparte de tener limitaciones en el número de grupos de enlaces salientes. Las unidades modernas de Pueblo Viejo y Río Piedras actúan por lo tanto como centrales tandem para este equipo más antiguo, distribuyendo el tráfico que en ellas se pro-

duce. Considerando el plan de crecimiento previsto en este área metropolitana, la pregunta que surgía era si este plan de encaminamiento y la disposición de los tandem era la más ventajosa hasta 1985 y en el futuro.

Desde el principio se notó que el resultado del programa de emplazamiento de centrales incluía valores del tráfico entre centrales que se calculaban cuando se conocía la asignación de líneas, así como los límites de las centrales. Este dato, el tráfico previsto entre cada par de centrales, se convierte en la entrada requerida para el programa. Otras entradas describen la red en términos de capacidades y costes de los equipos, y definición de las estructuras de encaminamiento a ser realizadas; con dichas entradas el programa dimensiona la red de enlaces más económica correspondiente a cada estructura o configuración, dando comparaciones económicas.

Programa de ordenador de interconexiones

Datos de entrada

- Cargas de tráfico punto a punto y distancias entre los centros de conmutación.
- Descripción del plan de encaminamiento (qué rutas directas y cuales alternativas deben considerarse, qué centrales pueden tener rutas alternativas y cuales pueden ser tandem; esencialmente, especificación de las capacidades de conmutación).
- Características del equipo (ejemplos, accesibilidad e interconexiones graduadas de los grupos de enlaces salientes para los distintos sistemas de conmutación, claves de señalización para cada tipo de cable con los distintos sistemas de conmutación).
- Costes de los sistemas de conmutación, del tráfico cursado a través de los sistemas tandem por Erlang, de los cables por kilómetro.

Grado de servicio

Máximo y mínimo número de enlaces permitido en una ruta (estimaciones mínimas para las facilidades existentes).

Nota: Cuando se ha de diseñar redes nacionales (o redes para unas pocas ciudades muy grandes), se ha de especificar el grado de jerarquización de las redes, encaminamientos multialterados. El equipo de esta presentación requiere solamente una red a dos niveles.

Datos de salida

- Descripción del dimensionado de la red, dando todas las dimensiones (qué grupos han sido ajustados, qué centros deben ser tandem).
- Media y varianza del tráfico ofrecido y cursado a cada grupo.
- Costes de cable y conmutación.
- Coste total de la configuración tratada.

Ejemplo: Un número de alternativas no excluyentes mutuamente fueron investigadas por los ingenieros de planificación:

- Continuar utilizando el plan actual de encaminamiento (es decir, mantener dos tandem para las centrales de tipo antiguo, utilizando al máximo las capacidades de encaminamiento de las nuevas centrales).
- Modificar algunas de las centrales de equipo anticuado para permitir, ya un encaminamiento directo o alternativo vía las centrales tandem (en otras palabras, ¿sería el ahorro en el equipo requerido en las centrales tandem durante el período de tiempo en estudio mayor que el coste producido por la extensión y modernización de algunas de las centrales antiguas?).
- ¿Deberían existir una o dos centrales tandem?

Nota: Al igual que en el ejemplo anterior, se han realizado para esta presentación importantes simplificaciones de la situación real.

Para obtener comparaciones técnicas y económicas que ayudaran a la elección de un nuevo plan de largo plazo de encaminamiento, el programa fué ejecutado ocho veces. Cada ejecución era realmente un nuevo dimensionado de la red completa que verificara el conjunto de hipótesis correspondientes a las alternativas presentadas anteriormente. Con estos ocho estudios, el grupo de planificación estuvo lo suficientemente bien equipado para realizar sus recomendaciones, las cuales, descritas en forma abreviada, fueron las siguientes:

a) Incorporar de forma continuada en las centrales de barras cruzadas, grupos de alto uso y reducir las cargas de las centrales tandem, para los grupos de enlaces director desde las centrales de equipo anticuado, siempre y cuando fuera factible y económicamente justificado.

b) Modificar algunas de las centrales antiguas con el fin de acomodar el creciente número de grupos de acceso directo que aparecen justificados por razones económicas cuando se sobrepasan 900 c.c.s. (Las cuestiones relativas al espacio del edificio así como de vida del equipo se tendrán en cuenta para llegar a la solución final).

c) Con la reducción lograda en el tráfico de las centrales tandem lograda mediante la aplicación de las dos primeras recomendaciones, la central de Río Piedras debe ser utilizada como una única central local-tandem para el área metropolitana.

d) La operación combinada de la central de Río Piedras como local y tandem es garantizada, a menos que estudios posteriores sobre el trabajo interurbano puedan justificar una central de tránsito separada.

Al igual que con el programa de emplazamiento de centrales el punto que debe tenerse más en cuenta es como una gran economía de esfuerzos por parte del personal es posible realizar las comparaciones de costes que representan una gran ayuda para la toma de decisiones. De esta manera los mapas y resultados del ejemplo anterior representan una etapa en el desarrollo de un plan fundamental. Tan pronto como dicho plan se desarrolle hacia un programa específico de cons-

trucción, nuevas cuestiones aparecerán y probablemente será necesario volver a ejecutar ambos programas.

Desarrollos adicionales

Los dos programas descritos en esta presentación han sido utilizados por administraciones telefónicas en Europa, América del Norte y del Sur y países orientales. Nuestro éxito tanto en la tecnología de la planificación como en mejorar la eficacia del personal de planificación nos ha estimulado a continuar los desarrollos en este área, de los programas de ordenador que sirvan de soporte a la ingeniería y a la planificación. Enunciaremos brevemente las distintas áreas de actividad.

Durante la descripción de los programas que dan la configuración óptima en un determinado instante del tiempo, se indicó que el programa de inversiones más económico para lograr dicha configuración constituye la base del programa de construcción. Es por esto por lo que continuamos desarrollando programas que ayuden a la determinación de dicha programa de inversiones óptimo, al dimensionado detallado de las facilidades de conmutación y transmisión, así como a las estructuras de soporte. Debido a la creciente variedad y complejidad de la tecnología de transmisión, la atención se centra en prestar la ayuda necesaria para realizar comparaciones económicas entre los diversos sistemas de transmisión y el diseño de rutas específicas. Ya que las redes rurales manuales tienden a convertirse en redes de conmutación automática, la ayuda prestada por los programas de ordenador en estos proyectos de planificación será de una gran eficacia. La escala completa desde una red rural, a una red metropolitana, a una red nacional, a una red internacional con sus horas cargadas diferentes, pueden beneficiarse de la ayuda dada por el ordenador. O podemos mirar a la toma de decisión desde

otro punto de vista. Una administración puede probar el impacto de un desarrollo técnico nuevo y propuesto sobre sus posibilidades existentes, "simulando" el efecto de ese desarrollo, utilizando para ello la descripción de la red prevista preparada por los planificadores a largo plazo.

Creemos que esta asistencia del ordenador en las técnicas de ingeniería y planificación son necesarias para llevar a cabo las tareas de planificación a largo plazo requeridas por las extensiones substanciales de planta que se prevén en las próximas décadas, siendo nuestra intención continuar el desarrollo de estas técnicas.

Agradecimiento

El estudio al que se refiere el artículo se realizó por el Departamento de Planificación de la Compañía Telefónica de Puerto Rico que dirige el Sr. U. Ferro A., con la participación de los Sres. E. Gratton de PRTC, J. Emerson de ITT Laboratorios de Standard Eléctricas S.A. y P. Williams y L. Hathaway, consultores de ITT.

Lester A. Gimpelson es adjunto al Director Técnico para planificación de redes en el Departamento Técnico de la sede central de ITT. Tiene responsabilidades en diversas materias, tales como planificación de redes a largo plazo, diseño de redes, administración de redes, control de tráfico, investigación en tráfico, planificación con la ayuda de ordenadores y aplicaciones de éstas a las administraciones telefónicas. Entró en ITT en diciembre de 1968, habiendo previamente sido supervisor en el centro de investigación de tráfico de los laboratorios Bell Telephone; ha estado asimismo en la facultad de la Universidad de Miami (Coral Gables), conferenciante en IBM y en los centros de investigación de British Thomson Houston Company (Rugby, Inglaterra), así como en las Fuerzas Aéreas U. S. A. de Cambridge.

El Sr. Gimpelson obtuvo los grados de B. S. (1957), M. S. y E. E. (Ingeniero Eléctrico) del Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde consiguió la categoría de instructor en ingeniería eléctrica.

Los teléfonos en el mundo el 1 de Enero 1970*

Los teléfonos en el mundo han continuado creciendo el último año en una proporción de más del siete por ciento, alcanzando la cifra de 255.200.000.

La recopilación de los datos ha tomado un año, por lo cual, las cifras de este artículo reflejan el desarrollo en 1 de Enero de 1970.

La cantidad de teléfonos creció el 7,3 % durante el año 1969, y ha sido el 15° año consecutivo con un crecimiento superior al 5 %.

Encabezando la lista de cantidad de teléfonos están Estados Unidos con 115.222.000, después Japón con 23.131.688 y el Reino Unido con 13.947.000.

Aunque Estados Unidos tienen la mayor cantidad de teléfonos del mundo, el 45 %, y la mayor relación de cantidad de teléfonos a población, su crecimiento en 1969 ha sido solamente del 5,5.

Corea, Hongkong y Turquía han superado los 500.000 teléfonos en servicio.

* Según "The World's Telephones 1970", publicado por la American Telephone & Telegraph Company.

Continente	Número de teléfonos en servicio				Explotados por Cmpañías privadas		Automáticos	
	1969	1970			Cantidad en 1970	% del total	Cantidad en 1970	% del total
		Cantidad	% del total mundial	Por 100 hab.				
América del Norte	117.686.000	124.105.000	48,6	54,7	122.455.000	98,7	123.907.000	99,8
América Central	2.225.000	2.512.000	1,0	2,8	1.782.000	70,9	2.374.000	94,5
América del Sur	4.922.000	5.308.000	2,1	2,8	2.615.000	49,3	4.931.000	92,9
Europa	77.360.000	83.714.000	32,8	12,9	14.808.000	17,7	77.357.000	92,4
Africa	2.961.000	3.136.000	1,2	0,9	15.000	0,5	2.535.000	80,8
Asia	27.628.000	31.019.000	12,2	1,5	22.460.000	72,4	26.437.000	85,2
Oceania	5.118.000	5.406.000	2,1	27,4	429.000	7,9	4.855.000	89,8
Total	237.900.000	255.200.000	100,0	7,1	164.140.000	64,3	242.396.000	95,0

País	Millares de conversaciones			Promedio por persona
	Local	Larga distancia	Total	
Africa del Sud-Oeste	22.909	4.424	27.333	44,4
Africa del Sur	2.332.524	101.190	2.433.714	123,3
Alemania del Este	900.956	346.400	1.247.356	73,0
Alemania del Oeste	6.158.966	2.947.610	9.106.576	149,7
Argelia	141.335	245.867	387.202	29,0
Angola	27.463	1.009	28.472	5,2
Antigua	3.000	40	3.040	48,3
Antillas holandesas	44.000	329	44.329	230,3
Argentina	4.070.566	70.071	4.140.637	172,6
Australia	2.442.000	172.754	2.614.754	215,0
Bahréin ²	—	—	13.658	66,0
Bélgica	931.150	261.231	1.192.381	123,6
Bermuda	22.018	215	22.233	427,6
Birmania	74.516	2.334	76.850	2,8
Brasil	9.582.235	162.030	9.744.265	107,3
Burundi	5.751	6	5.757	1,7
Camboya	5.200	1.139	6.339	0,9
Camerún	5.467	716	6.183	1,1
Canadá	14.565.958	403.858	14.969.816	709,8
Ceilán	73.837	5.373 ¹	79.210	6,5
Congo, Rep. de (Brazzaville)	8.415	547	8.962	10,2
Congo, Rep. Dem. de (Kinshasa)	149.358	361	149.719	8,8
Corea	1.563.800	75.483	1.639.283	52,7
Costa Rica	127.250	8.056	135.306	79,8

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1969				
País	Millares de conversaciones			Promedio por persona
	Local	Larga distancia	Total	
Cuba	1.831.154	21.578	1.852.732	224,6
Chad	3.695	39 ¹	3.734	1,1
Checoslovaquia	1.233.291	143.475	1.376.766	95,5
Chile	875.603	27.535	903.138	94,4
Chipre	43.309	4.097	47.406	75,2
Dinamarca	1.322.987	488.005	1.810.992	368,8
Ecuador	171.975	3.116	175.091	29,7
El Salvador ²	—	—	2.049	0,6
Estados Unidos	144.673.000	6.831.000	151.504.000	745,0
Etiopía	62.535	2.810	65.345	2,6
Filipinas	3.284.174	2.390	3.286.564	88,4
Gabón	3.061	1.758 ¹	4.819	9,9
Gambia	1.161	51	1.212	3,4
Ghana	13.210	40	13.250	1,5
Gibraltar	8.376	96	8.472	313,8
Grecia	1.419.975	82.151	1.502.126	170,0
Groelandia	2.948	32	2.980	63,4
Guayana	16.644	1.293	17.937	24,2
Guinea portuguesa	1.771	133	1.904	3,6
Holanda	1.523.671	998.455	2.522.126	195,9
Honduras británicas	2.325	34	2.359	19,7
Hongkong ³	—	—	1.411.040	353,6
Hungría	609.300	35.433	644.733	62,6
India	1.718.000	112.980	1.830.980	3,4
Indonesia	176.101	7.201	183.302	1,6
Irak	200.510	1.161	206.671	21,4
Irlanda	258.993	36.423	295.416	101,1
Islandia	122.833	8.276	131.109	645,9
Islas Bahamas	90.421	514	90.935	466,3
Islas Cabo Verde	622	12	634	2,5
Islas Chanel	30.117	2.875	32.992	282,0
Islas Gilbert & Ellice	65	75	140	2,6
Islas Niue	26	0	26	5,2
Islas Norfolk	17	0	17	17,0
Islas Oceano	0,3	0	0,3	0,2
Islas Ryukyu	184.117	2.827	186.944	189,8
Italia	8.292.286	1.285.259	9.577.545	180,1
Jamaica	124.000	2.036	126.036	65,0
Japón	27.925.000	6.547.836	34.472.836	335,9
Kenia	87.890	2.529	90.419	8,6
Kuwait ²	—	—	132.906	233,2
Laos	1.223	21	1.244	0,4
Lesotho	1.414	285	1.699	1,8
Líbano	31.311	1.416	32.727	17,5
Liechtenstein	2.954	3.547 ¹	6.501	309,6
Macao	39.314	138	39.452	151,7
Madagascar	23.840	827	24.667	3,7
Malta ²	—	—	18.266	57,8
Mauricio & Dep.	—	—	5.498	6,7
México	2.933.004	55.111	2.988.115	61,1
Mónaco	3.550	3.402	6.952	302,3
Mozambique	34.560	2.923	37.483	5,1
Nepal	17.346	24	17.370	1,6
Niger	3.115	125	3.240	0,8
Nigeria	88.730	2.229	90.959	1,4
Noruega	743.488	102.642	846.130	219,7
Nueva Caledonia	4.510	432	4.942	50,4
Pakistán	11.720	26.097	37.817	0,3
Papua y Nueva Guinea	13.206	421	13.627	5,9
Paraguay	41.250	689	41.939	18,2
Perú	659.308	11.224	670.532	50,9
Polinesia francesa	3.260	198	3.458	33,6
Portugal ⁴	243.485	206.805	450.290	47,1
Puerto Rico	435.136	13.289	448.425	162,8
Qatar ²	—	—	10.992	109,9
Reino Unido	8.335.000	1.351.000	9.686.000	174,2
Ruanda	1.122	8	1.130	0,3

Los teléfonos en el mundo

Cantidad de conversaciones telefónicas durante 1969				
País	Millares de conversaciones			Promedio por persona
	Local	Larga distancia	Total	
Santa Lucía ²	—	—	2.475	22,5
San Marino	1.553	354	1.907	105,9
San Pedro y Miguelón ²	—	—	740	148,0
Sao Tome & Príncipe	575	92	667	10,1
Sarawak	27.052	1.770	28.822	30,3
Senegal	19.982	1.655	21.637	5,7
Singapur	583.796	1.632	585.428	290,2
Siria, Rep. árabe	133.981	4.005	137.986	23,5
Sudán	76.516	3.396	79.912	5,3
Suecia	4.445.000	763.000	5.208.000	649,9
Suiza	986.086	1.112.090 ¹	2.098.176	336,8
Surinam ²	—	—	22.800	58,6
Swazilandia	3.695	1.466	5.161	12,6
Tailandia	176.348	2.579	178.927	5,2
Tanzania	34.449	1.424	35.873	27,8
Taiwan, China	1.172.621	23.583	1.196.204	86,7
Terr. francés de Afars & Isass	1.705	17	1.722	13,8
Timor portugués	509	48	557	0,9
Togo	5.212	802	6.014	3,3
Trinidad y Tobago	127.764	26.739	154.503	148,6
Turquía	522.215	33.123	555.338	16,2
Uganda	39.290	1.390	40.680	4,3
Upper Volta	2.097	117	2.214	0,4
Vietnam, Rep. de	53.446	798	54.244	3,0
Yemen ²	—	—	2.332	0,5
Yugoslavia ³	—	—	648.973	31,9

¹ Unidades de 3 minutos.

² Total de llamadas.

³ Datos urbanos e interurbanos a razón de 3,25 impulsos por conversación.

⁴ Datos locales e interurbanos parcialmente convertidos a razón de 3,25 impulsos por conversación.

Países con más de 500.000 teléfonos en 1 Enero 1970								
País	Teléfonos en servicio						Automático	
	Cantidad			% de aumento		Por 100 hab.	Cantidad en 1970	% del total
	1970	1969	1960	1969	1960			
Alemania del Este	1.986.190	1.896.151	1.237.796	4,7	60,5	11,61	1.986.190	100,0
Alemania del Oeste	12.456.268	11.248.979	5.516.226	10,7	125,8	20,36	12.456.268	100,0
Argentina	1.668.426	1.599.861	1.244.133	4,3	34,1	6,90	1.546.479	92,7
Australia ¹	3.598.692	3.392.436	2.164.000	6,1	66,3	29,27	3.226.283	89,7
Austria	1.334.339	1.242.785	653.413	7,4	104,2	18,07	1.321.289	99,0
Bélgica	1.936.814	1.847.363	1.084.594	4,8	78,6	20,05	1.924.793	99,4
Brasil	1.787.000	1.560.701	1.003.398	14,5	78,1	1,94	1.667.271	93,3
Canadá	9.302.828	8.820.770	5.439.023	5,5	71,0	43,76	9.302.828	98,8
Colombia	545.851 ³	547.203	269.274	1,3	102,7	2,63	528.560	96,8
Corea, Rep. de	562.111	489.912	52.100 ⁴	14,7	978,9	1,80	444.216	79,0
Checoslovaquia	1.895.229	1.789.373	936.099 ⁴	5,9	102,5	13,12	1.783.890	94,1
Dinamarca	1.599.952	1.516.802	1.019.582	5,5	56,9	32,45	1.433.525	89,6
España	4.126.363	3.723.239	1.641.395	10,8	151,4	12,46	3.330.777	80,7
Estados Unidos	115.222.000	109.256.000	70.820.000	5,5	62,7	56,38	115.136.000	99,9
Finlandia	1.089.700	1.009.336	571.483	8,0	90,7	23,13	988.651	90,7
Francia	8.114.041	7.503.491	4.084.843	8,1	98,6	16,05	6.502.309	80,1
Grecia	881.003	761.550	190.504	15,7	363,5	10,00	856.932	97,3
Holanda	3.120.766	2.917.384	1.500.693	7,0	108,0	24,09	3.120.766	100,0
Hongkong	502.374	426.540	95.920	17,8	423,7	12,45	502.374	100,0
Hungría	777.739	684.389	417.681	13,6	86,2	7,54	609.687	78,4
India	1.159.519	1.057.193	424.221	9,7	173,3	0,21	878.314	75,7
Italia	8.528.354	7.752.042	3.517.908	10,0	142,4	15,98	8.528.354	100,0

Países con más de 500.000 teléfonos en 1 Enero 1970								
País	Teléfonos en servicio						Automático	
	Cantidad			% de aumento		Por 100 hab.	Cantidad en 1970	% del total
	1970	1969	1960	1969	1960			
Japón ²	23.131.688	20.525.211	5.899.652	12,7	292,1	22,41	19.967.506	86,3
México	1.327.702	1.174.943	491.800	13,0	170,0	2,67	1.234.934	93,0
Nueva Zelanda ²	1.202.590	1.155.465	686.021	4,1	75,3	42,63	1.042.796	86,7
Noruega	1.090.662	1.036.027	708.907	5,3	53,9	28,20	905.531	83,0
Polonia	1.756.248	1.650.896	812.358	6,4	116,2	5,38	1.505.760	85,7
Portugal	698.075	653.407	364.858	6,8	91,3	7,27	585.641	83,9
Reino Unido ²	13.947.000	12.901.000	7.848.000	8,1	77,7	24,96	13.748.000	98,6
Rumania	n. d.	596.000*	277.900*	—	—	—	n. d.	—
Sudáfrica ²	1.482.299	1.397.725	918.217	6,1	61,4	7,34	1.153.498	77,8
Suecia	4.306.905	4.111.398	2.637.336	4,8	63,3	53,74	4.295.005	99,7
Suiza	2.846.535	2.685.800	1.562.360	6,0	82,2	45,38	2.846.535	100,0
Turquía	513.569	451.769	232.000	13,7	121,4	1,48	401.894	78,3
U.R.S.S.	n. d.	9.900.000*	4.022.633	—	—	—	n. d.	—
Yugoslavia	622.939	549.019	236.292	13,5	163,6	3,05	597.141	95,9

* Estimado.

¹ Datos en 30 Junio 1969.

² Datos en 31 Marzo 1969.

³ Solamente teléfonos principales.

Nuevas realizaciones

Unidad de control para modem de transmisión de datos.

La División de Transmisión de Standard Eléctrica, S.A., ha diseñado una unidad de control para modems de transmisión de datos.

Esta unidad de control se utiliza para pruebas de modem de datos desde el otro extremo de línea; su uso es esencial en líneas telefónicas o circuitos particulares (a dos o cuatro hilos) en tráfico alternativo de palabra y datos entre dos puntos con aparato telefónico adicional.

El equipo puede conectarse directamente a los modems de datos ITT fabricados por Standard Eléctrica, que trabajan en canales de frecuencia vocal.

Está concebido mecánicamente con el tamaño adecuado para colocarse en el aparato telefónico.

Los controles se operan manualmente por teclado con seis conmutadores luminosos y tres lámparas indicadores montados en la parte frontal de la unidad.

La unidad se alimenta directamente del modem de datos.

Esta unidad permite utilizar alternativamente por línea (de 2 ó 4 hilos) la transmisión de datos o la palabra. El equipo proporciona un circuito de señalización que puede interrumpir utilizando el canal de conversación en cualquier instante en que se encuentre desocupado o transmitiendo datos, desde cualquier terminal al otro.

Permite actuar los circuitos de control para seleccionar la velocidad de transmisión de datos o el canal, incluyendo el circuito número 105 del CCITT "petición de emisión".

La señal de control "recepción de portadora" (circuito número 109 del CCITT) del modem de datos es aplicada por un circuito disparador que actúa un indicador luminoso marcado "alarma", como avisador de corte de línea o interrupción de mensaje.

Cuando el modem se conecta a líneas de cuatro hilos, la unidad de control puede hacer un doble bucle en ambos extremos de línea: entre transmisión y recepción del modem local y del distante, intercalando un atenuador en el bucle del modem local que simula la atenuación real de la línea.

Además mediante botón, se puede disponer de un bucle de datos entre los circuitos de acoplamiento de transmisión y recepción del modem.

Con líneas a dos hilos, los circuitos de datos se conectan a un canal de supervisión, permitiendo una velocidad máxima de 75 bits en este bucle.

En las líneas a cuatro hilos los circuitos del canal de datos se conectan entre sí, y también los circuitos del canal en el lado opuesto; en el equipo terminal de datos se realiza un bucle simultáneamente entre los datos transmitidos y recibidos.

Estas facilidades hacen posible probar desde un centro de control o desde la estación distante el comportamiento de los circuitos de control y señal de datos, y el lado opuesto del canal en el modem de datos.

La unidad de control puede utilizarse en unión con cualquier otro modem, siempre que tenga un acoplamiento adecuado, y esté de acuerdo con la recomendación B. 24 de CCITT.

Standard Eléctrica, S.A., España

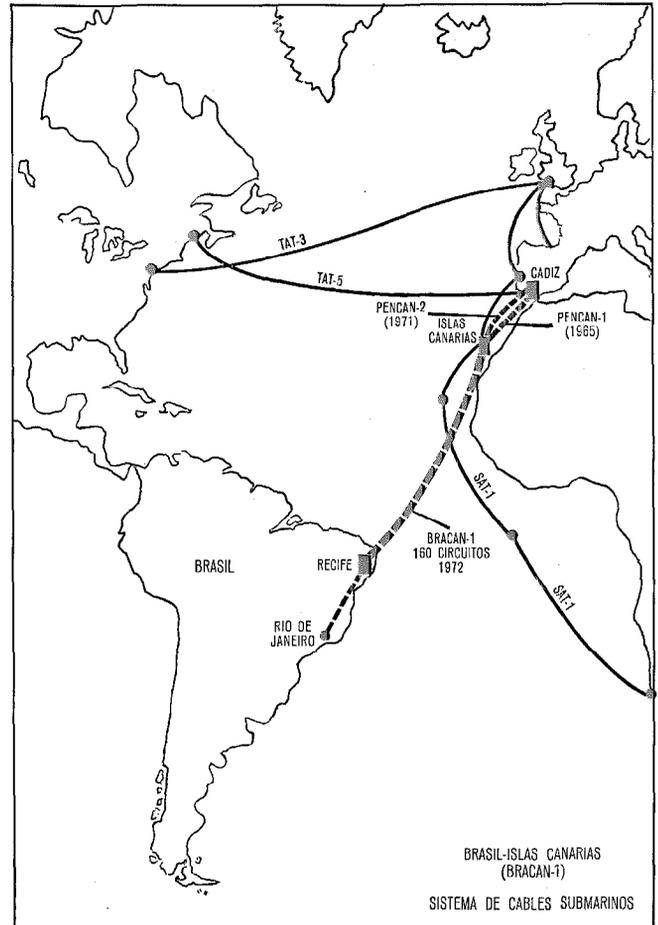
Primer cable transatlántico a Sud-América.

La Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), en unión con la Empresa Brasileña de Telecomunicaciones (EMBRATEL), han concedido un contrato a STC para la fabricación e instalación de un cable telefónico submarino de 160 circuitos entre Brasil y las Islas Canarias. El nuevo sistema denominado BRACAN 1, cubrirá una distancia de 2700 millas náuticas (5000 kilómetros) entre Recife en Brasil y Las Palmas en Islas Canarias.

Con capacidad para 160 conversaciones simultáneas, será el primer enlace directo por cable entre Brasil y Europa. Comprenderá unos 140 repetidores sumergidos transistorizados insertados en secciones regulares del cable. Se ha programado su puesta en servicio para finales de 1972.

La conexión con la península desde las Islas Canarias se realizará por los cables PENCAN españoles; PENCAN 1 en servicio desde hace 6 años, y PENCAN 2 para 1840 circuitos actualmente en instalación. El BRACAN 1 dará servicio a la red telefónica brasileña con casi toda Europa, Sudáfrica, Estados Unidos y Canadá, a través de enlaces de microondas por tierra, y sistemas de cable submarino existentes (véase el mapa).

Standard Telephones and Cables, Reino Unido



El mapa muestra la ruta del nuevo sistema de cable submarino para 160 circuitos BRACAN 1 que se instalará entre Brasil y las Islas Canarias, e indica los accesos telefónicos que proporcionará a Brasil con Europa, Sudáfrica y Norteamérica.

Contrato belga para red de microondas en Taiwan.

En Taipé, BTM ha firmado un contrato por valor de 150 millones de francos belgas por la entrega en Taiwan de equipos de un sistema de radio en microondas.

Esta nueva red cubrirá una extensión de 427 kilómetros desde Taipé a Kaoshung, para llevar por primera vez la televisión a las provincias del este de la isla, al mismo tiempo que telefonía y telegrafía.

Cuando se termine en 1973, se utilizará también para la transmisión de datos, ayudando considerablemente al desarrollo económico de esta región, donde el gobierno está creando un gran complejo industrial.

El sistema transporta 960 canales, y tiene 14 estaciones que dan servicio a cinco ciudades importantes. Adicionalmente tendrá tres rutas de acceso para conexión con ciudades más pequeñas.

Se instalará sobre uno de los terrenos más abruptos de Taiwan, y tendrá que soportar tifones y terremotos muy frecuentes en esta parte de Asia.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

Contrato concedido a ITT para un cable telefónico de 1840 circuitos Reino Unido—Canadá.

Standard Telephones and Cables, afiliada de ITT en Gran Bretaña ha obtenido un contrato para fabricar un cable telefónico transatlántico que enlace Canadá y el Reino Unido. El contrato se ha recibido un mes después que la compañía británica obtuvo un pedido para un cable submarino desde España a Brasil.

El nuevo sistema de cable, pedido por la British Post Office y la Canadian Overseas Telecommunications Corporation, tendrá capacidad para transportar 1840 conversaciones telefónicas simultáneas mediante el diseño de mayor capacidad realizado en el mundo.

Conocido por CANTAT II, ofrecerá un servicio económico en la ruta Reino Unido—Norteamérica de gran densidad de tráfico. A principios de 1974 estará terminado para dar servicio.

Cuando se instale el CANTAT II, proporcionará más del doble de capacidad que la totalidad de los circuitos existentes en los siete sistemas que cruzan el Atlántico. ITT ha participado en la construcción de seis de estos siete sistemas, equivalentes a más de 14 000 millas náuticas de cable y equipo asociado.

EL CANTAT II se tenderá entre Widemouth Bay en Cornwall y las proximidades de Halifax, Nueva Escocia, cubriendo una distancia de 2800 millas. Será el primer sistema transatlántico que se ha solicitado a un único fabricante, confirmando la posición líder de ITT en la tecnología de sistemas submarinos.

El cable para el CANTAT II ha de transportar señales de alta frecuencia hasta 14 MHz con objeto de poder llevar 1840 circuitos.

Para conseguirlo, 455 amplificadores especiales, o repetidores, estarán intercalados en el cable a distancias de seis millas náuticas aproximadamente.

Este tipo de equipo se está fabricando actualmente por ITT para dar servicio a nueve rutas. La primera de éstas que se construye, unirá tierra firme española con las Islas Canarias.

Los repetidores sumergidos estarán fabricados por ITT, teniendo en cuenta que el sistema necesita alcanzar una vida sin fallos superior a 25 años. El ensamble se efectúa en condiciones clínicas, y todos los componentes emplean técnicas muy avanzadas que aseguran alta calidad. El cable que empleará el CANTAT II es el coaxial de 1,47 pulgadas ya comprobado; todos sus materiales están también contruidos con técnicas de alta calidad, de los cuales un gran tanto por ciento está fabricado en Canadá.

Standard Telephones and Cables Ltd., Reino Unido

Monitores de TV color tipo MF 11 para Holanda.

Standard Electric Maatschappij, N. V. de Holanda ha firmado un contrato que cubre la entrega de monitores SEL de TV en color (referencia: Comunicaciones Eléctricas, Vol. 44 (1969), N° 4, pág. 391) para las furgonetas del equipo móvil de transmisión de la Netherlands AV Company.

Considerando el aumento del tiempo dedicado a programas de TV en color, la compañía holandesa de TV ha decidido convertir las furgonetas de equipo de transmisión, en principio adquiridas para transmitir programas en blanco y negro, en furgonetas de "color". Las furgonetas deben reunir condiciones especiales respecto a estabilidad mecánica y resistencia a las condiciones climáticas. Cuando una furgoneta ha estado trabajando aparcada durante la noche en el exterior, el equipo montado está sometido a cambios de hasta 30 °C que han llegado a medirse en un plazo de media hora.

La condensación de la humedad del aire impone gran seguridad de funcionamiento, principalmente resistencia a las descargas y fugas, ya que el tubo del monitor está sometido a una tensión de 25 kV. Fueron seleccionados estos monitores gracias a su fiabilidad extraordinaria en condiciones tan extremas de funcionamiento y exacta reproducción de color.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart
Nederlandsche Standard Electric Maatschappij, N. V.,
Holanda

Oscilador de microondas por diodo Impatt.

CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications) actualmente está promocionando el empleo de guíasondas circulares para transmisión a larga distancia de gran número de canales telefónicos.

Ha sido elegida LMT para el desarrollo de los generadores de microondas necesarios como son los osciladores de diodo avalancha (diodos Impatt) que deberán suministrar en la primera etapa 100 mW de potencia en onda continua a 35 GHz de frecuencia, y por último 300 mW.

Para desarrollar estos osciladores hay que utilizar las técnicas avanzadas, de diodos y adaptación de microondas (diseño de cavidades y circuitos). La solución de problemas particulares de fabricación (difusión especial para conseguir un perfil de impurezas agudo, depósito de contactos al vacío, disipación de calor, protección, etc.), ha llevado a conseguir una gran mejora en la tecnología de estado sólido de LMT.

Los estudios iniciales por la División de Componentes de LMT a finales de 1969 han permitido obtener los prototipos de oscilador al comienzo de 1971, los cuales pueden suministrar en la banda Q una potencia de microondas en onda continua superior a 200 mW. Las pruebas que están realizándose indican que puede obtenerse una mejora de potencia hasta el nivel especificado de 300 mW.

Le Matériel Téléphonique, Francia

Osciladores de audiofrecuencia GTA-30 A y B.

Recientemente se han añadido estos dos osciladores a la gama de equipos de prueba STC.

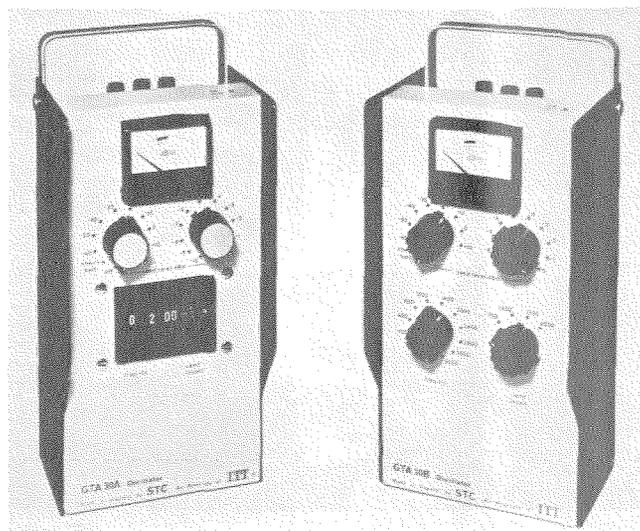
El GTA-30 A proporciona 39 frecuencias fijas entre 100 y 3900 Hz, y utiliza conmutadores de pestaña que presentan la frecuencia en forma digital. El GTA-30 B proporciona 12 frecuencias fijas en la banda de 200 a 3400 Hz de acuerdo con las recomendaciones del CCITT* mediante conmutador rotatorio. Ambos instrumentos son capaces de suministrar potencia de salida entre -70 y +10 dB respecto a 1 milivatio sobre impedancias de 75, 140, 150 y 600 ohmios.

Cada oscilador mide 114×216×102 milímetros y pesa 1,6 kilogramos incluídas baterías. La caja es del mismo estilo y dimensiones que la metálica utilizada para el medidor de nivel GTA-20 A y B introducido en 1970, de gran aceptación por su robustez y pequeño tamaño. Esta construcción permite, si se quiere, sostener el oscilador con la mano cuando se realizan las medidas.

La alimentación con las baterías incorporadas PP 7 tiene una vida mínima de 100 horas, con 4 horas diarias de funcionamiento.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

* Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico.



Dos nuevos osciladores de audiofrecuencia. A la izquierda el GTA-30A y a la derecha el GTA-30B.

Primer sistema semielectrónico SEL de llamadas de socorro en la República Federal Alemana.

La ciudad de Munich está extendiendo su central de llamadas de socorro para cumplir las condiciones necesarias para su rápido crecimiento de población y como preparación para los Juegos Olímpicos de 1971.

El sistema primitivo, que fué también facilitado por SEL, fué sustituido en enero de este año por una nueva instalación semielectrónica. Las facilidades asociadas de control por radio se entregarán y pondrán en operación a finales de año.

La central de llamadas de socorro constará de tres pupitres con doble puesto de operador y una posición de supervisión. Se podrán recibir hasta seis llamadas de socorro a través de diez líneas con el número telefónico 110. Las llamadas se establecen a través de cuatro matrices de conmutación por control electrónico equipadas con relés HERKON*.

Las órdenes de acción dadas por los oficiales de la policía se transmiten a los puestos de radiocontrol mediante una cadena de transporte vertical.

Cuando sea necesario, el oficial de policía que contesta puede hacer una llamada de emergencia al puesto de supervisión, o a cualquiera de las posiciones de vigilancia de radiocontrol. El supervisor puede también cortar las llamadas existentes de emergencia.

Standard Elektrik Lorenz AG, Pforzheim

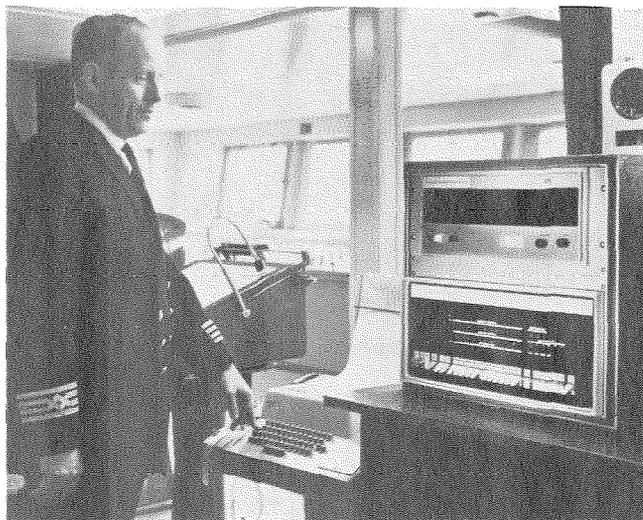
* Marca registrada de SEL.

Primer "piloto náutico" económico por satélite en los buques británicos.

El 8 de febrero de 1971, el primer sistema económico de navegación equipado en un buque mercante británico comenzó a suministrar señales de posición exacta al carguero de línea *Prometheus* de la Blue Funnel al salir del Mersey para el Japón. Este sistema se ha equipado también en el petrolero Esso Scotia de 250 000 toneladas.

El sistema de navegación por satélite ITT 6000, suministrado e instalado por STC, determina la posición del buque en todo tiempo y clima con precisión de un cuarto de milla. El modelo 6000, derivado de los sistemas militares ITT de las marinas norteamericana y británica, está desarrollado y fabricado por ITT Aerospace/Optical Division en San Fernando, California. Utiliza satélites de la marina norteamericana en órbitas polares a 600 millas (960 kilómetros) sobre tierra, capaces de precisar la posición de embarcaciones en cualquier parte del globo.

El sistema está formado por un receptor de satélite con antena correspondiente, un computador y un teleimpresor (véase la fotografía), y puede suministrarse con adaptadores para girocom-



Sistema ITT 6000 de navegación por satélite instalado a bordo del Esso Scotia. A la derecha el receptor montado sobre el computador y a la izquierda el teleimpresor supervisados por el oficial de navegación.

pás y corredera del buque con los que forma un sistema totalmente automático para indicar la posición del buque en ciertos períodos de tiempo fijado o también en cualquier momento necesario. Imprime la latitud y longitud de la posición, haciendo innecesarias las cartas y tablas especiales. El computador al mismo tiempo da los "residuos numéricos" que indican al piloto la precisión de la posición suministrada.

El conocimiento exacto de la posición del buque permite al piloto mantener el rumbo óptimo, de acuerdo con las condiciones meteorológicas, lo que puede traducirse en considerable ahorro de combustible. Este es un factor importante en el coste de mantenimiento de una embarcación, y se calcula, dependiendo de la ruta y clase de embarcación, que el coste del nuevo "piloto náutico" puede compensarse en un plazo de uno a tres años con el ahorro de combustible y tiempo que proporciona.

También pueden adquirirse opcionalmente una serie de dispositivos adicionales de ayuda y programas para poder utilizar el computador en otras tareas del buque, tales como cálculos de estabilidad.

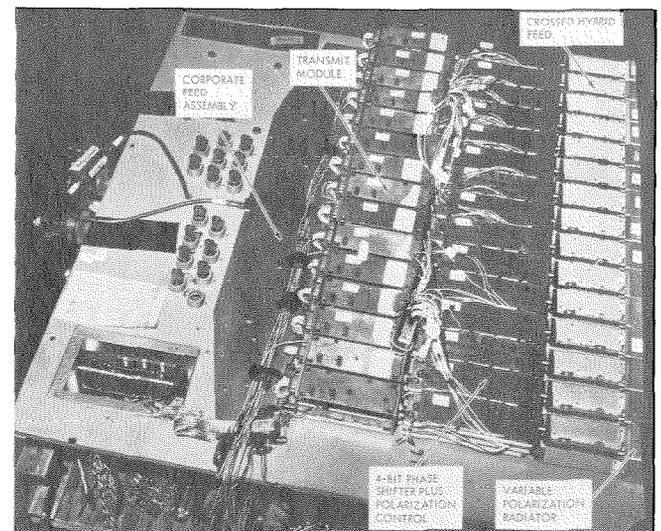
ITT Marine, Reino Unido

Sistema de radar de estado sólido.

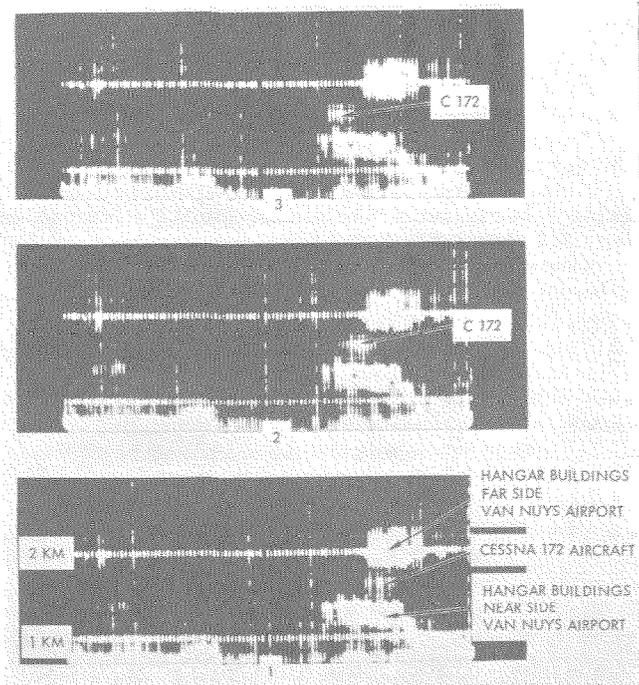
Un nuevo sistema de radar de estado sólido (SPAR) "solid state Phase array radar", con generadores de potencia de arseniuro de galio, de efecto "bulk", que trabaja con enclavamiento de frecuencia, se ha utilizado para detectar objetos a distancias de 17,6 kilómetros (11 millas). El éxito de la operación con este sistema lineal de 16 elementos en banda S, ha demostrado la eficacia de los moduladores con enclavamiento de frecuencia como transmisores moduladores de radar.

El sistema SPAR ha sido posible gracias a la colaboración de ITT Gilfillan y la asociada británica de ITT, Standard Telecommunication Laboratories, en el desarrollo de los osciladores de efecto "Gunn". Cada módulo transmisor-receptor contiene:

- oscilador de efecto "Gunn" de 10 vatios de potencia de pico,
- modulador,
- duplexor,
- conmutador transmisión-recepción
- cambiador de fase de banda de 4 bit,
- circuitos secundarios lógicos,
- provisión para diversidad de polarización completa,
- radiador para todo sentido de polarización.



Sistema de radar de fase de estado sólido. El sistema es de enclavamiento de frecuencia por una señal de referencia que entra a través de la estructura de alimentación. Un conmutador, que separa la transmisión de la recepción, envía la señal de referencia al módulo de transmisión. La salida de frecuencia enclavada sufre el cambio de fase y el control de polarización, y se distribuye luego al radiador a través de los alimentadores híbridos cruzados. La señal que se recibe vuelve a recorrer el camino hacia el módulo de transmisión donde se bifurca y dirige el alimentador interior a través del conmutador de transmisión-recepción.



Detección de objetos fijos y móviles. La secuencia muestra la salida del avión Cessna 172. Las marcas junto al avión corresponden a la señal devuelta por los hangares a ambos lados de la pista.

Los módulos pueden cambiar frecuencia y polarización de impulso a impulso.

Continúa la investigación para mejorar el sistema actual. Entre las mejoras que se tienen en cuenta están los generadores de efecto "bulk" que pueden suministrar 1 kilovatio en 1 por ciento del ciclo de trabajo, y el empleo extensivo de los circuitos integrados.

El programa SPAR comenzó hace tres años para determinar las condiciones de un sistema de radar de fase, emplea prometedoras técnicas de semiconductores y desarrolla conceptos de sistemas y tecnología de microondas. El desarrollo de estos módulos y otros similares a varias frecuencias diferentes facilitará la construcción de módulos para los sistemas futuros de radar.

ITT Gilfillan, Estados Unidos de América

Equipo FI de conmutación para la red sueca de radioenlaces.

La Administración PTT de Suecia (Televerket) ha instalado una red muy cerrada de radioenlaces para la distribución de programas de radio y televisión. Las señales de frecuencia intermedia de los sistemas de radioenlaces se conmutan en 700 puntos de cruce aproximadamente, distribuidos en 12 estaciones. Standard Elektrik Lorenz AG ha firmado un contrato para la entrega del equipo de conmutación y distribución ZFV 4 para estas doce estaciones, así como también para el equipo conmutador de seguridad en siete secciones de conmutación.

Sistema de conmutación y distribución.

El equipo de conmutación mayor se instalará en la Torre Kåk-näs de Estocolmo, en donde 25 entradas pueden conectarse a 26 salidas de la forma que se quiera.

La configuración del circuito de conmutación es básicamente igual a la de un distribuidor de barras cruzadas, que utiliza solo parte de todos los contactos posibles. Algunos contactos sirven al mismo tiempo para la conmutación de cambio automático del equipo de modulación. El proceso de la conmutación se efectúa en 1 msec aproximadamente.

La conmutación se controla mediante indicadores locales y paneles de control o por un sistema de control a distancia. Pueden hacerse varias conmutaciones simultáneamente.

Las demás estaciones están diseñadas de la misma forma.

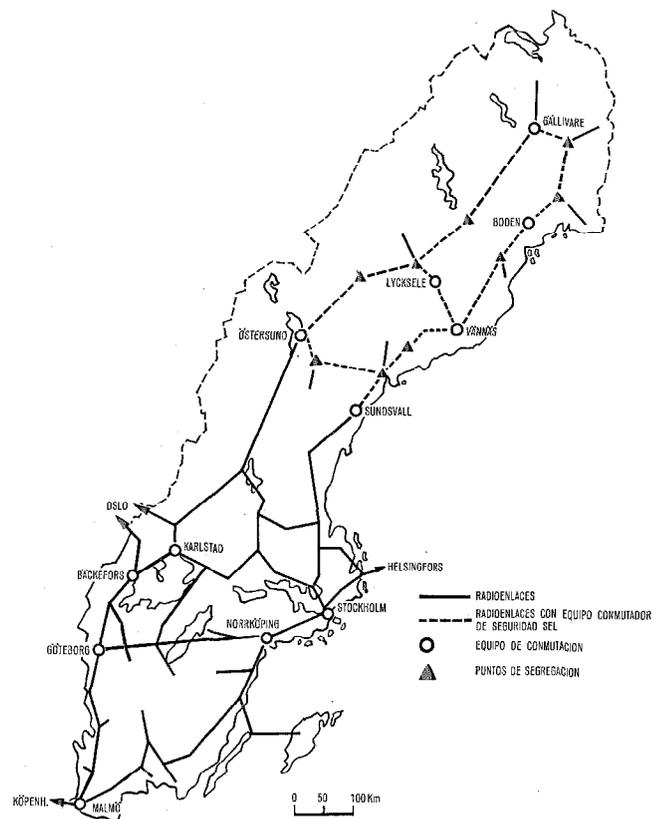
Sistema conmutador de seguridad.

Para poder mejorar la seguridad del tráfico de la red de radioenlaces se utiliza un equipo automático conmutador de seguridad que realiza el cambio de un canal perturbado a otro de reserva. La transferencia de canal se efectúa en menos de 10 μ seg.

Seis de las siete secciones de conmutación tiene un total de nueve puntos de acceso. Si se empleara equipo convencional conmutador de seguridad habría que dividir la sección de conmutación en cada punto de acceso. Esto haría las secciones demasiado cortas y requeriría más gasto de equipo. El equipo de segregación en paralelo PAR 1, permite sin embargo una reducción de coste considerable en el caso de operación en un sentido (por ejemplo transmisión de televisión). Todos los equipos de segregación en paralelo de una sección de conmutación trabajan simultáneamente con el equipo conmutador de seguridad situado en los terminales de la sección.

El equipo conmutador de seguridad SSG 70, con capacidad de $2 \times (3 + 1)$ es una versión actualizada del tipo experimentado (6 + 2).

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania



Red de radioenlaces en Suecia.

Pedido importante de teleimpresores Lorenz LO 133.

La red telex suiza tiene 12.000 abonados aproximadamente, y un crecimiento alrededor del 20 % anual. Standard Telephon & Radio AG de Zurich ha recibido un pedido de 5600 teleimpresores LO 133 de los PTT suizos. Teleimpresores Lorenz han sido adquiridos por la Administración suiza para su red telex desde el año 1932.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart
Standard Telephon & Radio AG, Zurich

Nuevas series de sistemas Simplex de Intercomunicadores.

La División de Comunicaciones Privadas de STC ha introducido recientemente los nuevos sistemas de intercomunicadores 20-1 y 40-3 que ofrecen comunicaciones internas económicas de forma rápida, sencilla y flexible.

El 20-1 facilita 20 extensiones y un circuito de conversación, y el 40-3 hasta 40 extensiones y tres circuitos de conversación simultánea. Todas las operaciones se realizan con botones pulsadores. Además de los botones de cifrado y para facilidades adicionales los aparatos tienen un botón principal que controla el sentido de la comunicación, oprimiéndolo para hablar y soltándolo para escuchar.

Pueden suministrarse aparatos de altavoz solamente o con microteléfono para conversaciones privadas. También hay versiones de tipo robusto para utilización especial en exteriores o industrias, tales como altavoces bocina para ambientes ruidosos.

La llamada se obtiene pulsando una o dos cifras que producen un tono desde el aparato que llama. Cuando el llamado ha pulsado su botón de comunicación, el interesado puede controlar la intercomunicación actuando su botón de conversación. Las llamadas se efectúan en pocos segundos y ambos comunicantes tienen sus manos libres cuando escuchan.

Puede facilitarse la llamada colectiva de forma que cualquier aparato pueda comunicar con todos los demás a la vez, o recibir todas las llamadas. También puede darse la opción de prioridad, permitiendo al que la utilice interrumpir las conversaciones del sistema para dar un mensaje importante.

Ambos sistemas son ampliables; el 20-1 a partir de una centralita y un módulo de 10 extensiones puede extenderse a 20 añadiendo otro módulo. El 40-3 puede ampliarse hasta un máximo de 40 extensiones utilizando módulos de 10 extensiones cada uno.

Las centralitas utilizan relés "crosspoint" controlados electrónicamente con tarjetas enchufables de circuito impreso para mayor fiabilidad y mejor mantenimiento.

Los intercomunicadores miden solamente 90 x 160 x 210 milímetros (3,5 x 6,3 x 8,3 pulgadas) y pesan 1,2 kilogramos (2,6 libras).

Las centralitas se guardan en armarios estrechos de pared. La centralita 20-1 mide 670 x 352 x 80 milímetros (26,4 x 13,8 x 3,2 pulgadas) y pesa 10,5 kilogramos, y la 40-3 mide 735 x 530 x 250 milímetros y pesa 40 kilogramos.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido



Nueva serie de sistemas de intercomunicadores. En la parte inferior izquierda un aparato con microteléfono y a la derecha con altavoz solamente. En la parte superior izquierda un altavoz bocina para ambientes ruidosos, y a la derecha otro robusto para exteriores.

Nueva exportación de equipos Metaconta 10 C.

Se han firmados 12 contratos para la entrega e instalación de 12 centrales electrónicas de conmutación tipo Metaconta 10 C controlados por computador entre las empresas yugoslavas de los servicios de correos, telégrafos y teléfonos e "Iskra" el mayor fabricante de equipos electromecánicos y electrónicos de Yugoslavia. Por las cláusulas de este contrato Iskra coopera con Bell Telephone Manufacturing Co. para equipar 12 poblaciones en cuatro de las seis Repúblicas yugoslavas con centrales electrónicas de conmutación telefónica para tráfico de tránsito, internacional, combinado y local.

Belgrado, Sarajevo, Novisad, Kragujevac, Nis, Titograd, Pristina, Titovo-Uzice, Tuzla y Mostar se equiparán con una central local y de tránsito. Estas centrales totalizarán una capacidad equivalente a 220 000 líneas locales, cuya mayor parte será fabricada por Bell Telephone Manufacturing Co. de Amberes, afiliada belga a la ITT, que ha desarrollado el sistema Metaconta 10 C.

Para BTM este proyecto representa el trabajo de 900 empleados durante 3 años. Las primeras entregas se han programado para 1974. Esta es otra importante entrada en el campo de la conmutación electrónica con el cual la compañía obtuvo el primer tanto en Europa con la central Metaconta 10 C para la RTT de Bélgica, la cual, después de un año de rigurosas y extensas pruebas en la realidad, aceptó oficialmente este nuevo y revolucionario sistema como la técnica básica de sus centrales futuras.

Pedidos muy importantes fueron recibidos en Bell Telephone Manufacturing Co.

En 1969 la Administración de Correos y Teléfonos de Holanda cursó un pedido para la versión telex del sistema. Este contrato cubría el equipo e instalación de una central de tránsito telex con una capacidad de 1000 enlaces entrantes y 1000 salientes. En agosto de 1970 el "Post Office" de Australia amplió la capacidad de la central electrónica de enlaces de Sidney a 6000 líneas de larga distancia entrantes y 6000 líneas salientes.

El pedido para esta central se pasó en 1969 a ITT y se realizará por BTM. La central de Sidney se pondrá en servicio en 1973 y será una de las de mayor flexibilidad del mundo. Además de la central automática de enlaces, el contrato prevé el suministro del conmutador de enlaces de operadores, una central de operación internacional y un centro de intercepción centralizado.

Con las otras órdenes recibidas por la Compañía Telefónica de Bermudas y la Administración de "PTT" de Noruega, el nuevo proyecto yugoslavo prueba que el sistema Metaconta 10 C está ganando una reputación internacional a la velocidad de la era espacial.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

* Marca registrada del sistema ITT.

Terminal de datos LO 380 para Control de Tráfico Aéreo.

La Oficina de Alemania Federal para Control de Tráfico Aéreo está extendiendo y reorganizando sus redes de comunicación. En el futuro los datos importantes de vuelo serán recogidos en un ordenador central y transmitidos a todos los aeropuertos a través de los terminales de datos.

Dentro del campo de este proyecto, Standard Elektrik Lorenz AG ha recibido un pedido de 124 terminales LO 380 INFORMATIK* para utilizarlos como terminales de entrada y salida. Tienen una unidad impresora que trabaja con el método de operación serie a la velocidad de transmisión y recepción de 200 baudios. La transmisión en bloque de datos con protección contra errores asegura un flujo de información sin errores aun en el caso de largas distancias entre el ordenador y los terminales.

Con este nuevo sistema, la Oficina Federal Alemana para Control del Tráfico Aéreo consigue una reducción apreciable de tiempo de envío de información, y mejora la seguridad del tráfico aéreo por consiguiente.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart

* INFORMATIK y LO son marcas registradas de SEL.

Regreso a la actividad en señalización de ferrocarriles.

El 31 de mayo RENFE (Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles) concedió a Marconi Española, S.A. un contrato para la fabricación e instalación de 180 equipos de protección de cruces de vía. Con este contrato Marconi entra de nuevo en el campo de equipo de señalización para ferrocarriles, en el cual fué líder en el pasado.

En la presente etapa se aplicarán técnicas SEL e ITT Austria.

Marconi Española, S.A., España

ITT en la Telecom 71.

En la más importante exposición mundial de telecomunicaciones "Telecom 71" celebrada en Ginebra del 17 al 27 de junio. ITT, la mayor empresa proveedora de equipos de telecomunicación ha ocupado un primer puesto para demostrar su amplia gama de contribuciones en el campo de las telecomunicaciones.

Uno de los protagonistas de la exposición fué presentado por ITT World Communications, la empresa de comunicaciones más conocida en el mundo. La compañía presentó la técnica más moderna para la transmisión simultánea de comunicaciones telegráficas y telefónicas por un solo circuito de cable transatlántico.

El canal telefónico fué enlazado con la centralita telefónica PABX de la oficina principal de ITT World Communications en Nueva York y tuvo acceso directo a todos los teléfonos privados de la misma oficina y a la red urbana.

Dos de los circuitos telegráficos estuvieron trabajando directamente desde la central electrónica ARX de conmutación de mensajes de ITT World Communications, Nueva York, que permitía

así transmitir automáticamente mensajes a muchas otras partes del mundo. El tercer circuito telegráfico trabajó como un canal telex dando enlace directo con otro teletipo en Estados Unidos, o mediante selector, a una centralita telex ITT a través de la cual las llamadas pueden hacerse directamente a los abonados de su red.

En el centro del stand de ITT se presentó una gran exhibición de aparatos telefónicos de abonado utilizados en el mundo occidental, simbolizando la contribución de las compañías asociadas a ITT, para cumplir los programas de las autoridades de telecomunicación, en los diferentes países.

El stand de ITT también mostró el sistema más moderno de la compañía para transportar 1840 conversaciones simultáneas telefónicas. ITT ha desarrollado más de las dos terceras partes de todos los sistemas de cable existentes, como primer proveedor mundial de cables submarinos, y ha obtenido recientemente un contrato para suministrar el primer enlace por cable entre la América Latina y Europa — Bracan 1.

El Grupo ITT de Comunicaciones de Defensa y del Espacio expuso la contribución de ITT a las comunicaciones espaciales. Además de presentar un modelo de estación terrena para comunicaciones espaciales, exhibió su contribución a los programas Intelsat para los que ITT suministró los subsistemas de control de comunicaciones y telemétricos.

También fué presentada en la exposición la técnica Pulse Code Modulation (PCM — modulación por código de impulsos) que es invención de ITT. Lo mismo ocurre con el sistema Metaconta de ITT, equipo de conmutación electrónica de la nueva generación en donde ITT es líder mundial. La compañía tiene actualmente pedidos para 10 países, el equivalente a 200.000 líneas de estos equipos controlados por ordenador.

La capacidad de investigación y desarrollo de la compañía estuvo representada en la exposición con una demostración de la técnica láser de estado sólido capaz de trabajar a temperatura ambiente y transmitir más de 100.000 conversaciones telefónicas simultáneas por cable de fibra óptica.

Otro aspecto de la exposición fué el invento ITT que permite transmitir simultáneamente hasta 24 señales diferentes de sonido en la señal de videofrecuencia de un emisor de TV corriente.

Además expusieron en el stand de los PTT nacionales franceses las compañías afiliadas a ITT en Francia — Le Matériel Téléphonique (LMT), Compagnie Générale de Constructions Téléphoniques (CGCT) y Laboratoire Central de Télécommunications (LCT). También en el stand de proveedores de los PTT italianos expuso la afiliada a ITT en Italia — Fabbrica Apparecchiature per Comunicazioni Elettriche Standard SpA (FACE).

ITT Europe, Bruselas



Fig. 1 De izquierda a derecha, Mr. B. M. Dawidziuk, STC, enseñando a Mr. Chris Chataway, Primer Ministro Británico de Correos y Telecomunicaciones la exhibición de aparatos de abonado en representación de todas las afiliadas a ITT.



Fig. 2 Mr. H. Ziekursch, SEL, y el Ministro Alemán de Tráfico y Telecomunicaciones, Mr. Georg Leber.

Nuevas realizaciones

Nuevas centrales telefónicas Pentaconta*.

Las siguientes centrales telefónicas han sido entregadas este año al PTT suizo y se han puesto en servicio a finales de junio de este mismo año.

Zurich:	Aussersihl	17.000 líneas
	Seebach	10.000 líneas
	(sustituye a la primitiva central de Oerlikon)	
	Hirslanden	5.000 líneas
	(Este equipo PC trabaja en paralelo con la central existente 7-A de 10.000 líneas)	
	Wollishofen-extensión	2.000 líneas
Red rural:	Kloten	4.000 líneas
	El nuevo sistema PC trabaja aquí en paralelo con el antiguo equipo 7-D de 4.000 líneas.	
	Rheinfelden	4.000 líneas
Número total de líneas Pentaconta instaladas que había: 215.000.		
Standard Telephon & Radio AG, Zurich		

* Marca registrado de ITT.

La central (PABX) Pentomat "200 line" comercializada.

La nueva central privada automática (PABX) Pentomat 200* utiliza la técnica moderna de conmutación telefónica por barras cruzadas; proporciona rapidez de conexión, flexibilidad de operación, alta fiabilidad, bajo ruido de funcionamiento y de cruce, y mantenimiento sencillo. Trabaja con 50 a 200 extensiones y hasta 44 enlaces de líneas exteriores.

La conmutación tipo "rotary" ha sido sustituido por cuadros multiconmutadores de barras cruzadas que trabajan mediante contactos de resortes tipo relé reduciendo el ruido y el desgaste mecánico por frotamiento.

Existen dos configuraciones posibles: el sistema Pentomat 200 de uso normal, y el 200 R que dispone de muchas otras facilidades consideradas en principio como opcionales. Este diseño ha permitido fabricarlo en serie, pudiendo proporcionar mucho mejor servicio de entrega e instalación, y mejor relación beneficio/coste.

La versión 200 tiene la suficiente flexibilidad mecánica y electrónica para poder aumentar las comodidades que necesite el usuario.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

* Marca registrada del sistema ITT.



Cuadro de conmutación en la PABX Pentomat 200R de barras cruzadas.

Ocho idiomas distintos para la Oficina Internacional del Trabajo.

El "International Labor Bureau" en Ginebra ha pasado un pedido a la Bell Telephone Manufacturing Co., afiliada belga a la ITT para el desarrollo y la instalación de equipos de traducción en el nuevo edificio que está construyéndose en Ginebra.

Este importante pedido comprende la entrega de los aparatos para equipar 11 salas de conferencias, 5 salas se equiparán con una instalación móvil, y 6 salas con instalación fija.

Todas las instalaciones, fijas o móviles, serán con conductores y tendrán ocho canales. El canal n° 1 transmitirá el lenguaje original y las 2 a 8 permitirán la transmisión simultánea en otros 7 idiomas.

Cada instalación constará de cinco partes esenciales.

1. La posición del operador que controla la instalación completa y comprende:

- los conmutadores que gobiernan la operación de altavoces de salas,
- aparatos de control para las siete líneas de traducción,
- los conmutadores para micrófonos y auriculares,
- el bastidor de amplificadores con los preamplificadores, conmutadores de control de volumen de sonido, amplificadores de línea, unidad de alimentación de fuerza y equipo de ajuste.

2. Los micrófonos del Presidente, orador y delegados. Cada micrófono de delegado estará provisto de un pulsador de llamada, por el cual puede pedir autorización para hablar, el operador entonces conecta el micrófono del delegado.

3. Las posiciones de traductores, que constan de tres posiciones de trabajo cada una con:

- un micrófono con conmutador de control,
- un auricular individual,
- un dispositivo de ajuste de tono.

4. La instalación individual de los delegados comprende un selector de canal, potenciómetro y auriculares.

5. La red general de señales entre:

- Presidente y conserje,
- traductores y Presidente,
- traductores y operador,
- traductores y conserje,
- operador y conserje.

Por medio de esta red pueden pasarse mensajes sin alterar la operación normal del equipo de traducción.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

Radiogoniómetro automático.

El ADF 2200 es un radiogoniómetro automático de canal doble. Está diseñado para que cumpla con las condiciones de aceptación de todos los países de importancia naval.

En la exposición naval de Oslo, Noruega, celebrada en mayo de 1971 fué presentado por primera vez.

Este producto es único en cuanto al automatismo de las funciones siguientes que presenta:

Ganancia y fase equilibradas en los dos canales de la antena. Determinación del sentido.

Lector de marcación con corrección de error cuadrantal.

La señal recibida puede ser evaluada en un tubo de rayos catódicos, y las marcaciones se muestran en el TRC y en el lector digital.

El lector digital funciona también como indicador de la frecuencia sintonizada, como repetidor giroscópico electrónico, y como indicador de marcaciones real y relativa.

Cuando una estación de radio ha sido sintonizada, la frecuencia controlada a cristal asegurará que el equipo permanezca enclavado con la estación seleccionada durante las medidas de marcaciones. El radiogoniómetro permanecerá a la frecuencia sintonizada y mantendrá la ganancia y fase correctas durante todo el tiempo en que esté continuamente tomando las marcaciones.

Se emplea una unidad de adaptación de antena única, que asegura sean automáticamente tratadas las pérdidas y cambios de fase. Es muy importante cuando se utiliza cable largo para situar la antena en la mejor posición del barco.



Radiogoniómetro ADF 2200.

Se ha probado hasta con 100 metros de cable sin producirse ningún empeoramiento de características.

Después de extensivas pruebas de campo y aprobación en diversos países, el ADF 2200 comenzará a instalarse en abril de 1972.

Standard Telefon og Kabelfabrik A/S, Noruega

Filtros de línea SOJ/SOX.

La División de Transmisión de Standard Eléctrica, S.A., ha completado un nuevo desarrollo de filtros de línea SOJ/SOX que separan las bandas de línea de los sistemas SOJ/SOX y STO para cumplir las últimas recomendaciones CCITT para sistemas en circuito abierto.

Las principales características de este nuevo diseño son las siguientes:

- construcción mecánica ISEP*,
- tamaño reducido,
- bajo coste.

Se han desarrollado en dos versiones, para casetas y postes.

Para conseguir el coste previsto se ha realizado un nuevo variómetro de núcleo pot de ferrita de 26×16 mm.

El variómetro está formado por 4 devanados en el interior del núcleo pot. (Dos devanados en cada semipot.) Un semipot puede girar alrededor de su eje sobre el otro fijo consiguiéndose variaciones de inductancia entre 250 y 700 μ H en un recorrido angular de 0 a 180°. Esta variación es lineal entre 250 y 625 μ H.

Todas las unidades para postes están protegidas, construidas en cajas herméticamente cerradas.

En el diseño de los filtros de línea se han incluido:

- a) protectores de sobretensión,
- b) bobina de choque longitudinal,
- c) adaptadores de impedancia entre línea aérea y filtro de línea,
- d) filtros de línea que separan las frecuencias SOJ/SOX y STO/física,
- e) adaptadores de impedancia entre filtro paso bajo y equipo,
- f) adaptadores de impedancia entre filtro paso alto y equipo.

Standard Eléctrica, S.A., España

* International Standard Equipment Practice — marca registrada de ITT.

Sistemas de megafonía para las catedrales británicas.

Las catedrales de Bury St Edmunds y Salisbury se han equipado con sistemas de megafonía STC recientemente.

En la Catedral de Salisbury se utiliza un doble sistema separado con puestos de control independientes para la nave y el prebisterio, de forma que puedan funcionar por separado en las dos partes del edificio.

El de la Catedral de Bury St Edmunds se equipó junto con la compañía local, R & R Radio Limited.

En ambos de estos edificios de gran reverberación se utilizaron altavoces lineales muy direccionales. Tienen los amplificadores montados en bastidores, y las unidades de control con indicadores luminosos para distinguir el micrófono en funcionamiento.

STC ha equipado muchos lugares de culto con sistemas megafónicos entre los que se incluyen las Catedrales de St Paul, Canterbury y Westminster, el Oratorio de Brompton y muchas iglesias del Reino Unido.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Nueva instalación para pruebas de antenas.

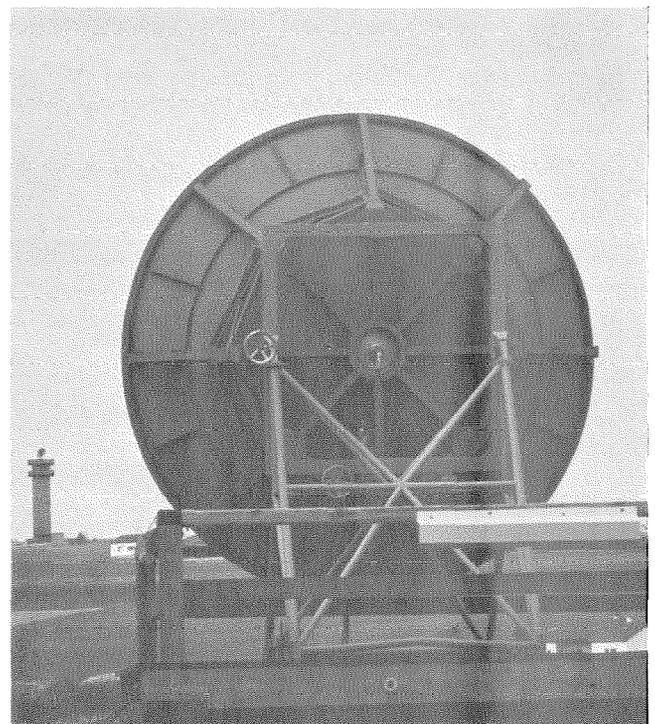
A comienzos de 1971 SEL puso en funcionamiento, en las cercanías de Stuttgart, una nueva instalación de pruebas de antenas que ha costado varios años de trabajos de preparación e instalación. Esta instalación permite probar antenas en el margen de frecuencias 1 a 12 GHz (puede ampliarse a 40 GHz) y sirve principalmente para el desarrollo de antenas de sistemas de radioenlaces, y comunicaciones por satélite. Permite medir los diagramas de radiación en los planos E y H, así como la polarización cruzada, anchuras del haz de radiación a potencia mitad, ganancia y relación de transmisión hacia atrás.

Las estaciones de transmisión y recepción se han situado a un kilómetro de distancia a ambos lados de un estrecho valle. Las dos antenas, de transmisión y recepción, se instalan sobre torres. Como resultado, la primera zona de Fresnel está libre a la frecuencia más baja de 1 GHz; también los límites de zona distan en todos sus puntos más de 20 m de tierra.

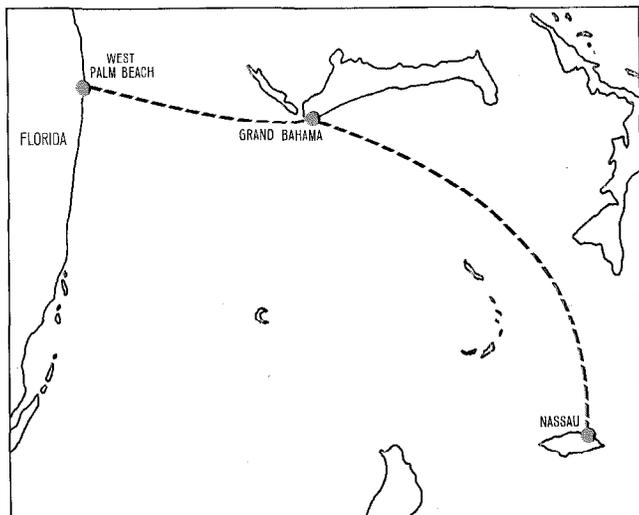
La antena de transmisión es un reflector parabólico de 3,75 m de diámetro. La antena de recepción es la que se prueba. Principalmente se prueban antenas parabólicas de alimentación focal, o antenas Cassegrain de 2 a 4 m de diámetro. El centro de fase de la antena receptora está a 28,5 m sobre el nivel del suelo. Puede girar en unión del equipo receptor de 0,45 a 0,013 rpm. Un registrador de nivel recoge la curva de voltaje en función del ángulo de giro.

Puesto que el eje principal del haz de la antena transmisora está inclinada 4° en el plano de elevación, la antena receptora tiene también una pendiente de 4° y puede apuntar hacia el cielo dentro del ángulo de rotación de 90° a 270°. Esto permite realizar medidas exactas de la relación de radiación directa-inversa hasta un margen de 70 dB.

Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart



Instalación para pruebas de antenas.



Sistema de cable telefónico submarino de gran capacidad para enlace Florida-Bahamas.

Sistema de cable telefónico submarino de gran capacidad para enlace Florida — Bahamas.

STC va a entregar un sistema de cable telefónico submarino de gran capacidad entre USA y Las Bahamas. Transportará 1380 circuitos telefónicos de alta calidad en 220 millas náuticas (407 kilómetros) entre West Palm Beach en Florida y Grand Bahama prolongándose hasta Nassau.

Solicitado conjuntamente por American Telephone and Telegraph Company y Bahamas Telecommunications Corporation, utilizará un cable coaxial ligero de 37,4 milímetros (1,47 pulgadas) de diseño británico con conductor exterior de aluminio.

Es el primer pedido que realiza Norteamérica para este tipo de sistema de la mayor capacidad existente en cable submarino, y el octavo en el mundo. El sistema tiene 36 repetidores espaciados a lo largo del cable, de 14 megahercios de ancho de banda y puede transportar 1840 canales telefónicos de 3 kilohercios o 1380 de 4 kilohercios.

Entrará en funcionamiento al comienzo de la estación turística en 1972. El gran incremento de turismo de Las Bahamas, y del centro mercantil internacional de Nassau, ha creado un aumento extraordinario en la demanda de comunicaciones internacionales entre Las Bahamas, USA, y centros de negocios del mundo.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

Para la Administración Belga de Teléfonos RTT se instalará una estación terrestre para satélites de telecomunicación en Lessive por Bell Telephone Manufacturing Co. afiliada a ITT.

Esta estación fuertemente azotada por los vientos, resistirá vientos de hasta 200 km/h.

Para velocidades muy altas, es decir con promedio hasta 70 km/h y rachas de 108 km/h aproximadamente la exactitud de su dirección será todavía suficiente para una operación perfecta. La antena por si sola con un diámetro del reflector de 30 metros pesará 53 toneladas mientras que el peso total de la estructura móvil ascenderá a 290 toneladas.

Después de un cuidadoso estudio del proyecto, los expertos decidieron empezar con la capacidad inicial de 132 canales telefónicos, enlazados con los Estados Unidos, Canadá, Congo e Israel. Desde el principio la estación terrestre estará equipada para la transmisión de una segunda portadora. Esta utilizará las antenas de haz estrecho del nuevo Intelsat IV y se aplicará para transmisión de televisión desde Bélgica. Cuando se preparó la instalación de esta estación BTM tuvo en cuenta la evolución prevista en el campo del tráfico intercontinental.

En 1975 se conseguirán por medio de esta estación 200 canales telefónicos con nueve o diez países, aunque inicialmente la estación estará equipada solamente con una antena que cubrirá la

zona del Atlántico, estará dispuesta para una posterior extensión de hasta por lo menos dos antenas, cubriendo la segunda la zona del Océano Indico. El plazo de ejecución se ha fijado en 14 meses, pudiendo esperarse la inauguración de esta estación terrestre en el verano del próximo año.

Lessive se clasificará entre las 60 estaciones del mundo equipadas con equipo terrestre para comunicaciones civiles con satélites.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

Amplificador demodulador integrado FM/FI TBA 120.

El nuevo TBA 120 de INTERMETALL es un amplificador demodulador FM/FI diseñado para amplificar, limitar y demodular las señales de frecuencia modulada como es la FI de sonido en los receptores de televisión.

El nuevo circuito tiene una ganancia de voltaje FI de $V_u = 60$ dB, una relación de supresión de MA $\alpha' = 55$ dB y un voltaje de salida AF $V_{AF} = 0,6$ V. La limitación comienza para $V_i = 70 \mu V$.

El TBA puede suministrarse embutido en plástico en grupos de dos a cuatro circuitos.

Intermetall, Alemania

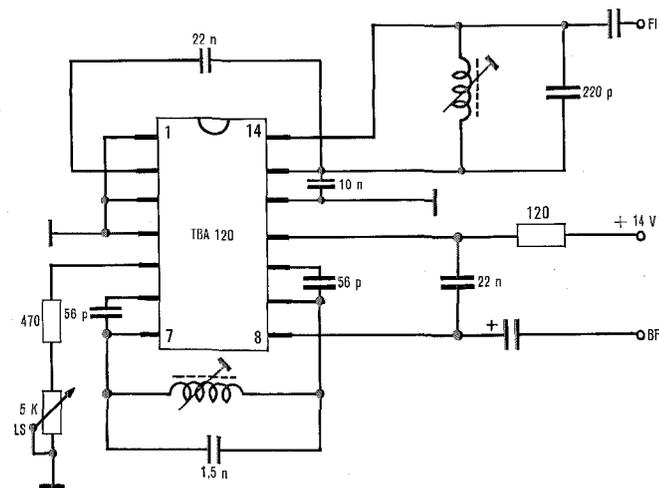


Diagrama bloque de una etapa FI de sonido en receptores de televisión.

Cables submarinos desde Italia a Egipto y Argelia.

STC va a fabricar e instalar dos cables submarinos de 480 circuitos desde Italia. El primero entre Pisa, en la costa noroeste italiana, y Argelia; y el segundo entre Cantanzaro, en la costa sur de Italia, y Alejandria.

Italia—Argelia

El cable, solicitado conjuntamente por la Azienda di Stato per i Servizi Telefonici (ASST), y el Ministerio argelino de Correos y Telecomunicaciones, tendrá una longitud de 600 millas náuticas (1110 kilómetros). Aumentará considerablemente el número de circuitos entre Italia y Argelia y proporcionará un servicio de gran calidad desde Argelia a Europa a través de la red italiana. Cuando entre en servicio en 1972 este enlace, será el quinto de los sistemas submarinos de estado sólido para 480/640 circuitos instalados en Italia por STC desde 1969.

Italia—Egipto

Este sistema de cable submarino de 900 millas náuticas (1670 kilómetros) está pedido por ASST para explotarlo en unión con la Organización de Telecomunicaciones de la República Arabe Unida (UARTO). Será el primero en instalarse en Egipto, ya que

Nuevas realizaciones

hasta ahora esta nación depende de la radio en alta frecuencia para sus comunicaciones de larga distancia. Proporcionará a Egipto un enlace telefónico directo con casi toda Europa a través de la red italiana.

En el contrato se ha incluido también el equipo que permitirá a UARTE ampliar sus facilidades de telecomunicación para que el tráfico telefónico llegue directamente a El Cairo.

Standard Telephones and Cables, Reino Unido

La primera centralita automática privada (PABX) para aparatos de teclado en Bélgica.

La oficina principal de la compañía belga de seguros "Royale Belge" situada en Bruselas es la primera que se ha equipado en Bélgica con aparatos de teclado de marcar.

La centralita Pentomat* para 800 líneas diseñada e instalada por Bell Telephone puede extenderse a una capacidad de 1500 líneas.

La sustitución de aparatos de disco por otros con teclado presenta varias ventajas, como son una selección más rápida y menos errores.

Además la centralita instalada en la "Royale Belge" se ha equipado con un emisor automático de números. Esta característica facilita que cada abonado pueda llamar a 100 números preseleccionados oprimiendo solo dos pulsadores y economizando tiempo.

Bell Telephone Manufacturing Co., Bélgica

* Marca registrada del sistema PTT.

Transmisores de TV en Banda III para Holanda.

SEL ha recibido un pedido de la Administración PTT de Holanda para dos transmisores dobles de TV en color. Cada instalación consta de dos transmisores que trabajan como reserva pasiva con 6 kW de salida. Los transmisores tienen tubos de vacío solamente en los pasos de vídeo y sonido y el resto en estado sólido.

Las dos instalaciones sustituirán a los sistemas suprimidos de la Banda III en Smilde, provincia de Drenthe, y Roermond cerca de la frontera con Alemania.

Standard Elektrik Lorenz AG, Alemania