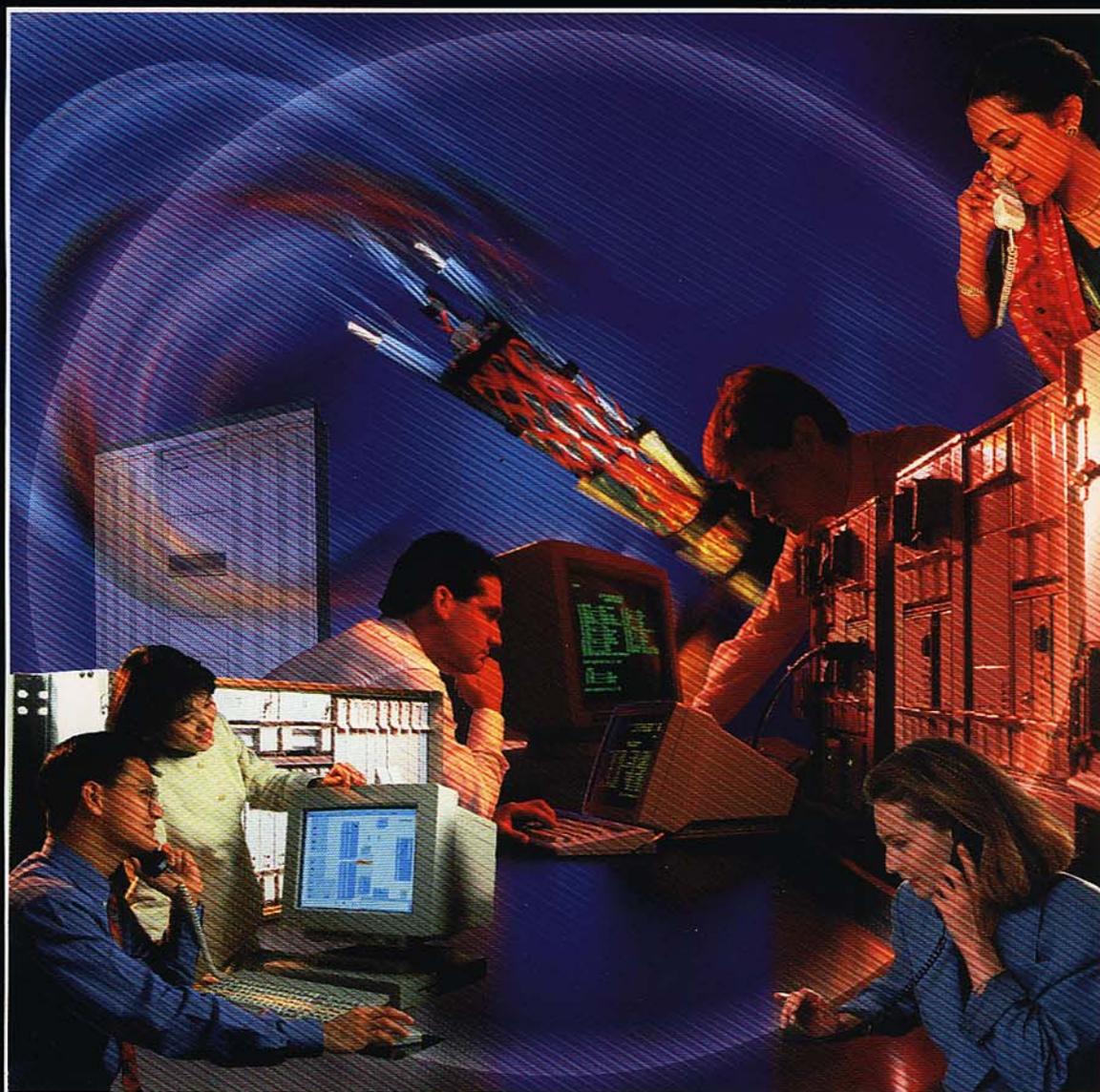


COMUNICACIONES ELÉCTRICAS



Temas centrales : SDH/SONET y Comunicaciones de empresa

Comunicaciones Eléctricas, revista técnica trimestral de Alcatel, presenta los investigaciones conseguidas por las compañías Alcatel en todo el mundo. Comunicaciones Eléctricas se edita actualmente en cinco idiomas y su distribución es universal.

COMUNICACIONES ELÉCTRICAS

4° Trimestre de 1993

Comité editorial

Peter Radley
Presidente

Rosa Alonso
Investigación y Tecnología

Dominique Brouard
Alcatel Cable

Bernard Culot
Alcatel Radio, Space & Defense

Rossella Daverio
Relaciones Corporativas y Publicidad

Denis Derville
Alcatel Business Systems

Edmond Osstyn
Alcatel Network Systems

Renzo Ravaglia
Network Engineering & Installation

Werner Schmidt
Patentes

Editores

Rod Hazell
*Editor-Jefe internacional y
Editor, Electrical Communication, París*

Catherine Camus
*Adjunto al Editor-Jefe internacional y
Editor, Revue des Télécommunications, París*

Andreas Ortelt
Editor, Elektrisches Nachrichtenwesen, Stuttgart

Gustavo Arroyo
Editor, Comunicaciones Eléctricas, Madrid

Dino Callegari
Editor, Prospettive di Telecomunicazioni, Milán

Los direcciones de los editores se dan en la última página de este número.

En esta publicación no se hace ninguna mención a derechos relativos a marcas o nombres comerciales que puedan afectar a algunas de los términos o símbolos utilizados. La ausencia de dicha mención no implica, sin embargo, la falta de protección sobre esos términos o símbolos.

Directora de la Publicación : Rossella Daverio
Revista técnica trimestral, editada por Alcatel Alsthom Publications S.A., con un capital de 250 000 Francos franceses

Domicilio social : 12, rue de la Baume, 75008 París, Francia

Dépósito legal : RCS Paris B 349 910 521

Accionista principal : Samag : 99,76%

Registro Legal : 4° Trimestre 1993

ISSN : 1242-0565

Imprime : IMB Imprimeur,
19-21, place Pierre-Renet, 70000 Vesoul

Tirada : 5700 ejemplares

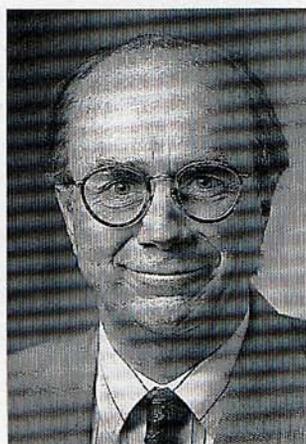
© Alcatel Alsthom Publications

Contenido

- 290 **Editorial - Reescribir la historia al tiempo que se vuelve a cablear el futuro**
L.W. Schmidt
- 295 **Panorámica de la evolución de los métodos de transporte en redes de telecomunicación**
J. Danneels, G. Granello
- 299 **Arquitectura y normas SDH**
M. Sexton, M. Roverano, F.X. De Crémiers
- 312 **Tecnología de elementos de red SDH - la plataforma de equipo**
J. Van Bogaert, H. Kleine-Altekamp, E. Vion, R. Castelli
- 322 **Tecnología de elementos de red SDH : el software**
B. Lebender, S. Colombo, G. Grolleau
- 329 **Gestión de los elementos de red SDH: una aplicación del modelado de información**
O. de Romémont, M. Sexton, S. Schiavoni, M.P. Bosse, F. Henry
- 339 **Disponibilidad y supervivencia de las redes SDH**
J. Baudron, A. Khadr, F. Kocsis
- 349 **Sincronización y temporización SDH**
W.E. Powell, R.W. Cabbage, J.L. Ferrant, M. Wolf
- 359 **Componentes ópticos para SDH**
L. Adnet, T. Unter, G. Elze, J.P. Panafieu
- 366 **Planificación y gestión de redes SDH**
O. González Soto, M. Sexton, C. Tardini, C. Wulf-Mathies
- 378 **Panorámica de futuro de los sistemas de comunicaciones de empresa**
F. Sévèque
- 380 **Nueva pantalla telefónica "intuitiva" para servicios telefónicos avanzados**
S. Lenane
- 387 **Ventajas, tecnología y conectividad de los terminales multimedia**
J. Dampz, R. Klotsche, M. Weiss
- 394 **Comunicación multimedia empleando el teléfono RDSI Alcatel 2824**
F. Bergler, E. Foith
- 402 **Compresión de video : Técnicas de las comunicaciones multimedia**
T. Hoffmann, D. Müller, C. Vogt
- 411 **Gestión de red en sistemas privados de comunicaciones**
W. Sussman
- 418 **Notas de investigación**
- 420 **Últimas solicitudes de patentes**
- 426 **Abreviaturas de este número**
- En este número**



Reescribir la historia al tiempo que se vuelve a cablear el futuro



Leland W. Schmidt

Competencia y privatización como herramientas para construir - y mantener - una infraestructura nacional de telecomunicaciones. Presentación hecha por Leland W. Schmidt en el Simposio de Alcatel para Operadores de Telecomunicaciones en Octubre de 1992 en Marbella, España.

Ya forma parte de la mitología popular que el muro de Berlín no fue derribado por el peso de la historia, sino que fue realmente destruido, ladrillo a ladrillo, por el persistente martilleo de legiones de vendedores y empresarios de un lado del muro, y por el hambre de consumo del pueblo del otro lado.

Desde este punto de vista, la caída del muro de Berlín, por todo su simbolismo histórico, fue más la apertura de un mercado que la liberación de una nación. Los alemanes orientales no añoraban la libertad, sino que ansiaban los vaqueros y las hamburguesas MacDonald's.

Naturalmente, el principal argumento para esta teoría es el siguiente: la decadencia económica fue el factor principal de las penalidades que pre-

senciamos en la Europa del Este en los últimos años. Concentrarse en este único aspecto de un suceso inmensamente complejo - especialmente en los medios de comunicación - ha contribuido a crear una extendida fe en las fuerzas del mercado libre como una solución general de todos los problemas económicos.

Yo me permito sugerir, como ciudadano de un país que promueve esta idea más fervientemente y con el riesgo de ser excluido de por vida de todas las Cámaras de Comercio de Estados Unidos, que simplemente no tiene porqué ser necesariamente así.

Con esto en mente, me gustaría desarrollar ese tema aplicándolo a dos retos que todos conocemos muy bien:

- Desarrollar una infraestructura nacional de telecomunicaciones que proporcione crecimiento económico y servicio telefónico para el mayor número de personas: el reto al que se enfrentan los países en vías de desarrollo
- Mantener y mejorar la infraestructura una vez que se tiene: el reto al que se enfrentan los que trabajan en economías desarrolladas

Yo creo que descubriremos que los países en vías de desarrollo y las potencias económicas tienen más en común de lo que podía pensarse - y esto, especial y sorprendentemente, en el tema de la privatización es tan apremiante para el mundo desarrollado como lo es para el no desarrollado.

De hecho, en mi opinión, con el aumento de la privatización y competencia como atractivos medios de obtener el capital necesario para la creación de una red moderna, idéntica pregunta puede ser hecha en la práctica a cualquier nación, si está constru-

yendo su infraestructura o manteniéndola:

Si el instrumento elegido es la privatización o la competencia, cualquiera de ellos - ¿es por sí solo realmente capaz de proporcionar no solo la entrada del capital extranjero necesario, sino también la infraestructura que necesita su nación para su crecimiento económico y cubrir la aspiración de sus ciudadanos de situarse al nivel del mundo moderno?.

Podemos empezar respondiendo a la pregunta observando a la primera de nuestras dos categorías de infraestructuras: la nación en vías de desarrollo.

Comencemos con una situación muy común: una nación con una economía, y una infraestructura de bajo rendimiento - telecomunicaciones, carreteras, energía eléctrica, todo. Supongamos también - nuevamente, una realidad muy extendida - que la economía y los distintos elementos de la infraestructura están muy centralizados y ampliamente controlados por el gobierno.

Tienen que impulsar la capacidad y eficacia de la infraestructura para impulsar la economía - pero ¿cómo es posible atraer la inmensa cantidad de capital que necesitan?. Normalmente hay dos opciones. La primera es la libre competencia. Yo llamo a esto el enfoque del Salvaje Oeste - con énfasis en el "Oeste". Invite a entrar a todo el mundo, cualquiera que sean, y déjelos luchar por cualquier cosa que puedan obtener. En este caso, rece para que se cree una infraestructura nacional a través de algo parecido a una versión económica de la Inmaculada Concepción. Y si, como es probable, no se crea nin-

guna red pública amplia, entonces espere que la gente sin acceso a alternativas - los miembros más desfavorecidos de la sociedad - se puedan conectar por sí mismos a donde puedan de entre los retazos de redes y servicios resultantes.

La segunda es la que yo llamo privatización dirigida, entregue su monopolio gubernamental a un único suministrador y establezca firmes objetivos para la expansión de los servicios a través de toda la población.

Ahora, tras elegir entre las dos, nuestra esperanzada pequeña nación será frecuentemente sacudida por una única necesidad: el capital. Por esto no es sorprendente que el consejo más convincente que consideren vendrá de las inmensas compañías multinacionales que son las llaves del capital.

Desde el punto de vista de las multinacionales, la nación en desarrollo es importante porque en la economía global de hoy en día, las fronteras políticas son mucho menos críticas que los límites invisibles entre los segmentos de mercado - y cada pequeña nación significa añadir otros pocos puntos porcentuales a la cuota de mercado.

No es sorprendente, y es un buen sentido del negocio, que las multinacionales votarían por la opción nº 1. Y esto se reduce a una lógica estructura que puede resumirse en una frase: el mercado libre es bueno para usted.

Lo que esta frase realmente significa es: queremos trabajar con su comunidad de negocios, y queremos vender a aquellos de sus consumidores que tengan dinero para comprar, pero en realidad no nos interesa cualquiera que viva inmediatamente fuera del alcance visual de nuestra habitación en el piso 43 de nuestro moderno y algo desvencijado hotel - ¿pueden ustedes ayudarnos en esto?.

"Claro", dicen los 25 burócratas alrededor de la mesa de conferencias, ansiosos de una inyección de dinero.

Pero imaginemos que uno de los 25 burócratas se resiste al señuelo de montones de capital lo suficiente para decir lo indecible - ¿porqué la mejor solución es el mercado libre?

Y las multinacionales americanas

responderán orgullosamente que somos el mercado más libre de todos, y miren la infraestructura de telecomunicaciones que poseemos. Un teléfono en el 99 por ciento de nuestros hogares - y poseemos la mayor economía del mundo.

Esto suena convincente - a menos que el burócrata conociera la historia americana.

Porqué nuestra infraestructura nacional de telecomunicaciones no se construyó sobre los principios del mercado libre. De hecho, les puedo asegurar que los principios del mercado libre, si se hubieran dejado desenfrenados, podían haber paralizado el desarrollo de nuestra red.

La historia real es ésta: en 1894 cuando vencieron las patentes originales sobre el teléfono de Alexander Graham Bell, el mercado era totalmente libre y disparatado. Durante la primera década del siglo 20, algunos centros urbanos tenían dos o tres compañías compitiendo para ofrecerles el servicio telefónico - mientras que la mayoría de las comunidades rurales no tenían ninguna.

Si usted quiere una definición de a que se parece un mercado libre en su forma más pura, mire precisamente a la industria telefónica en Estados Unidos alrededor de 1905. La ganancia de una ventaja competitiva a menudo llevaba a tales sofisticadas estrategias como enviar a sus obreros con herramientas para cortar las líneas de la competencia. Ellas podían tirar entonces sus propias líneas y vender el servicio puerta - a - puerta a los residentes del vecindario ofendidos por la pobreza del servicio.

Lo que se estaba creando no era una infraestructura nacional, sino miles de infraestructuras locales superpuestas y competidoras.

Entonces surgió Theodore Vail. Vail se hizo cargo de AT&T en 1907. La cuota nacional de mercado de Bell se había reducido por primera vez - por debajo del 50 por ciento. Vail insatisfecho no deseaba esto, y estableció un nuevo objetivo para la compañía en lo relativo a cuota de mercado, uno que es fácil de recordar: el 100 por cien.

El sabía que no podía conseguirlo simplemente comprando todas las otras compañías del país - nuevas compañías aparecerían tan pronto como comprara las existentes. Lo que el necesitaba era la protección del gobierno - la concesión del monopolio.

Para conseguirlo, no tuvo que hacer más que acogerse a la regulación de las telecomunicaciones - tuvo que inventar la regulación de las telecomunicaciones. Y lo hizo, ofreciendo al gobierno un argumento para la regulación de la industria y la concesión del monopolio: la promesa de un servicio universal. Si usted protege las adquisiciones, concediéndome el monopolio, dijo Vail, entonces yo llevaré el servicio telefónico a todos los hogares de América. El acuerdo se cerró y, naturalmente, funcionó.

Por tanto, no fue el mercado libre el que creó la infraestructura americana de telecomunicaciones fue de hecho la brillante estrategia de Vail la que destruyó la libertad del mercado y preparó el camino de nuestra red actual.

No puede negarse que el objetivo final se alcanzó: Los EE.UU. tienen una infraestructura de telecomunicaciones tan buena como la mejor, que responde a todos los niveles de aspiraciones razonables del cliente - desde las de el de una casa normal hasta las del inquilino de la Casa Blanca.

Para asegurar que el servicio universal lo fuera realmente, incluso los elementos de infraestructura más allá del monopolio de Bell formaban parte de una concepción nacional más amplia. Compañías como GTE disfrutaron de mini-monopolios ligados al total e inmenso monopolio de Bell System.

De hecho, la antigua Bell System puede verse como una versión de nuestra idea de privatización dirigida. Reúne todas las condiciones: es una compañía privada, rentable que acepta el reto de proporcionar una infraestructura nacional de telecomunicaciones en la forma definida por el gobierno - en este caso, el criterio era alcanzar un servicio universal.

Naturalmente, había una diferencia

fundamental en ese escenario en relación con las naciones actualmente en desarrollo, en vez de una privatización orientada que evolucione desde un monopolio controlado por el gobierno, la privatización en Estados Unidos creció a partir de un mercado de telecomunicaciones libre.

Lo cual nos lleva nuevamente a nuestra tesis: ¿funcionará bien un mercado totalmente controlado o totalmente liberado para proporcionar una moderna infraestructura a las naciones en vías de desarrollo o necesitará ambos para competir internacionalmente y servir las necesidades de su pueblo?

El auge de las privatizaciones en los últimos años es todavía bastante joven para realmente poder conocer las respuestas. Después de todo, construir una infraestructura moderna de telecomunicaciones lleva mucho tiempo, y todo lo que tenemos hoy en lo que basar nuestras opiniones es el optimismo de las naciones implicadas y los compromisos asumidos por las compañías que sirven a esas naciones.

Por ejemplo, la entrada del consorcio dirigido por GTE en Venezuela incluye compromisos muy concretos respecto a una inversión masiva de capital durante la próxima década. Intentamos mantener el acuerdo. Pero el envío de toneladas de dinero a Venezuela no creará automáticamente la red que la nación quiere y necesita - motivo por el cual estamos enviando una gran cantidad de personas y experiencia junto con el dinero.

Pero no es precisamente en las inversiones internacionales en donde nos enfrentamos al dilema de hasta donde llegar en la competencia y privatización - la cuestión es igual de problemática cuando se aplica a Estados Unidos o a Europa.

La mayor diferencia, desde este punto de vista, entre economías emergentes y maduras es, naturalmente, el hecho de que la infraestructura se está creando en unas y ya existe en las otras.

Nuestra tarea en Estados Unidos es la protección del servicio universal no su ampliación. Lo cual nos presenta

la pregunta, ¿estamos haciendo eso?

Y una segunda pregunta: ¿es el evangelio del mercado libre que predicamos a nuestros clientes internacionales la misma receta que aplicamos en nuestra casa? - y sino es así, ¿por qué no lo es?

La decisión histórica tomada por los legisladores Americanos, reguladores y tribunales - con unas pocas notas marginales en las decisiones legales para aquellos de nosotros realmente en el negocio es, naturalmente, que la competencia puede usarse como un instrumento para la racionalización de los precios y la mejora de la calidad entre los competidores sin poner en peligro el concepto de la universalidad del servicio.

O, al menos, eso es lo que la decisión parece indicar. Yo introduzco una nota de escepticismo porque, cuando el tema se examina profundamente, resulta obvio que el gobierno quiere los dos modos: los administradores de centrales locales encadenados a su papel tradicional como proveedores regulados del servicio universal, mientras los nuevos competidores entran al asalto de las empresas de telecomunicaciones (LEC) para obtener cualquier cosa.

En otras palabras, más que combinar los conceptos de servicio público y beneficio privado, el gobierno los ha dividido y los está probando separadamente. El objetivo de las LEC reguladas será el servicio público y la verificación de lo que éste proporciona. Los nuevos competidores buscarán el beneficio privado, y veremos cual es el resultado.

Si esto fuera un duelo, entonces no importaría demasiado la elección de las armas: las LEC han manejado el pasado, los nuevos competidores manejan el futuro, y comenzamos la lucha.

Se puede comprender la elección del gobierno: el servicio universal es la esencia del lado del servicio público en el debate, siendo también demasiado importante - y demasiado arraigado en la sensibilidad popular - para arriesgarse. Hay segmentos de la sociedad que tienen una gran posibili-

dad de verse ignorados cuando aparecen los nuevos servicios porque o bien no los necesitan o no pueden pagarlos - los segmentos reales bajo los que el servicio universal extiende una red de seguridad.

Si la prisa de los nuevos competidores en obtener beneficios con servicios dedicados no produce los esperados beneficios secundarios de una red pública razonable o realmente la perjudica por una desviación de los beneficios - entonces las LEC vigilarán atentamente, preparadas para parar y continuar como anteriormente.

Sin embargo, esta primera estrategia de seguridad presupone un grado irreal de estabilidad en tres aspectos:

- La definición de lo que constituye el servicio universal
- La viabilidad económica de los LEC
- La viabilidad económica de los nuevos competidores

Los tres aspectos están íntimamente relacionados. Comenzando con la definición del servicio universal. El servicio universal es la razón fundamental desde el punto de vista de todo servicio público en este debate - y solamente el cambio tecnológico garantiza que las expectativas populares de un "servicio telefónico básico" cambiarán constantemente en los años venideros.

Con las LEC constantemente atacadas por los nuevos competidores, ¿podrán continuar produciendo los beneficios para estar al día con esa demanda?. Y, al mismo tiempo, irónicamente armados con las bases del beneficio inherente al imperativo servicio universal, ¿no se mostrarán las LEC demasiado temibles para los nuevos competidores?, en otras palabras ahogadas:

- Las LEC, heridas aunque no mortalmente por la guerra de guerrillas, nunca desarrollan su completa potencia, y tampoco lo hace la red pública que ellas gestionan.
- Por otro lado los nuevos competidores abrumados por la masa total de las LEC o, tal vez, excesivamente satisfechos por los atractivos de sus confortables nichos de mercado, nunca alcanzan la masa

crítica necesaria para llevar una carga sustancial a la red pública.

El punto es que pudiendo obtenerlo por dos caminos, el gobierno se arriesga a no conseguirlo en ninguno. Nadie vence.

Así, si tuviéramos que decidir - y, en este sentido, ya lo tenemos - entonces vamos con la decisión total con el mismo nivel margen de oportunidades para todos los competidores.

Lo que yo sugiero es la urgente necesidad de retirar capas residuales de regulaciones innecesarias de las LEC. Yo no digo que deban retirarse todas. Pero las capas que deben ser retiradas son aquellas que impiden a los actuales participantes defenderse por sí mismos contra los nuevos competidores. Lo que existe son participantes ya establecidos amargados con las antiguas responsabilidades públicas en formación en contra nuevos luchadores armados con nuevas tecnologías - y ninguna responsabilidad pública.

La elección, en mi opinión, es sencilla: ampliar algunas de sus libertades de actuación - especialmente en precios - a las LEC. Existen pocas dudas de que la flexibilidad de los precios y las nuevas tecnologías son las armas principales de los nuevos competidores.

Hay que tener en cuenta que la idea original del servicio universal en Estados Unidos estaba basada en tres pilares: un equipo normalizado, un solo monopolio para la larga distancia, y una serie de monopolios locales enlazados por acuerdos sobre las cuotas de beneficios en las operaciones de larga distancia de AT&T. Dos de esos tres pilares (equipo y larga distancia) son ahora totalmente - y, yo podría añadir, salvajemente - competitivos.

Pero el viejo Theodore Vail gozaba de una gran ventaja sobre aquellos de nosotros que heredamos su visión de equilibrar beneficio privado y buen servicio público: el compitió dentro de unos límites relativamente estrechos de una tecnología común a todos los competidores.

Hoy, tenemos competidores que van en busca de nuestros clientes - y

amenazan la tradición del equilibrio privado y público que nosotros representamos - y no precisamente con versiones mejoradas de nuestra tecnología, sino con tecnologías totalmente nuevas.

De hecho, el punto inicial en esta discusión debe ser descartar el término "telecomunicaciones" y saltar confiadamente directamente al mundo de "las comunicaciones de información".

Consideremos el terreno de juego. Las compañías celulares pueden hacer lo que hacemos nosotros, igualmente las compañías de televisión por cable y las compañías de servicios de comunicaciones personales también pueden hacerlo. Y todas ellas son tecnologías que aunque nuevas puede decirse que están llegando a su madurez, mientras la madurez del mercado se encuentra todavía lejana.

A continuación está la segunda ventaja de la flexibilidad de los precios. Los nuevos competidores están la mayoría fuera del gran esquema de Vail, y salieron a la luz en la enloquecida liberalización de los últimos veinte años. Gozan de una libertad de precios con la que no hubiéramos soñado nunca, no sintiéndose perjudicados por el lento - movimiento del proceso de regulación. Nosotros estamos limitados - y quiero decir "limitados" - por el compromiso del servicio universal.

Naturalmente los nuevos competidores tienden a ser jugadores de nichos, y estos existen todavía en los márgenes del mercado de telecomunicaciones. El amplio centro del mercado permanece, obviamente, en manos de las compañías de centrales locales. Esta posición y nuestro tamaño total parecerían proporcionarnos economías de escala que pudieran ser usadas para evitar las incursiones de nuevos jugadores más pequeños.

Pero esas capas residuales de regulación que he mencionado nos incapacitan para transformar esas economías de escala en precios basados en la demanda.

Tamaño y fortaleza dicen algo cuando pueden ser realmente utiliza-

dos - y la imagen de la ballena varada es la que los administradores de centrales locales más tememos.

Por el momento, no tenemos respuestas a esas preguntas - solamente tenemos los interrogantes. Esto es realmente fortuito, como ya he mencionado: el debate no ha terminado todavía. Pero ya podemos prever algunos resultados. Si, el interrogante básico - monopolio frente a la competencia - se ha inclinado del lado de la competencia.

Pero, ¿hemos definido la "competencia" de forma final y decisiva?

Yo afirmo que no lo hemos hecho. Y si no es así, entonces ¿cómo conoceremos realmente si este gran experimento de la competencia va realmente a funcionar?

Decimos que creemos en la competencia, pero estamos compensando las apuestas. Todo lo que realmente estamos haciendo es segregar la industria entre dos clases de competidores - la vieja guardia y los jóvenes punks - y perjudicar a cada uno de ellos de una forma que amenaza la viabilidad económica de ambos y - como consecuencia - el futuro del servicio universal.

Por tanto, si el debate está todavía abierto - yo afirmo firmemente que un enfoque aceptable de la auténtica competencia está por definirse - lo menos que podemos hacer es definir las preguntas que permanecen sin contestación:

- ¿Vamos hacia una emergente red de redes, superpuesta y servidora de diferentes segmentos, y que utilizan la red pública gestionada por las compañías locales solamente como terminación, y sin servicios avanzados?
- ¿Es viable la red pública?. ¿Puede existir en un mercado que es mitad abierto y mitad monopolizado?
- ¿Quién garantizará - como el gobierno americano y su industria telefónica una vez se unieron para prometer - que el servicio universal estaría disponible para todos los americanos?.
- Mientras la definición de "servicio" se extiende, la dificultad de

hacerlo universal se hace más patente. La red vocal de 1920 podía, naturalmente, llevarse a cada hogar americano. ¿Pero que ocurrirá con las maravillas de la banda ancha de la edad de la fibra? Si llegan a ser los fundamentos del servicio de comunicaciones, ¿podremos llegar a hacerlo universal?

- *Y otra vez, ¿lo podremos conseguir? ¿Es ese acuerdo histórico entre el gobierno americano, su pueblo, y su industria telefónica no solo una parte de la infraestructura social como la red que creó una parte de la infraestructura económica?*
- *Y final y fundamentalmente: ¿Se está desarrollando en Estados Unidos para servir los mejores intereses de todo nuestro pueblo y no solo los de los más potentados, usuarios de alta tecnología y segmentos de mercado que están ahora dirigiendo ese mercado?*

A esos mismos interrogantes se enfrentan, sin duda, las naciones en desarrollo en el proceso de construir sus infraestructuras como lo hacemos

nosotros en Estados Unidos - y lo hacen ustedes aquí en Europa.

Y si es frustrante tener que enmarcar todos esos aspectos en forma de preguntas en vez de soluciones, es simplemente porque las respuestas no son conocidas todavía.

Bueno, precisamente hay que esperar y ver. Pero me gustaría enfatizar en un punto - si está dudando acerca del futuro de sus telecomunicaciones en Caracas, en Los Angeles o en Madrid - debe tener un saludable escepticismo mental acerca de curatodos y un rápido establecimiento es una buena solución.

Y con ese saludable escepticismo en mente, asegurémonos que la promesa de competencia se pone a prueba donde debe probarse - en un mercado de competencia de un solo nivel.

En resumen, hay dos cosas de las que podemos estar seguros en el tema de la competencia y privatización - y todos sus componentes - como instrumentos para construir y mantener una infraestructura de comunicaciones:

- Para las naciones en vías de desarrollo, la ansiedad por el capital

es comprensible - pero deben tener mucho cuidado en no comprometer otras necesidades por la consecución de capital a corto plazo.

- Para todas las naciones, la tradición de equilibrar el beneficio privado - de los suministradores de telecomunicaciones y sus principales clientes - con el beneficio público - una infraestructura de comunicaciones que mejore la calidad de vida además de impulsar el crecimiento económico - es un objetivo respetable, y que debe defenderse.

En Estados Unidos, la palabra clave en el beneficio privado frente al servicio público es en mi opinión "equilibrio" y las LEC, liberadas para competir, pueden equilibrar esas dos necesidades mejor que cualquier otro competidor.

Yo creo que ese es un buen comienzo para tratar aquellas preguntas sin respuesta.

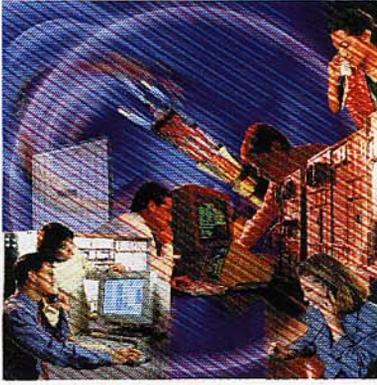
Y cuanto antes obtengamos esas respuestas será mejor.

El Sr. Schmidt ha sido invitado a contribuir con este artículo editorial, el cual expresa sus personales puntos de vista y opiniones.



Leland W. Schmidt,
Vicepresidente de Industry Affairs,
 GTE Telephone Operations

Leland W. Schmidt fue nombrado vicepresidente de "Industry Affairs for GTE Telephone Operations en Marzo de 1987. En este puesto es responsable del desarrollo de la penetración de la compañía en las operaciones telefónicas y la industria de telecomunicaciones de GTE. Comenzó su carrera en GTE en 1959 como representante comercial de la General Telephone Company de Wiscosin. Ocupó distintos puestos en ella antes de pasar a la central de GTE en 1967 como ingeniero del grupo comercial. Después de ocupar una serie de puestos, fue nombrado vicepresidente segundo de Ingresos y Tarifas en 1976 y posteriormente, vicepresidente segundo de Planificación del negocio en 1983. El Sr Schmidt es graduado en económicas por la Universidad de Minnesota.



Panorámica de la evolución de los métodos de transporte en redes de telecomunicación

J. Danneels Alcatel Line Transmission Systems, Zaventem, Bélgica
G. Granello Alcatel Line Transmission Systems, Vimercate, Italia

En general, la evolución de las redes de telecomunicación avanza localmente de forma gradual con cada pequeña ampliación y mejora justificada, con criterios de inversión muy estrictos pero está limitada por la necesidad de preservar la compatibilidad con lo existente. El cambio de analógico a digital fue un importante avance tecnológico, pero treinta años después de las primeras instalaciones digitales es sólo ahora cuando se está completando la digitalización en las áreas más avanzadas. El mismo periodo ha visto la automatización de la telefonía pública con centrales controladas por procesador explotando las sinergias con la industria informática, la señalización internacional de abonado a abonado y el potencial de los servicios digitales integrados.

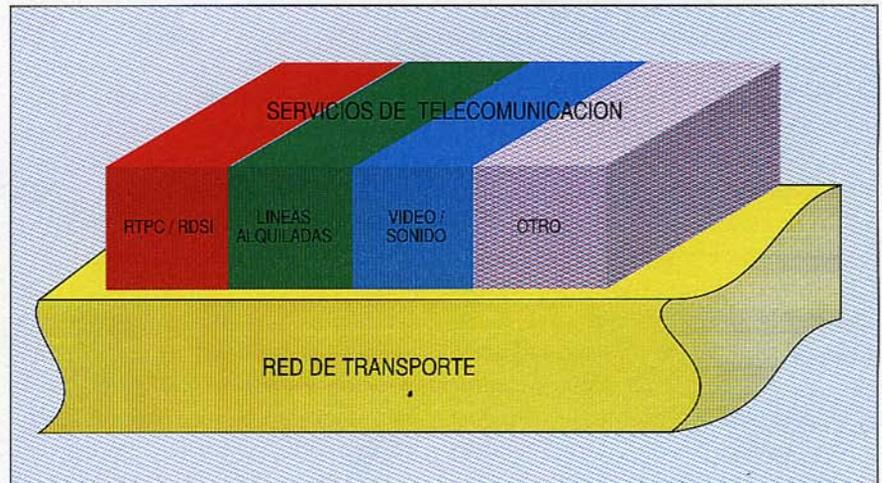
La red de transporte está ahora en las primeras etapas de transformación hacia objetivos y potenciales similares. Se caracteriza por la sustitución del cobre por fibra óptica como el medio de transmisión en todas las partes, por la automatización de la operación y gestión de red, y por la capacidad de proporcionar una gran variedad de servicios en una infraestructura cada vez más integrada. Como al comienzo del paso a digital, el proceso es gradual prestandose una gran atención a los escenarios de transición que se pueden justificar localmente sin las dependen-

cias con otros aspectos de un "gran plan". La jerarquía digital síncrona (SDH) es la base de esta moderna transformación y es sujeto de un tratamiento especial en este número. Es importante el que los siguientes artículos contemplen brevemente el contexto en el cual el SDH está siendo desplegado y examinen las facilidades que proporcionan la triunfante combinación de beneficios a corto y largo plazo, tan importantes en el proceso evolutivo.

Estamos acostumbrados a ver las redes de transmisión y de transporte como la base que soporta y sirve a una capa de cliente multiservicio

(Figura 1). En este modelo se ha basado la distinción entre transmisión y conmutación durante muchos años y toda la industria se organizó con este criterio. En los últimos años hemos sido testigos de un gran y continuo crecimiento de los servicios no conmutados y de un aumento de la importancia de las nuevas formas de los servicios conmutados no telefónicos. La demanda ya no está completamente dominada por los requisitos de la RTPC. Ahora es necesario gestionar los recursos de la red de transmisión de forma que cada segmento de servicio se atienda de acuerdo con sus necesidades, que varían mucho de seg-

Figura 1 : Transporte - La base de una red de telecomunicaciones



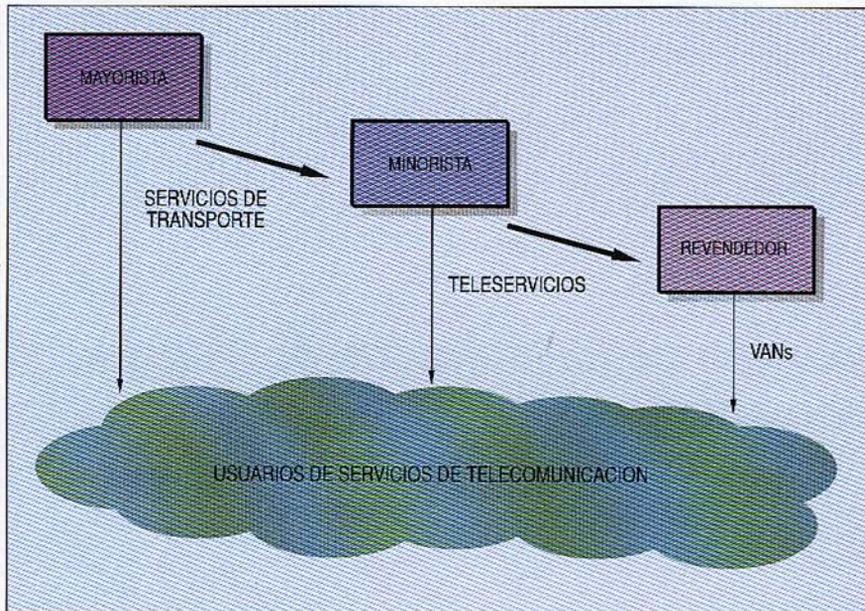


Figura 2 : Cadena de suministro de servicios de telecomunicación

mento a segmento. Esto ha forzado a las divisiones operativas responsables del suministro del transporte de los grandes operadores de telecomunicaciones públicas (PTO) a entrar en una forma de mercado virtual donde los diferentes segmentos de servicios son los abonados. En muchos casos esto se ha reforzado por los reguladores, que han utilizado estas fronteras naturales para la introducción de una tendencia competitiva en el mercado real. La liberalización en los Estados Unidos y la entrada en algunas redes europeas de nuevos competidores en el suministro de transporte es un ejemplo. Incluso allí donde el monopolio del suministro todavía es legal, las presiones reguladoras para unificar las tarifas de abonados de líneas alquiladas y abonados internos está obligando a los operadores a organizarse de una forma similar, instituyendo procedimientos administrativos que puedan aislar los costes del suministro de transporte y, por tanto, gestionar sus operaciones en base a la optimización de costes. El suministro de redes abiertas (ONP) en Europa es el ejemplo más claro de esta tendencia. Existe una cadena claramente distinguible de suministro del servicio de telecomunicación análoga a la de muchas grandes industrias que operan en un entorno

competitivo plural, en el que el suministro de transporte es como una operación al por mayor y el suministro de servicio al usuario toma la forma de una operación minorista, siendo la banda ancha y la conectividad las mercancías comercializadas (Figura 2).

De muchas maneras, los desarrollos modernos más importantes han estado en el entorno regulado. La liberalización del mercado con la entrada de muchos nuevos operadores no solo ha incrementado la competencia sino también el número de fronteras administrativas entre ellos. El creciente nivel resultante de interconexión entre operadores ha coincidido con una tendencia a explotar los beneficios económicos de la fibra con puertos integrados de alta capacidad sobre el equipo nodal. La necesidad de interconexión normalizada de alta capacidad ha proporcionado uno de los mayores impulsos en EE.UU. en la primera fase del proceso de normalización del SONET (red óptica síncrona). Los sistemas de transmisión de línea se habían visto tradicionalmente como entidades independientes que interconexionadas al equipo de otro nodo de la red a unas velocidades tributarias eléctricas de baja velocidad, usando tramas de distribución digital grandes, costosas, de trabajo intensivo y de poca fiabilidad

que proporcionan la flexibilidad necesaria para operar y mantener la red. Incluían amplias facilidades de supervisión, mantenimiento y protección automática del sistema de línea. El SDH ha aportado la funcionalidad de un sistema de línea óptico normalizado integrable directamente en el equipo del nodo de la red permitiendo así la total sustitución de las conexiones de cobre a un coste razonable, alta seguridad e independencia del tipo de fibra suministrada.

El desplazamiento de las tramas de distribución de baja velocidad operadas manualmente crea la necesidad de incorporar una flexibilidad de baja granularidad en la propia red de transporte, en forma de transconectores y multiplexores de inserción y extracción (ADM), para restaurar la clase de flexibilidad operacional ofrecida por las tramas manuales desplazadas. Esto se refuerza por la necesidad de flexibilidad y respuesta requerida por los nuevos servicios y por la constatación de que la capacidad de la banda ancha introducida en estas redes flexibles puede mejorar sensiblemente la eficacia de su utilización, y por tanto el coste del suministro. Las estructuras normalizadas de multiplexación plesiócrona no son adecuadas para una eficiente implantación de tal flexibilidad. El SDH proporciona una estructura de multiplexación síncrona simplificada, de dos etapas, con entrelazado de bytes, que es muy adecuada para el diseño de arquitecturas de conmutación temporal y temporal-espacial-temporal en un entorno predominante de servicios isócronos de $n \times 64$ kbit/s a un coste rentable.

El SDH se está desplegando en un momento en el que todos los operadores se encuentran presionados para reducir los costes de operación e incrementar la respuesta y fiabilidad de los servicios. La progresiva automatización de los procesos de gestión para crear un entorno operacional automático se considera el elemento principal en la obtención de esos objetivos. El SDH contribuye con tres principales características. Primero, la flexibilidad operacional anteriormente

referida se integra rápidamente en la filosofía de gestión centralizada de la red, TMN (red de gestión de la telecomunicaciones). En segundo lugar, el SDH proporciona características de gestión integrada sin precedentes en forma de prestaciones y control de estado a todos los niveles, y en tercer lugar, y a pesar del alto nivel de integración funcional, el equipo SDH será el primer beneficiario de las extensas normativas de gestión compatibles OSI del UIT-T (antes CCITT), que se siguen en todo el mundo (Figura 3).

La presión del mercado fuerza a los operadores a reducir costes económicos y el coste total de vida. El entorno competitivo internacional premia la calidad del servicio y la competitividad. Estos impulsos del mercado se han hecho más intensos en el moderno entorno de multioperadores fragmentado. Los circuitos integrados de silicio de altas prestaciones, la óptica multigigabit y las potentes nuevas tecnologías proporcionan el impulso tecnológico. Son las presiones que están impulsando el desarrollo del SDH y

determinando su contenido. El despliegue de una infraestructura SDH moderna se ha hecho una necesidad inevitable de los operadores de red grandes y pequeños.

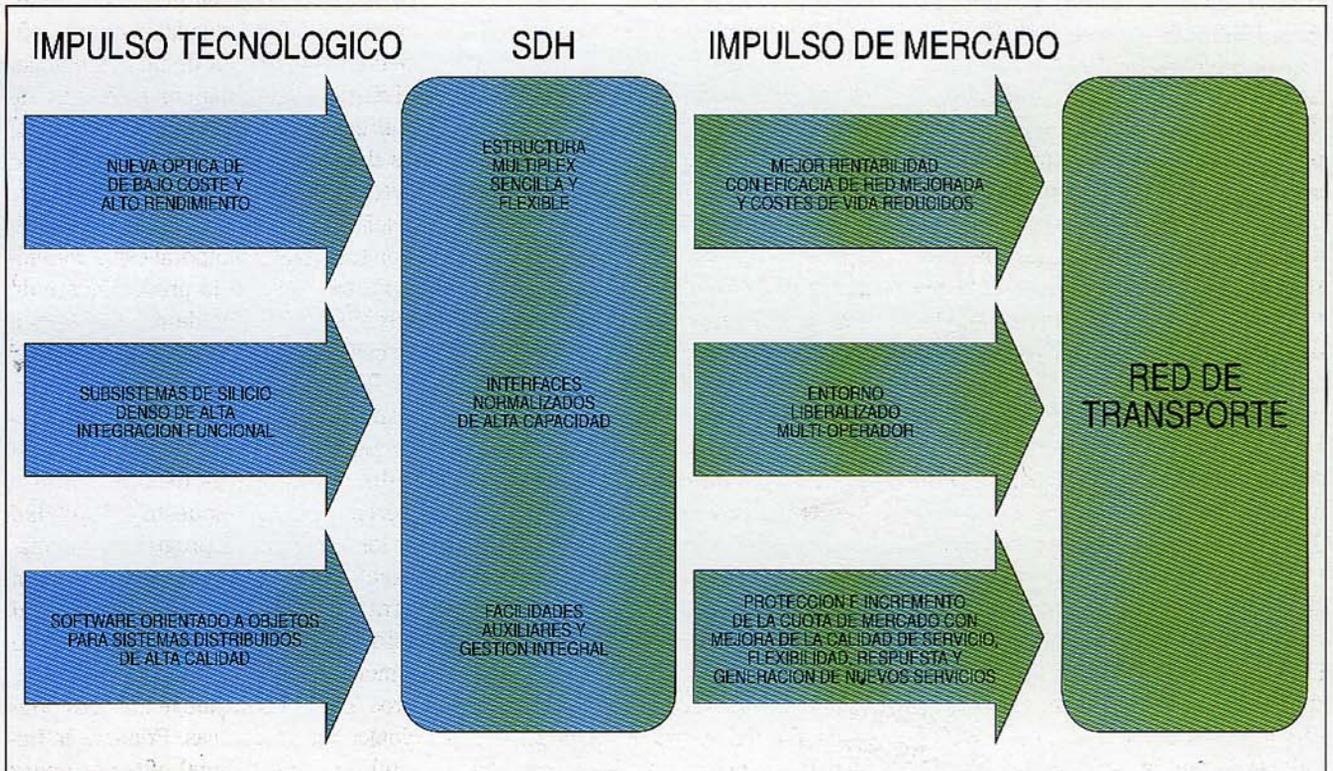
Aunque la estructura SDH se optimiza para los hoy predominantes servicios isócronos, las características más notables de las primeras instalaciones son los requisitos soporte de las estructuras plesiócronas existentes. Paradójicamente algunos de los más importantes retos técnicos se han derivado de los exigentes requisitos de la fluctuación de fase en los interfaces PDH (jerarquía digital plesiócrona). Aunque no se espera que estas sean características permanentes de la red, proporcionan capacidades transitorias claves con compatibilidad con lo existente y suficientes ventajas como para justificar su pronta implantación, antes de que suceda su decisiva penetración, que permitirá muchas mayores ventajas asociadas a las centrales sin hilos y a la automatización de la gestión.

Si la compatibilidad hacia atrás suministra principalmente integración

PDH, entonces la compatibilidad hacia adelante será más fácil, con lo cual se pueden proporcionar grandes pero flexibles cantidades de anchura de banda contigua para el transporte de trenes de celdas ATM. El ATM (modo de transferencia asíncrono) es una forma de conmutación rápida de paquetes que ha sido normalizada para la RDSI de banda ancha y proporciona un mecanismo poderoso de integración de servicios en un elemento de conmutación común. Parece probable que el ATM desplace la operación isócrona de $n \times 64$ kbit/s como mecanismo predominante en el suministro de servicios. El SDH proporcionando una ubicua, flexible y eficientemente gestionada infraestructura de transporte, permitirá el despliegue de redes ATM bien conectadas geográficamente como una superposición lógica a los servicios isócronos y plesiócronos.

Es esta compleja mezcla de capacidades y ventajas interdependientes, lo que está permitiendo a los operadores servir sus necesidades estratégicas a largo plazo y, a corto plazo, reducir

Figura 3 : Fuerzas del mercado que actúan sobre el SDH



costes y mejorar la calidad del servicio. El reto de los suministradores es definir y desarrollar una gama de equipo con una modularidad que permita el máximo beneficio de la integración funcional, pero que permanezca lo suficientemente flexible para satisfacer la amplia gama de funcionalidad requerida en la red. Por encima de todo es importante el poder suministrar soluciones de red con gestión integrada y un potencial para extensiones que permita hacer frente a la incertidumbre del futuro. En las siguientes páginas de Comunicaciones Eléctricas nuestros diseñadores, planificadores y expertos en sistemas describen como Alcatel se ha enfrentado a este reto y, al hacerlo, expondrán algunos de los aspectos técnicos que se presentan en esta nueva tecnología.

Johan Danneels nació en 1949. Obtuvo los grados en MS y PhD en la universidad de Lovaina, Bélgica y un MBA en la universidad de Boston. En 1976 ingresó en Bell Telephony Manufacturing Company, que formó más tarde del grupo Alcatel. Comenzó a trabajar en diseño y tecnología de microelectrónica, pasando por todas las etapas, hardware, software, sistemas, etc., tanto en investigación como en desarrollo. Durante cuatro años mostró internacionalmente su experiencia pasando a la central de Alcatel como director técnico del grupo Line Transmission Product. El Sr. Danneels es actualmente director ejecutivo corporativo de la división Line Transmission de Alcatel Bell.

Guido Granello nació en Turín, Italia en 1941. Se graduó en ingeniería eléctrica (telecomunicaciones) en el Politécnico de Milán en 1966. Tras trabajar tres años en la misma universidad como asistente de investigación, donde trabajó en comunicaciones por satélite y demodulación FM de umbral bajo, ingresó en los laboratorios de Telettra 1969 donde trabajó en conmutación digital, haciéndose responsable del I+D de la división de conmutación. Fue nombrado en 1986 director de la división de red de acceso. Desde 1991 ha sido director de producto y Business Development de la división Line Transmission Systems (Network System Group) de Alcatel.

Arquitectura y normas SDH

M. Sexton Alcatel Line Transmission Systems, Zaventem, Bélgica
M. Roverano Alcatel Italia Telettra Division, Vimercate, Italia
F. X. de Crémiers Alcatel CIT, Villarcoux, Francia

Impulsado por los requerimientos de una mayor calidad, demanda de nuevos servicios y gestión de la anchura de banda con ahorro de coste en la redes de fibra de alta capacidad, el UIT-T (antes CCITT) ha desarrollado recomendaciones para una jerarquía digital síncrona (SDH), que se ha convertido en la base de las principales mejoras de la red en los noventa.

Introducción

¿Qué es el SDH?, ¿es realmente necesario?. Algunos lo ven como un medio de normalizar los sistemas de líneas. Es verdad que recomendaciones UIT-T definen los parámetros ópticos [1], la codificación de línea y las tasas de mantenimiento [2] suficientes para el interfuncionamiento de sistemas de transmisión por fibra de diferentes distribuidores. Pero los sistemas de líneas autónomos conectados a través de tributarios de baja capacidad no se consideran económicos dado el ámbito de integración funcional con la tecnología moderna. Son esenciales interfaces normalizadas de alta capacidad para que los interfaces de línea se puedan integrar en los equipos que se van a interconectar, reduciendo así significativamente el coste y mejorando la fiabilidad.

Otros ven al SDH básicamente como una técnica flexible de multiplexación que se puede usar para mejorar la utilización de la planta de líneas para el reagrupamiento y consolidación del tráfico en transmisión. Es bien conocido que la anterior estructura PDH se utilizaba invariablemente con muy poca eficacia ya que la tarea de reordenar el tráfico para su mejor utilización requería una demultiplexación frecuente por debajo del nivel más

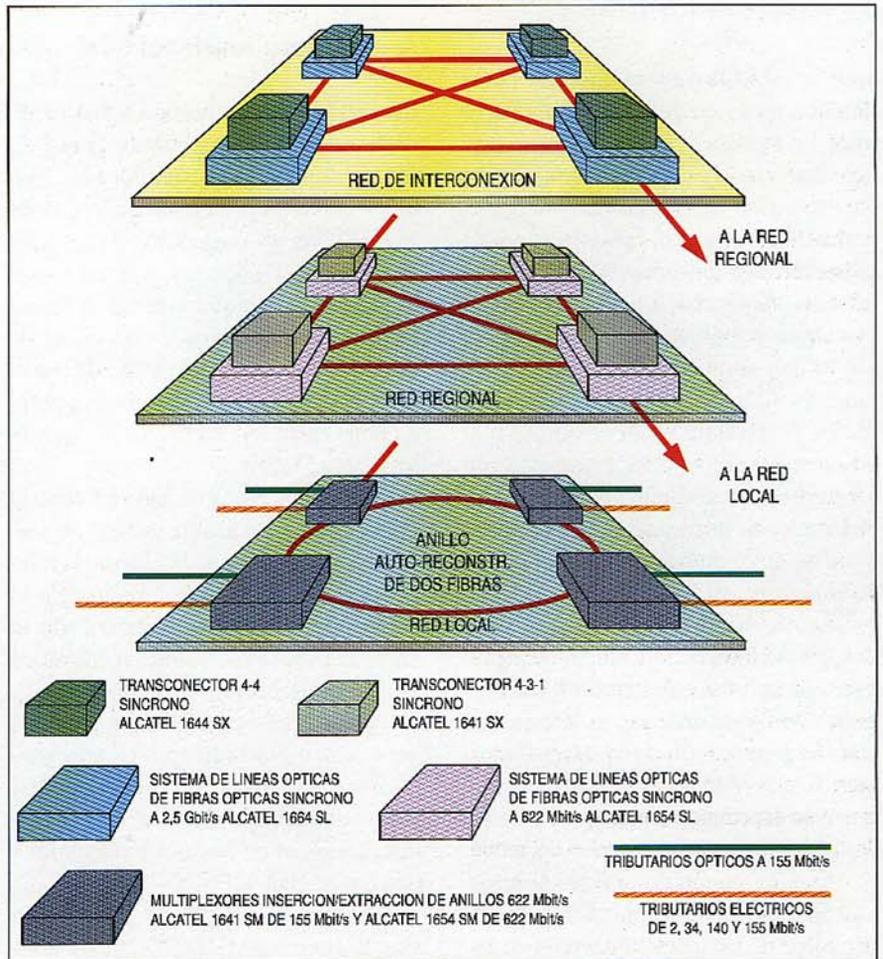


Figura 1 - SDH en redes de interconexión, regionales y locales

bajo y un trabajo de reordenación intenso a través del distribuidor digital (DDF). Esto se hacía siempre con mucho esfuerzo.

La estructura de multiplexación síncrona recomendada pretende que se puedan hacer arquitecturas de conmutación económicas para reorganizar las cargas útiles de la transmisión. Se optimiza para cargas útiles sincronizadas, estructuradas en bytes, como fuentes predominantes de tráfico a

64 kbit/s y $n \times 64$ kbit/s, aunque también se suministran mecanismos normalizados de transporte para todas las velocidades PDH existentes que permiten la introducción en un entorno PDH.

Muchos ven al SDH como el medio de introducir una gestión y una automatización sin intervención manual de las operaciones de red. Esto tiene poco que ver con los atributos síncronos u ópticos SDH (aunque es verdad



Figura 2 - División en capas de la red

que la multiplexación flexible tiene implicaciones de gestión), sino que es más un resultado de estar en el sitio adecuado en el momento justo. El SDH se especificó en un momento en que la industria, en general, era consciente de la necesidad de tener facilidades de gestión mejoradas y había desarrollado algún conocimiento considerable de lo que se necesitaba. Por ello las normas SDH incluyen completas facilidades de gestión: supervisión del rendimiento y del estado, comunicación de gestión integrada, y un modelo normalizado de información mediante el cual se invocan las facilidades más avanzadas [3, 4].

Los factores tecnológicos (altos niveles de integración funcional, sistemas de software distribuido, etc.) y reguladores (liberalización, competencia, fragmentación del servicio, etc.) desafían conjuntamente a los supuestos arquitecturales en los que se basan las redes de transmisión.

Es muy conocido que las soluciones SDH usan transconectores, multiplexores de extracción/inserción y sistemas de fibra óptica de alta capacidad, y explotan la diversidad física para alcanzar alta fiabilidad y eficiencia (Figura 1). Pero aunque tales dispositivos son conceptualmente simples, pueden exhibir un margen casi infinito de comportamientos funcionales y las formas en que se pueden combinar para suministrar las funciones de red avanzadas requeridas son bastante complejas. Por ello es vital tener un conocimiento claro de la arquitectura funcional SDH, tanto a nivel atómico para construir equipos como a nivel global para construir redes.

El resto del artículo describe los

principios más importantes de la arquitectura funcional de la red de transporte basada en el trabajo hecho en el UIT-T [5]. Se explicarán terminología y convenios, y después se utilizarán para describir algunas facilidades arquitecturales específicas del desarrollo de la red y los componentes modulares con los que se construye.

Arquitectura funcional SDH

La distribución en capas es una facilidad arquitectural básica de la red de telecomunicaciones que ha sido evidente desde el principio. Las capas de circuito son las portadoras de los tele-servicios y se soportan por las capas de trayecto, que suministran el transporte entre los nodos de las capas de circuito. Las capas del medio de transmisión suministran transmisión punto-a-punto entre los nodos de la capa de trayecto (Figura 2).

El último cuarto de siglo ha visto la digitalización de la red basada en servicios portadores, isócronos y de 64 kbit/s en la capa de circuito. En el mismo período se ha desarrollado la capa de transporte usando técnicas de multiplexación digital plesiócrona y una sofisticada codificación de línea generalmente propietaria. La jerarquía plesiócrona ha sido útil pero está mal equipada para suministrar la flexibilidad, facilidad de gestión y disponibilidad que se pide hoy día.

La primera propuesta SDH hecha por Bellcore al UIT-T se basaba en SONET (red óptica síncrona), en estu-

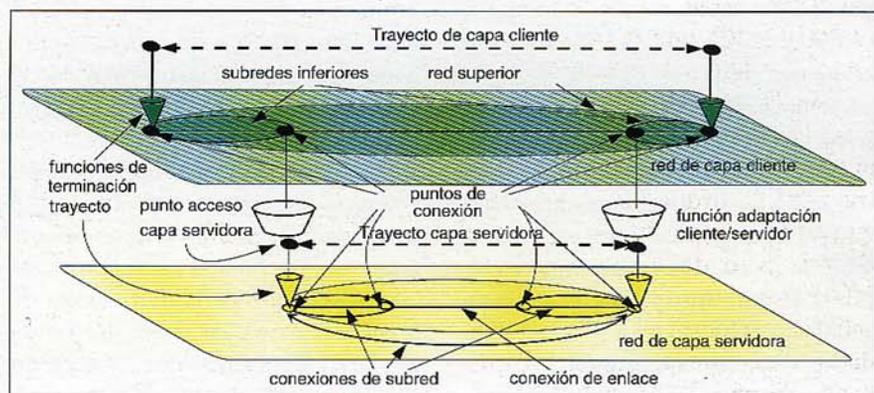
dio en EE.UU. en aquellos tiempos. SONET constituye ahora un subconjunto totalmente definido del SDH que sigue las recomendaciones del UIT-T. Respecto a PDH tiene menos capas de trayecto administrativas (sólo 2), gestión mejorada en cada capa, capas del medio de transmisión normalizadas para conexión directa de fibras entre el equipo nodal y transparencia de bytes de 64 kbits/s que suministra flexibilidad con transconectores y extracción/inserción simplificados.

La distribución en capas de la red de transporte se ha definido formalmente en G.803. Es quizás la norma SDH más influyente. Describe un modelo conceptual tridimensional simple que suministra un marco de referencia único para las demás normas.

Capas y particionado de la red de transporte

Una capa de red se distingue por su información característica. Las conexiones del transporte en una capa de red suministran los medios para la fiel transferencia de información característica dentro de la capa. Las funciones de adaptación sirven para adaptar la información característica en una capa, la cliente, a un formato adecuado para el transporte en una capa servidora. La adaptación puede tener la forma de una codificación ó de una conversión de velocidad pero la multiplexación síncrona entre las capas de red es la facilidad distintiva del SDH.

Figura 3 - Modelo funcional



A la conexión supervisada en los límites de la capa se la denomina trayecto, siendo la función de terminación del trayecto en el SDH la responsable de la introducción y recogida de la información de tara en los bordes de la capa para asegurar la validez, la integridad y la calidad del trayecto. Trayecto es un concepto genérico que es equivalente a una sección en la capa del medio de transmisión, a un trayecto en la capa de trayecto y a un circuito en la capa de circuito. Se suministran conexiones de enlace en una capa de cliente por medio de trayectos en el servidor. La Figura 3 ilustra las conexiones, trayectos y la relación entre ellas.

Las redes de capa se particionan también horizontalmente para tareas de administración, como planificación, enrutamiento, mantenimiento y contabilidad. Desde un punto de vista topológico, las subredes superiores, junto con las conexiones de subred que contiene, se componen a su vez por subredes inferiores que se interconexionan por medio de enlaces. Un enlace representa un conjunto de conexiones de enlace equivalentes entre dos subredes. La partición de subredes se indica con sombreado.

La Figura 4 ilustra las relaciones entre capas soportadas en SDH; la codificación de colores de las capas se mantiene en las otras figuras del artículo. El espaciado entre capas es proporcional al logaritmo de la relación entre las velocidades de información características. Con este propósito se han tomado las velocidades de las capas de modo paquete (ATM y ECC) por tener un valor arbitrario bajo.

La capa de circuito de 64 kbit/s y las capas de baja velocidad PDH pueden transportarse en la capa de trayecto de orden inferior (LOP), que es a su vez cliente de la capa de trayecto de orden superior (HOP) que también sirve a las señales plesiócronas de alta velocidad y a las nuevas capas ATM de banda ancha.

Velocidades y formatos

La capa del medio de transmisión del formato de señal SDH suministra funcionalidad de sistema de líneas y comprende tres subcapas: la sección óptica, la sección regeneradora y las capas de sección multiplexora. Se basa en el módulo de transporte síncrono (STM) a una velocidad de 155,52 Mbit/s. El flujo de datos serie se estructura en bytes con una trama de 125 μ s de 9-filas y 270 columnas, con las 9 primeras columnas disponibles para la tara de sección. Uno de los módulos forma la señal STM-1. Para formar la señal STM-4 a 622,08 Mbit/s se intercalan cuatro STM y para la señal STM-16 a 2488,32 Mbit/s dieciséis. La Figura 5 ilustra una señal STM-4.

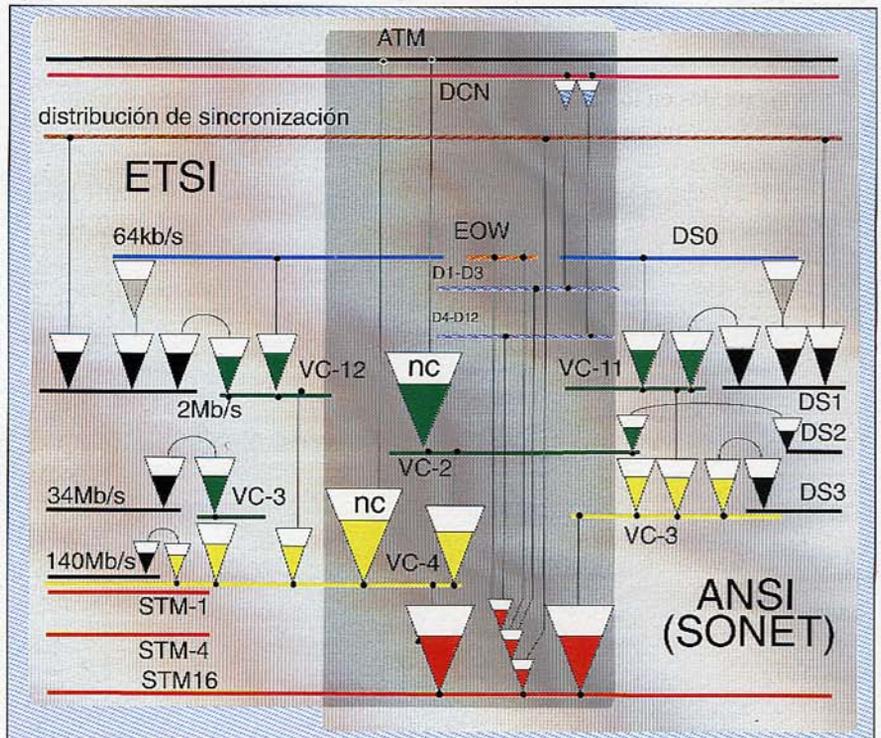
SDH suministra dos opciones en la capa HOP. La primera, usada en ETSI, utiliza un contenedor virtual síncrono (VC-4) que tiene una estructura de información característica de nueve filas y 261 columnas con una columna de tara de trayecto (POH) y 260 columnas de la carga útil de la capa de cliente. Esta estructura también se recomienda en transferencias internacionales.

En la segunda opción, especificada como SONET y utilizada en ANSI, los contenedores virtuales (VC-3) tienen 87 columnas con una columna reservada para el POH y 86 disponibles para la carga útil.

Los contenedores virtuales síncronos de trama se localizan en el STM mediante punteros insertados en la tara de sección (SOH), cuyos valores son equivalentes al desplazamiento de trama del VC de la referencia de trama de la capa de sección. Al VC flotante se le llama unidad administrativa (AU). A un conjunto de bytes entrelazados de AU se le llama grupo de unidades administrativas (AUG), que forma la carga útil de una sección múltiplex. Se pueden concatenar VC-4 adyacentes para formar canales de mayor anchura de banda. Se indica con un indicador en el puntero AU. Los punteros AU pertenecen a la capa MS como parte de la función de adaptación de las capas VC-3/4. Transportan información de fase de trama de la capa de trayecto referente a la fase STM.

Profundizando más se ve que la estructura STM se forma entrelazando tres estructuras más pequeñas. Esta

Figura 4 - Módulo de transporte síncrono



simplificado asimétrico en una frontera administrativa.

Taras de la capa de trayecto

La función de terminación de trayecto comprende:

- Traza de trayecto (J1 en VC-3 y VC-4, y J2 en VC-11, VC-12 y VC-2). Se utiliza para transportar un único identificador de extremo de trayecto que se usa para validar el correcto establecimiento del trayecto y localizar los errores de configuración de la red.
- B3 que usa un sistema de paridad de entrelazado de bits para detectar la ocurrencia de tramas erróneas
- C2 que es una etiqueta de señal que identifica la composición de la señal de la capa cliente
- G1 que transporta información del estado de trayecto
- F2 que proporciona un canal de 64 kbit/s insertado en la tara de trayecto para aplicación de usuario no especificada
- H4 que forma parte de la adaptación entre capas y transporta información multitrama para trayectos de orden inferior ó un indicador de comienzo de celda para el flujo ATM.

Se ha añadido recientemente una función de supervisión de trayecto tándem, que permite la supervisión del rendimiento de los segmentos de trayecto en las fronteras administrativas. Se justifica como un mecanismo directo de trazado de la responsabilidad contractual por degradación del trayecto en situaciones de provisión de transporte múltiple. También suministrará resolución adicional para la localización de fallos.

Estructura de una red SDH

Se ha descrito la microestructura de una red de transporte en términos de trayectos y conexiones dentro de la misma capa y las funciones atómicas terminal y de adaptación entre capas.

Ello suministra una completa descripción de la conectividad en una red multicapa compleja al referenciarse la relación entre puntos de referencia: puntos de conexión (CP) que delimitan las conexiones (enlace ó subred) y puntos de acceso (AP) que delimitan los trayectos.

La conectividad en una capa de servicio determina la topología en la capa de cliente y la topología de una red de capas, que a su vez determina su conectividad ó la capacidad para enrutar conexiones a través de ella.

La topología se describe en términos de relaciones entre conjuntos de puntos de referencia. Un conjunto de AP que sirven a la misma entidad de capa de cliente se llama grupo de acceso y un conjunto de AP y CP está contenido en una subred. Un enlace es la relación de conexión entre un conjunto de CP de una subred y el conjunto de CP que definen un enlace entre dos subredes se llama grupo de tránsito. Esta fuerte abstracción de la funcionalidad de transporte suministra el modelo para la gestión de red y sus componentes.

A pesar de la simplicidad de los "átomos" y de las reglas por las que se han descrito, la variedad de estructuras que pueden crearse prácticamente no tiene límite. El problema principal de los diseñadores de equipo es como empaquetar su funcionalidad para servir mejor a las necesidades de la evolucionante red.

La red real evoluciona por la sistemática introducción de nuevos componentes y facilidades y la eventual retirada de los obsoletos. Los principales factores que determinan su estructura son la demanda de tráfico generada por cada una de las capas de cliente y la necesidad de suministrar en el nivel de red flexibilidad basada en la diversidad física. La infraestructura física existente de canales y edificios juega un importante papel limitador ya que es particularmente caro el mejorarla. La *Figura 6* ilustra las principales facilidades de una red de transporte SDH homogénea que soporta una combinación de servicios dominada por deman-

das bien establecidas de tráfico en la RTPC y en las redes privadas.

Las facilidades básicas de la topología de cada capa se ilustran en las vistas de las capas. Las principales relaciones entre capas se ilustran en las vistas de sección por medio del modelo tridimensional. Es claro que aunque la capa del medio de transmisión está muy escasamente conectada a la capa HOP en la red del núcleo se puede formar una malla relativamente bien conectada. La capa LOP a su vez puede soportar una conectividad aún mayor.

La RTPC todavía cuenta para las mayores componentes de demanda punta en las redes modernas de transporte. De aquí que su tráfico entre nodos forma la componente más fuerte de la matriz de demanda de transporte y, en la mayoría de los casos, justifica la total conectividad entre centrales de tránsito (TE). La conectividad de la capa LOP en la red del núcleo requerida su soporte dependerá en la escala y distribución de la RTPC, sin embargo se justificará generalmente un nivel relativamente alto.

Los LE en la misma área de enlaces tienen en general una gran cantidad de tráfico mutuo, pero con una fuerte tendencia a centralizarlo en la TE. Esto coloca las correspondientes demandas en la capa LOP. En el acceso de área local, el tráfico es predominantemente centralizado, con sólo los alquileres privados conectados directamente.

El tráfico no-conmutado, aunque tiene diferentes características dinámicas, tiene una topología física muy similar con interfaces de conexión muy similares y puede ser servido muy eficazmente con el mismo mecanismo.

Los circuitos de baja velocidad ó los datos con conmutación de paquetes se sirven típicamente desde menos nodos en una jerarquía muy poco profunda, pero por otro lado muestra requisitos de conectividad similares a los de la RTPC. Los servicios alquilados de gran capacidad a velocidad primaria y superior se pueden soportar directamente en la infraestructura de transporte y justificará generalmente una jerarquía de transconectores de dos niveles.

Subredes de acceso

Las estructuras de subred regional y de núcleo se muestran con más detalle en otros artículos de este número [6,7]. Las subredes de acceso presentan retos particulares por la diversidad de requisitos y escalas.

Los equipos de nodo de acceso se beneficiarán ciertamente de la interconexión directa de alta capacidad a sus equipos de nodos de servicio: las centrales RTPC y los transconectores de 64 kbit/s. La diversidad física, si existe, se puede explotar por mecanismos de protección normalizados. En aplicaciones medias y grandes la capacidad de reagrupamiento y consolidación del SDH son particularmente útiles. En acceso puede ser tan importante asegurar la eficaz utilización de los puertos de conmutación y otras caras utili-

dades del nodo servidor como optimizar la utilización de la transmisión.

Los nuevos modos de transferencia como ATM para RDSI-BB se introducirán en la infraestructura SDH como un superposición lógica, compartiendo la capacidad de transmisión e interconexión con los modos de transferencia existentes para ofrecer una capa física a los nuevos servicios de banda ancha y multimedia. La capacidad para extender tales servicios a los clientes existentes con un aumento del coste mínimo es crucial para la introducción con éxito en el mercado de los nuevos servicios.

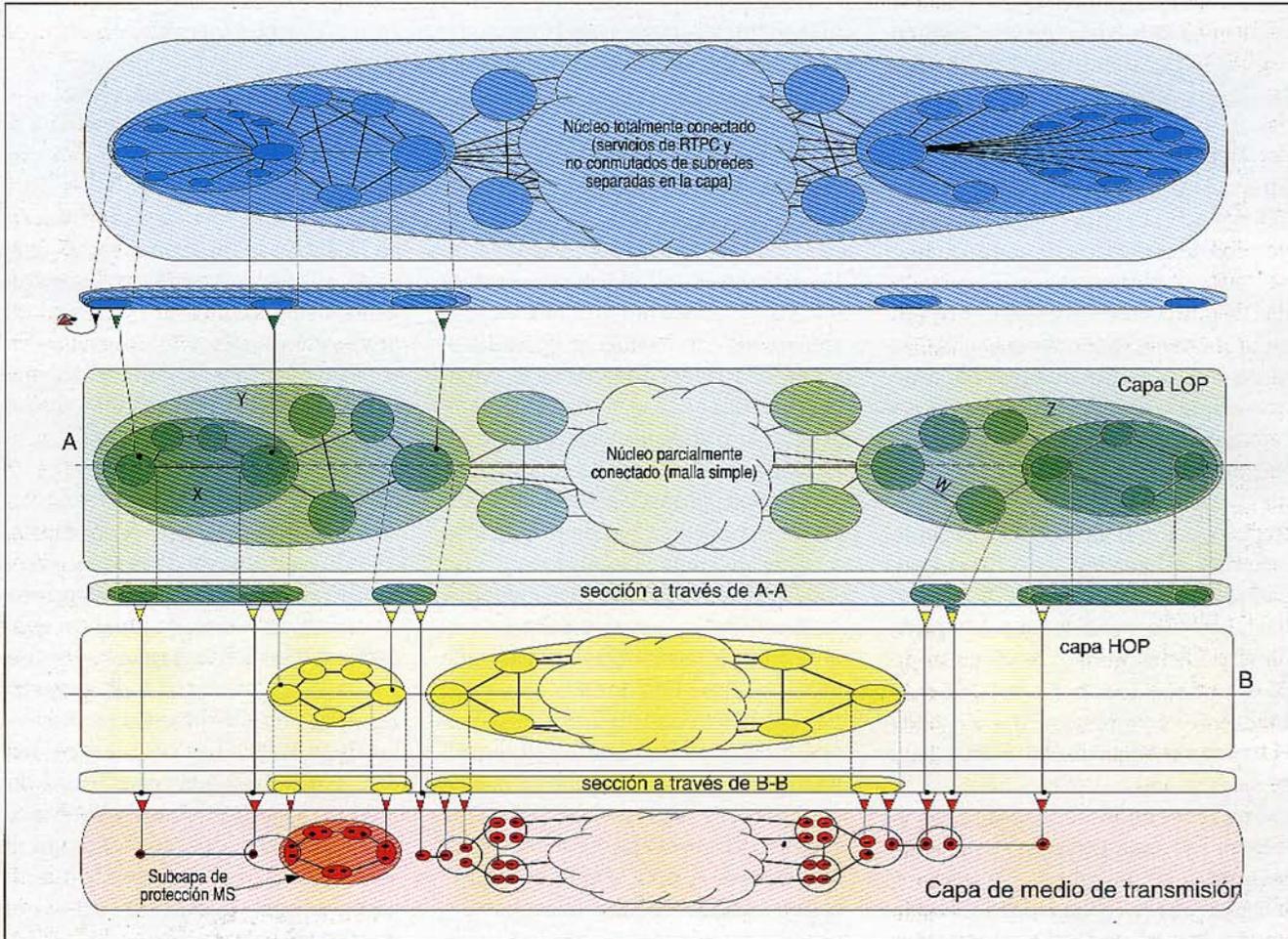
La *Figura 7* ilustra una solución popular basada en SDH para acceso a servicios mixtos en una área de servicio media o grande. Muestra con gran detalle una subred de área metropolitana con una subred de acceso conte-

nida. La subred de acceso tiene la forma de un anillo SDH con las funcionalidades de la capa de sección y de la subcapa de protección integradas en el equipo DLC. Sólo se muestran las capas LOP y de circuito; las arquitecturas de las subcapas MS y de protección son estándar.

Los servicios de banda estrecha se adaptan, si es necesario, y se presentan a la matriz de 64 kbit/s. Los servicios de banda telefónica se adaptan mediante codificación MIC de 64 kbit/s. La señalización RTPC se digitaliza y normaliza. Las señales de acceso básico RDSI (BRA) se terminan y demultiplexan y las especiales de 64 kbit/s (líneas alquiladas) se transforman.

Los servicios de velocidad primaria se adaptan y se dirigen a la matriz VC-12. Las señales de acceso a la RTPC

Figure 6 - Red de transporte heterogénea



con esta velocidad se multiplexan por bytes sincronamente en los VC-12. Se pueden dirigir a la matriz local de 64 kbit/s para su reagrupamiento ó, si ya están dedicadas a un tipo particular de servicio, se pueden enrutar directamente al servidor apropiado (p. ej., LE para RTPC). Las velocidades primarias especiales se pueden tratar de la misma forma ó, si no están sincronizadas ó no tienen una estructura normalizada, se pueden adaptar utilizando una correspondencia asíncrona. Las señales de acceso a banda ancha en los interfaces de la red de usuario múltiple (BUNI) se concentran en la matriz ATM y se transforman en un grupo VC-2 concatenado de la suficiente capacidad para la demanda contratada. Los VC-2 se muestran en la misma capa de los VC-12 (ó VC-11). Lo racional para esto es que estas entidades compartan invariablemente las mismas matrices ocupando igual capacidad que la matriz TUG-2.

El tráfico de banda estrecha a 64 kbit/s y $n \times 64$ kbit/s se reagrupa según el destino de la capa de circuito en VC-1 particulares, los cuales si están eficientemente empaquetados (es decir, totalmente ó casi) se enrutan directamente al destino apropiado. Esto es equivalente al reagrupamiento por tipo de servicio en donde cada tipo de servicio se centraliza en una facilidad dedicada. Así, por ejemplo, los circuitos (especiales) de líneas alquiladas de banda estrecha que terminan en otros nodos del anillo se pueden enrutar directamente. Esta terminación fuera del anillo será requerida generalmente para enrutar a través de un transconector DS0, que es el destino de enrutamiento para tareas de reagrupamiento. Si la relación de relleno es baja, los VC se pueden enrutar a través de uno ó más nodos de tránsito de 64 kbit/s colocados con nodos de transporte, de esta forma se consolida el tráfico hasta que el factor de relleno es satisfactorio.

En el ejemplo de la *Figura 7*, el tráfico de banda estrecha se presenta en la capa DS₀ en grupos de acceso a, b y c (AG-a, b y c). Los AP RDSI están en el terminal de usuario pero estos

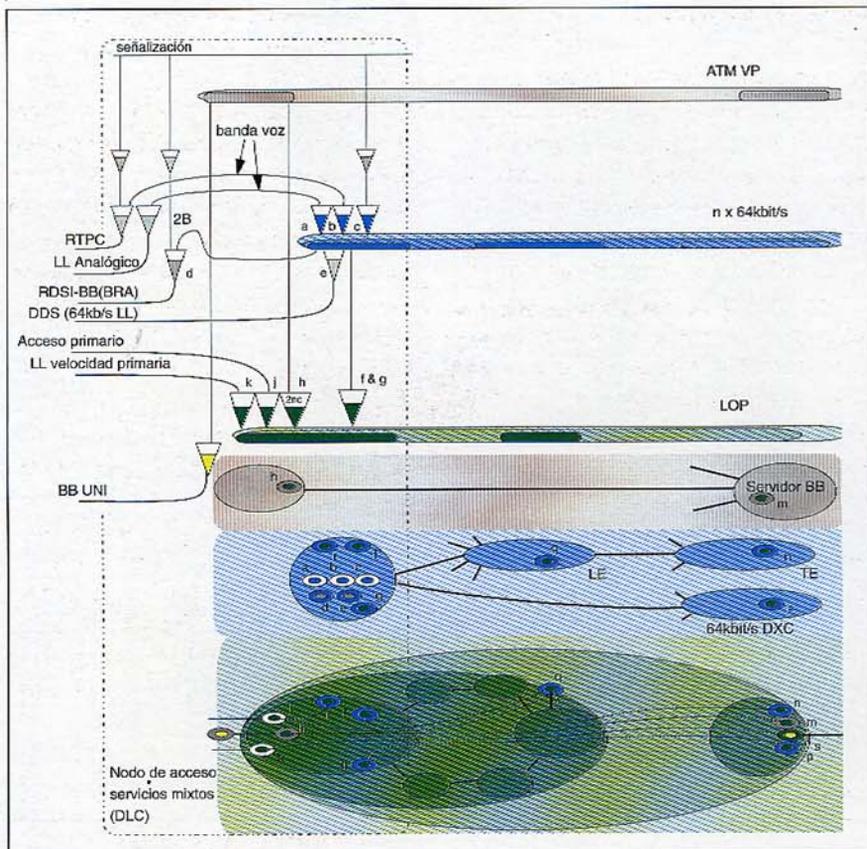


Figura 7 - SDH para acceso a servicios mixtos

circuitos se presentan a la matriz DS₀ en los grupos de tránsito e y r (TG-e y r). Los grupos primarios RDSI en AP-j de la capa LOP se pueden alternativamente enrutar a la LE (central local) en AG-q.

El tráfico RTPC se enruta directamente a la LE a través del grupo de acceso "q" (AG-q), que está localizado en la LE conectada a través de un enlace de acceso desde la matriz LOP en el equipo de transporte del nodo LE. DS₀ especiales se enrutan al AG-p, que está en la matriz de un transconector DS₀ grande situado en unos de los centros regionales para consolidación y enrutamiento hacia adelante. El tráfico RTPC desde LE al centro regional se introduce en el Ag-q y se distribuye en el AG-n localizado en la matriz TE.

El tráfico de banda ancha (BB) se enruta directamente al AP-m del servidor BB, y las líneas alquiladas de velocidad primaria de fuera del área se enrutan directamente a los TG para enrutamiento hacia adelante en la capa LOP.

Interconexión entre subredes

La arquitectura de subred tiene mucho que ver con su eficiencia y poder de recuperación. Las funciones de reagrupamiento y consolidación en las capas de trayecto conducen a funcionalidades especializadas de los nodos y a topologías de subred, mientras que el poder de recuperación - supervivencia frente a los fallos del equipo ó de la línea - se alcanza invocando de forma autónoma las facilidades redundantes. Las opciones arquitecturales y su diseño y dimensionado se consideran en detalle en otros artículos de este número [6,7]. La optimización de subredes es un objetivo clave en el diseño de redes SDH.

La arquitectura de interconexión entre subredes es también crucial para la supervivencia y eficiencia. Además los bordes de las subredes a veces coinciden con los bordes administrativos entre operadores. Estos puntos de intersección de subred son las princi-

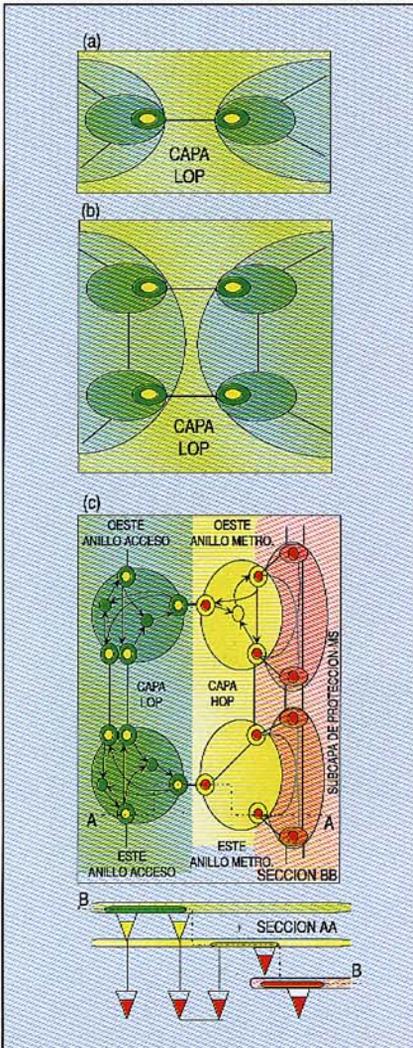


Figura 8 - Arquitectura de interconexión acceso-metropolitana

pales candidatas para facilidades extras de supervisión de trayectos que no están normalmente justificadas en los bordes internos.

La vista de red de la Figura 6 la muestra con un nivel bastante alto de abstracción. En la capa LOP se muestran los tres niveles de partición. Esto es más de lo que se requiere en la mayoría de las tareas y ya contiene más información, que es apropiada para el ámbito de presentación. Cuando esta información se presenta, por ejemplo, en una pantalla de gestión, cuanto mayor es el ámbito, mayor es el nivel de abstracción. Si el ámbito se reduce, la representación de alto nivel se puede descomponer para dar más detalles de la red.

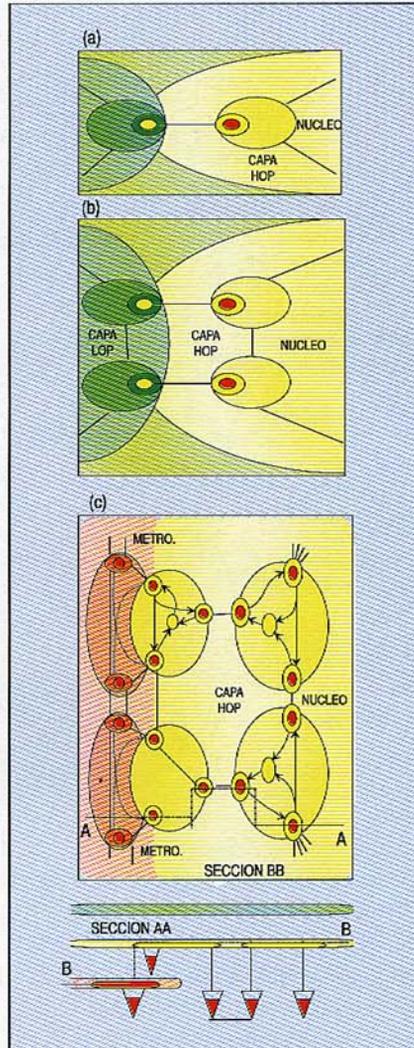


Figura 9 - Arquitectura de interconexión metropolitana-núcleo

Los enlaces entre subredes LOP se representan mediante líneas sencillas sin tener en cuenta el número de conexiones de enlaces que contengan. El enlace W de la Figura 6, por ejemplo, indica que dos subredes están unidas. Si el ámbito se reduce de forma que sólo se muestre este enlace es posible dar más detalle, y como se suministra el enlace. La Figura 8(a) ilustra la sencilla posibilidad de un único grupo de HOP unidos a dos subredes mientras que la Figura 8(b) ilustra el enlace mediante un par duplicado de grupos HOP. Esta es la forma más simple de arquitecturas de nodo dual; sólo se muestra la topología LOP ya que cada enlace es proporcionado por trayectos HOP no protegidos. La Figura 8(c)

ilustra una arquitectura de interconexión más compleja representativa de la interconexión entre una subred de acceso X, implantada como un anillo conmutado de trayecto unidireccional (protección de subred) y la subred regional Y, implantada como un anillo conmutado MS bidireccional, donde está contenida. Cada LOP individual cierra la conexión protegida en el nodo de interconexión de la subred de acceso con una función extracción y continuación hacia su dual. El anillo conmutado MS también debe suministrar un duplicado del tráfico a su dual. La protección de conexión de enlace unidireccional se implanta entre las dos subredes. La vista en secciones de la multicapa se muestra en (c) para más claridad.

Las subredes regionales como las Y y Z de la Figura 6 se interconectan normalmente mediante varios HOP de alta disponibilidad en la red del núcleo. La Figura 9(a) ilustra un único grupo HOP unido a través de una única malla HOP. El restablecimiento automático suministrará alta supervivencia frente a fallos del HOP. Para una supervivencia máxima, se pueden duplicar los nodos de entrada a la red del núcleo. La Figura 9(b) muestra una interconexión de nodo dual, pero sin ninguna facilidad especial para aislar el proceso del núcleo de éste en la subred regional. Se puede aplicar protección de trayecto ó subred, pero la protección no se puede cerrar en el borde de la red del núcleo. Puede ser efectivo pero es ineficaz. No es consistente con el restablecimiento automático eficiente.

Para optimizar el proceso en el núcleo independientemente de la subred regional se requiere una funcionalidad adicional en sus bordes mutuos. En este caso, cada subred LOP debe tener dos grupos de tránsito separados para la red del núcleo. Los TG de la Figura 7, por ejemplo, contienen dos subconjuntos separados. Igualmente, el tráfico que entra en la subred a este nivel (p. ej., TE ó tráfico de TE) sería compartido entre al menos dos enlaces de acceso y ofrecido a dos nodos distintos de la red del

núcleo. Desde el punto de vista de gestión de red del núcleo ambos nodos son equivalentes a destinos de enrutamientos. La demanda se debe compartir entre los dos nodos, y cada nodo debe ser capaz de asumir toda la demanda.

Si la protección de subred HOP se utiliza en la subred regional entonces se puede utilizar la estructura de la *Figura 9(c)*. Esta usa la facilidad de extracción y continuación para terminar la protección de subred y el mismo procedimiento de selección de enlace "mejor-de-los-dos" entre los nodos de interconexión. La red regional suministra un duplicado de la información en cada nodo e inspecciona ambas informaciones para seleccionar el mejor nodo.

La subred del núcleo debe tener en cuenta esta disposición en sus procedimientos de enrutamiento y restablecimiento. En particular, en un fallo de nodo el procedimiento de restablecimiento debe estar preparado para encontrar las señales equivalentes en las mismas posiciones de canal del nodo alternativo. En una realización práctica, la funciones terminales del anillo se pueden integrar en el sistema transconector de la red del núcleo ó en diferentes ADM.

Las Figuras 8 y 9 sólo muestran una pequeña parte de las posibles variantes de arquitecturas de interconexión. En los bordes administrativos también se puede requerir para supervisar ó probar el tránsito por los trayectos. Esto se puede hacer agregando ó correlacionando información de puntos relativos distribuidos a lo largo de la red, utilizando la matriz del borde para suministrar acceso de prueba dividido ó puentado ó la facilidad de supervisión de trayecto tándem que debe ser, no obstante, instalada en el equipo localizado en los bordes.

Capas auxiliares de red

La capa de sección SDH proporciona facilidades insertadas que se pueden utilizar como soporte de algunas capas auxiliares de la red. Las redes de

comunicación de gestión y de distribución de referencia de sincronismo son quizás las más importantes. Cada una tiene sus requisitos especiales y sus mecanismos de recuperación de fallos que son independientes entre sí y las capas de trayecto lógico. También existen facilidades para soportar a una red de voz bastante amplia basada en canales EOW. Los bytes de usuario especiales tienen un potencial similar, pero al ser algo especializados tienen poco que hacer en SDH.

Red de comunicación de datos de gestión

Los bytes D1-D3 en RSOH y los D4-D12 suministran canales de 192 kbit/s y de 576 kbit/s respectivamente utilizados como conexiones de enlace en la red de comunicaciones de gestión. También se llaman canales de comunicación de datos (DCC). La topología y estructura de esta red sólo está limitada por la topología física de la capa de sección, y es por lo tanto completamente independiente de la estructura de la capa de trayecto. Es habitual suministrar la capacidad de autorizar ó desautorizar DCC en secciones específicas.

La estructura de esta red sigue a las necesidades de comunicación de la arquitectura de gestión. La parte de gestión de elementos tiene una estructura en estrella con rutas alternativas separadas para recuperación. Esto se debe al tipo de comunicación gestor-agente predominante. Por encima de la jerarquía de gestión hay más comunicación punto a punto pero no está limitada a las facilidades insertadas. La capa de enlace de datos se basa en un protocolo de modo balanceado LAPD punto-a-punto. Los canales lógicos así suministrados se llaman canales de comunicación insertados (ECC).

La capa de red utiliza un servicio sin conexión (servicio de datagramas) que cumple con ISO 8473. Cada elemento de red (NE) actuará como un sistema final (ES) para las comunicaciones de gestión, y la mayoría de los NE suministran capacidades de tránsito

de tres capas, actuando como sistemas intermedios (IS).

El campo de dirección de destino del mensaje (NSAP) del NPDU está incluido en la cabecera del mensaje. Un método de enrutamiento selectivo se utiliza conjuntamente con la información de enrutamiento dinámico local. Los protocolos normalizados de intercambio de información de enrutamiento ES-IS e IS-IS se han implantado para que trabajen de forma autónoma en la búsqueda de los mejores enrutamientos de mensajes. Por ejemplo, cuando se instala un nuevo NE, el IS asignado descubrirá la existencia del NE y su NSAP. El IS es responsable de la actualización de los NE que le rodean actuando como un ES. Si falla el equipo, el IS responsable reconocerá que determinados NE son inalcanzables por el enrutamiento original y tomará la acción correctiva.

Naturalmente, la red de gestión se extiende fuera del ECC. También se utilizan enlaces X.25 para conectar islas SDH aisladas y LAN Ethernet en la estación SDH para conectar un grupo de NE a uno ó más sistemas de gestión. Estos NE se llaman pasarelas (GNE) ya que dan acceso a NE remotos para formar una subred de datos SDH (SDS) a través del ECC. Una topología ECC generalizada se ilustra en la *Figura 10*. La diversidad física de las MS soportadas es necesaria para supervivencia del transporte, y las mismas características físicas suministrarán en general un SD flexible bajo control autónomo de los protocolos ES-IS e IS-IS.

Red de distribución de sincronismo

Una característica fundamental del SDH es que cada equipo del nodo de transporte se sincronice normalmente a una referencia única de red. La información de referencia se distribuye a todos los NE y se utiliza para sincronizar un reloj esclavo en el NE, que a su vez se usa para sincronizar todas las salidas de la STM-N. La sincronización se muestra con más detalle en otro

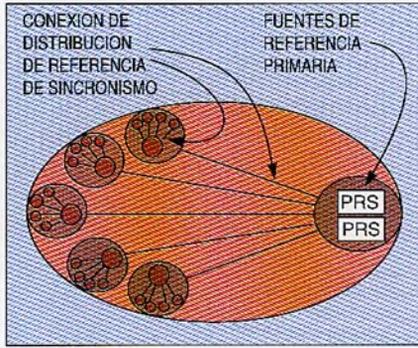


Figura 10 - Capa de comunicaciones de datos ECC

artículo de este número [8].

La red de distribución de referencia tiene la forma de un árbol con tres niveles de calidad especificados por UIT-T [9]. Los relojes de calidad inferior se bloquean a relojes de calidad superior. Si la referencia falla trabajan en mantenimiento con una estabilidad definida.

La información de referencia se pasa desde la referencia primaria por la cadena hasta alcanzar el reloj de equipo SDH (SEC) en cada NE del SDH. Se transporta en la sección STM-N, y de esta forma la red de sincronismo se puede ver justo como otro cliente de la capa de sección. Multiplexar la información de sincronismo sobre un flujo de datos de forma que la temporización se pueda recuperar por regeneración es quizás el problema más importante de la transmisión digital.

En caso de fallo del equipo ó de corte del enlace, el árbol de sincronismos se debe reconfigurar. Esto se alcanza conmutando la fuente de referencia en el NE "en fallo" a una buena referencia (si está disponible). La selección de la apropiada fuente de reloj debe tener en cuenta la 'calidad' de la fuente que se ofrece. Por esta razón se trasmite un marcador de la calidad de temporización en la cabecera de MS para indicar la calidad percibida de la fuente de referencia. Así cada NE tiene en principio la capacidad de seleccionar la mejor referencia de entre todas las disponibles. Alternativamente, puede compararse la calidad percibida leída en el

marcador de temporización y compararla con la esperada en la información de configuración.

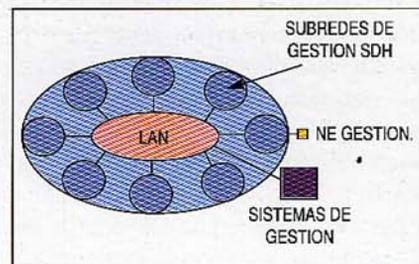
Es práctica común sincronizar todo el equipo en una estación con una utilidad única usando enlaces de velocidad primaria PDH durante la construcción. Los enlaces de velocidad primaria también se utilizan con frecuencia en la red existente para la distribución del sincronismo. La Figura 11 muestra una vista topológica de la capa de distribución de sincronismo. Los enlaces se suministran por cadenas de secciones STM-N y SEC.

Componentes de una red SDH

Está claro que a partir lo dicho anteriormente sobre la arquitectura funcional, los NE del SDH se construyen a partir de un número relativamente pequeño de funciones atómicas. La variedad de NE que se pueden construir es enorme. Debates más elaborados sobre la estructura real de la red mostraron que mientras que hay ciertamente una gran variedad en la evolución de la red sólo se utilizan una y otra vez, con pequeñas variaciones en situaciones diferentes, un número relativamente pequeño de componentes de red importantes (módulos atómicos).

Definiendo un conjunto de componentes de red usados comúnmente para emplear como bloques de construcción de subsistemas es posible conseguir las ventajas de integración funcional y de eficiencia de red sin el coste, por un lado, de equipo individual a medida para aplicaciones espe-

Figura 11 - Capa de distribución de sincronismo



cíficas de la red y, por otro lado, de la sobre-especificación de un pequeño número de grandes equipos estándar que sirven a cada aplicación de una manera poco óptima.

Los subsistemas se pueden clasificar en tres amplias categorías. Primero, están aquellos que suministran las funciones de capa del medio de transmisión. Se utilizan puertos de línea dual, que pueden soportar la gama de estrategias de protección de la capa de sección, en casi todos los equipos de nodo de red, desde los grandes distribuidores hasta los multiplexores de terminal. A continuación están las matrices HOP y LOP que se utilizan por separado ó combinadas, y por último las funciones de grupo de acceso HOP y LOP combinadas con tributarios de enlace de acceso SDH ó plesiócrono. Los subsistemas podrían ser autosuficientes y el único interfaz con otros subsistemas al usar un interfaz estable de construcción del sistema basado específicamente en interfaces normalizados STM. La implantación práctica de este procedimiento se muestra en otro artículo de este número [10].

Conclusiones

Los principios fundamentales de la arquitectura funcional SDH se han mostrado primero a nivel atómico para obtener una primera visión sobre las facilidades genéricas básicas, y después a nivel de aplicación para comprender que combinación de funciones básicas son las adecuadas en la construcción de grandes redes.

El proceso de descomposición funcional definido por el UIT-T en G.803 ha suministrado una herramienta indispensable, que constituye la base de otros muchos importantes desarrollos. El modelo de información de gestión, el concepto de componente de red y las avanzadas herramientas y métodos de planificación se basan en esta potente abstracción. El trabajo fundamental en la arquitectura de red SDH se considera generalmente aplicable a otras áreas de telecomunicación,

fomentando un grado de convergencia en aplicación y en gestión que es esencial si los interfaces ópticos SDH cumplen su promesa de ubicuidad como sistema de interconexión en el próximo siglo.

Referencias

1. Interfaces ópticos G.957
2. Estructura múltiple y formatos de tramas G.708 y G.709
3. G.784
4. Gestión de los elementos de red SDH: una aplicación del modelado de información (en este número)
5. Arquitectura funcional G.803 y G.804 de las redes de transporte
6. Planificación y gestión de redes SDH (en este número)
7. Disponibilidad y supervivencia de las redes SDH (en este número)
8. Sincronización y temporización SDH (en este número)
9. G.811 y G.812
10. Tecnología de elementos de red SDH - la plataforma de equipo (en este número)

Michael James Sexton, BSc(eng), C.Eng., MIEE, graduado en la Universidad de Londres en 1963, entró en Standard Telephones and Cables donde trabajó en numerosos proyectos de investigación y desarrollo relacionados con transmisión y proceso de la señal digital. Desde principios de los ochenta estuvo relacionado con temas sobre provisión de redes de telecomunicación, teniendo en cuenta los principales cambios de normativas y mercado en el Reino Unido en esta época. Estuvo involucrado en la especificación e introducción de algunos de los primeros casos de equipo de transmisión flexible con capacidad de gestión remota en el acceso de red. Ha jugado un importante papel en el desarrollo

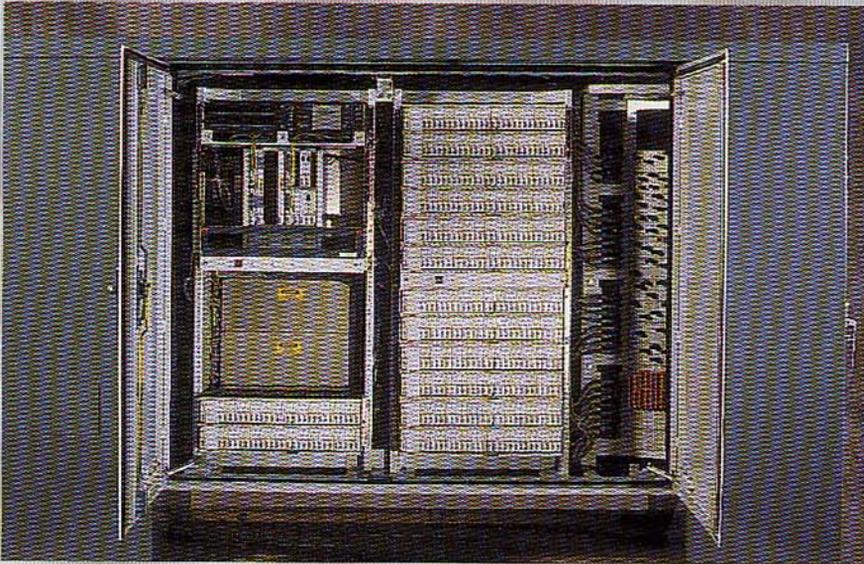
de las nuevas normas internacionales para transmisión basada en jerarquía digital síncrona en T1, UIT-T y ETSI desde sus primeros momentos como representante de telecomunicaciones de STC y más tarde de BNR Europe. Ahora es director de arquitectura de red en Line Transmission Systems de Alcatel donde es responsable de gestión y planificación de red y de la definición de nuevos productos.

M. Roverano se licenció en ingeniería de telecomunicaciones y electrónica por la universidad de Bolonia. Entró en Alcatel Telettra en 1987 y ha trabajado como diseñador y jefe de producto en el desarrollo de ASIC para productos SDH de la división de transmisión. En 1992 ingresó en la división de planificación y Marketing de Line Transmission Systems de Alcatel Telettra, donde ha trabajado en la definición de la arquitectura del sistema del equipo SDH de Alcatel de segunda generación. Ahora es responsable de la actividad de desarrollo de normas SDH y representa a Alcatel en los organismos de normalización.

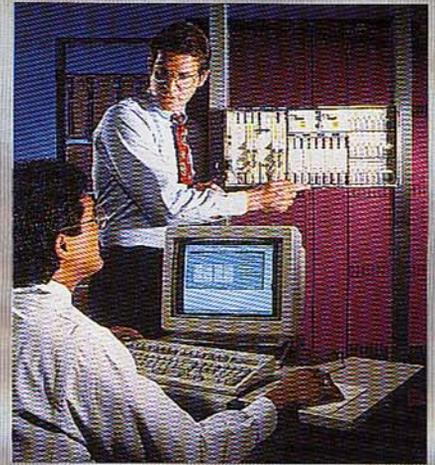
F.X. de Crémiers se graduó en Ingeniería en la Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications en París en 1968. Entró en el departamento de transmisión del CIT en 1972, donde tomó parte en el desarrollo de distintos equipos de transmisión analógica. Después de ocho años dedicado a los productos y sistemas de transmisión, se ha convertido en director técnico de una división de desarrollo equipo de interfaz de abonado (RDSI) digital y analógico multiservicio. Desde 1987 ha liderado un departamento responsable de la definición del producto de transporte y de la especificación del sistema de gestión. Con la introducción de la tecnología síncrona, el Sr. Crémiers ha estado muy involucrado en el desarrollo de sistemas expertos de especificaciones de nuevos productos SDH y nuevas arquitecturas de gestión de redes asociadas.

Productos de transporte síncrono de Alcatel

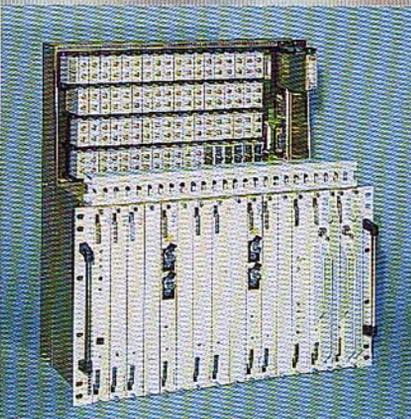
Referencia de Alcatel	Descripción	Aplicación	Fotografía
1501 AN 1541 AN	nodo de acceso SONET OC-1 nodo de acceso SDH	EE.UU. ETSI	A
1641 SA 1641 SM 1651 SM 1661 SM	multiplexor inserción/extracción baja capacidad 155 Mbit/s multiplexor de inserción/extracción 155 Mbit/s multiplexor de inserción/extracción 622 Mbit/s multiplexor de inserción/extracción 2.5 Gbit/s	ETSI ETSI ETSI ETSI	B C
1603 SM 1612 SM 1624 SM 1648 SM	sistema de transporte OC-3 SONET 155 Mbit/s sistema de transporte OC-12 SONET 622 Mbit/s sistema de transporte OC-24 SONET 1.2 Gbit/s sistema de transporte OC-48 SONET 2.5 Gbit/s	EE.UU. EE.UU. EE.UU. EE.UU.	D E F
1654 SL 1664 SL	sistema de líneas de fibra óptica 622 Mbit/s sistema de líneas de fibra óptica 2.5 Gbit/s	ETSI ETSI	G H
1641 SX 1644 SX	sistema transconector digital de banda ancha 4-3-1 sistema transconector digital de banda ancha 4-4	ETSI ETSI	I J
1630 SX 1631 SX 1633 SX	sistema transconector digital de banda ancha 3-1-0 sistema transconector digital de banda ancha 3-1 sistema transconector digital de banda ancha 3-3	EE.UU. EE.UU. EE.UU.	K L M



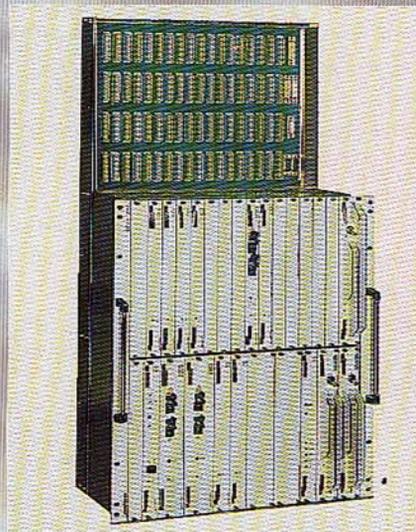
A



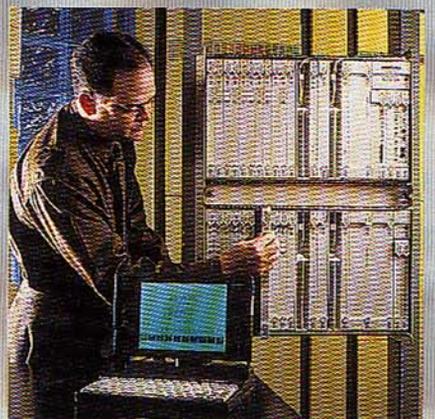
D



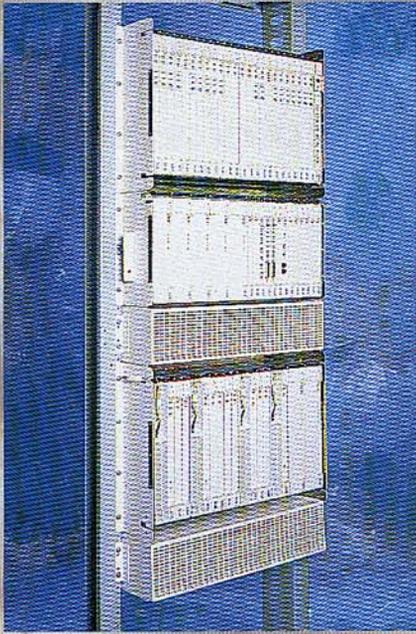
B



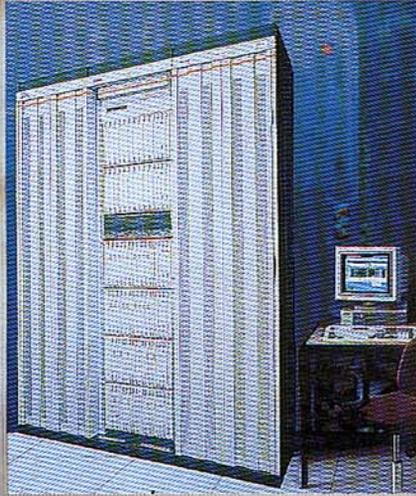
C



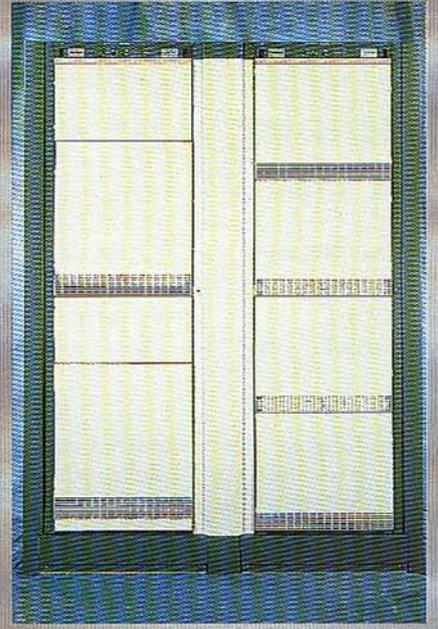
E



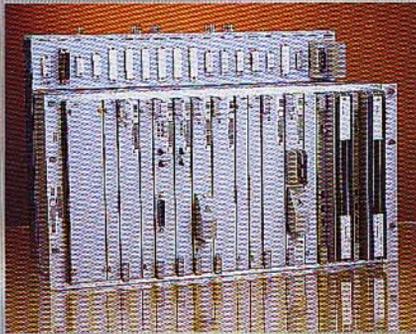
F



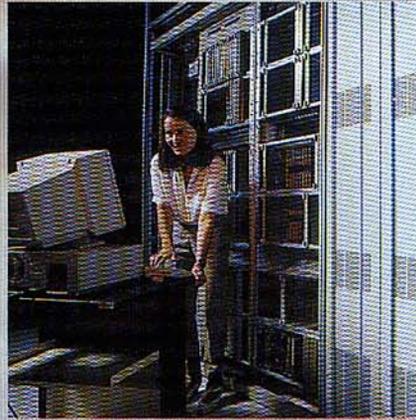
I



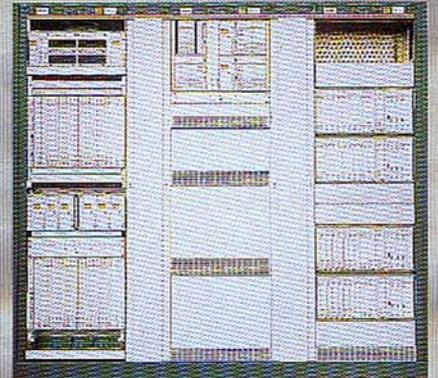
K



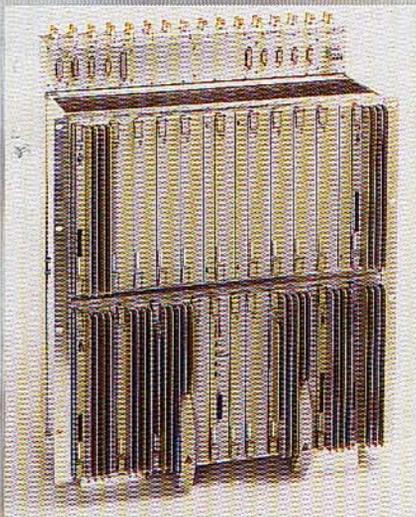
G



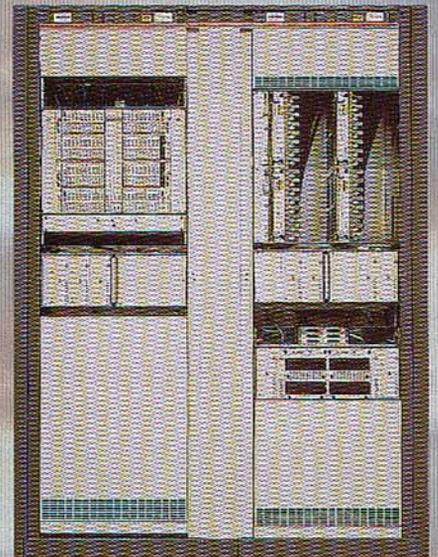
J



L



H



M

Tecnología de elementos de red SDH - la plataforma de equipo

J. Van Bogaert Alcatel Line Transmission Systems, Zaventem, Bélgica
H. Kleine-Altekamp Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania
E. Vion Alcatel CIT, Lannion, Francia
R. Castelli Alcatel Italia Telettra Division, Vimercate, Italia

La plataforma de equipamiento utiliza en diversos elementos de red la estructura modular de las funciones SDH a fin de obtener una familia de productos SDH y SONET optimizada.

Introducción

En las primeras reuniones sobre arquitectura de redes SDH se pudo demostrar que las redes SDH se podían construir a partir de una gama de módulos de equipamiento relativamente pequeña. No obstante, la instalación del SDH ha coincidido con unos avances enormes del potencial del silicio, y ello ha permitido unos niveles de integración funcional en los equipos de transporte sin precedentes. En este entorno, el reto para el diseñador de equipos es proporcionar la diversidad de funcionalidades que demandan los operadores, partiendo de un conjunto pequeño de componentes que se puedan ensamblar de diferentes formas proporcionando las combinaciones funcionales deseadas.

Alcatel ofrece en sus series 1600 una gama de elementos de red SDH y SONET que pueden satisfacer en la red síncrona la mayoría de las necesidades hasta ahora conocidas. Utilizando estos productos, se pueden construir redes completas en línea con diferentes escenarios de despliegue de los operadores. Con el objeto de maximizar la oferta de este producto sin tener que multiplicar el número de diseños, los productos SDH y SONET de Alcatel tienen una estructura modular de equipamiento y de software que les permite ofrecer soluciones optimizadas para cada nodo de red. Los nodos, que en la actualidad se construyen agrupando elementos de red separa-

dos, se construirán en el futuro integrando los subsistemas requeridos en una plataforma de equipamiento y del software.

Este artículo se centra en la estructura modular y en la plataforma de equipamiento. La estructura del software se describe en otro artículo de este número.

Modularidad de los elementos de red

La estructura atómica, evidente desde el debate en torno a la arquitectura, ha sido utilizada también en el UIT-T (antes CCITT) como base de las series de recomendaciones que definen la funcionalidad de los elementos de red (NE) de SDH. Esto ha posibilitado unas especificaciones funcionales precisas que son independientes de la construcción real de los equipos SDH. Ello asegura la interoperación en la red de equipos de diferentes suministradores, siempre que cumplan los mismos requisitos funcionales.

La recomendación G.783, por ejemplo, define los NE en términos de funciones atómicas que se combinan para formar los bloques necesarios en la construcción de redes de cualquier arquitectura. El borrador de la especificación DE/TM 1015 de ETSI tiene un objetivo idéntico pero es más completa y esta más en línea con las convenciones de la G.803.

La elección de las combinaciones funcionales a instalar en la red sigue siendo la responsabilidad del operador. Pero la determinación del equipamiento que satisfaga las necesidades de los operadores, a partir de una familia de productos, sigue siendo del fabricante. La definición de un equipo

específico consiste esencialmente en un conjunto conectado de esas funciones atómicas y compuestas, junto con los objetivos de calidad de funcionamiento. Este principio se muestra en la *Figura 1*.

Las tres categorías principales de las funciones atómicas definidas en la recomendación G.803 (terminación, adaptación y conexión) se amplían en la G.783 añadiendo las funciones de interfaz, supervisión y soporte.

- La función de interfaz proporciona la interconexión al medio físico de transmisión (p. ej., fibra óptica). En el sentido de recepción recupera la señal de reloj (temporización) a partir de la señal recibida, y detecta la condición de pérdida de señal (LOS). Las funciones de interfaz se definen para interconexiones STM-N (interfaz físico SDH - SPI) e interconexiones plesiócronicas (interfaces físicos PDH - PPI).
- Las funciones de terminación se caracterizan por la capacidad de generar (en el sentido de transmisión) o de terminar (en el sentido de recepción) las partes específicas de tara definidas para las diferentes capas de la señal SDH. Esta tara sirve para supervisar, administrar, controlar y configurar señales, equipos, partes de la red o incluso la red completa. Las funciones de terminación se definen para la sección del regenerador (RST), la sección de multiplexación (MST), los trayectos de orden superior (HPT) y los trayectos de orden inferior (LPT).
- Las funciones de adaptación representan el proceso de conversión entre dos capas adyacentes, la cliente y la servidora. Los procesos de adaptación dependen de la

estructura característica de información en cada capa, e incluyen alineamiento, multiplexación y demultiplexación, adaptación de velocidades de transmisión (mediante el relleno y sus indicadores), codificación/decodificación y aleatorización/desaleatorización de la señal. Las funciones de adaptación utilizan partes específicas de la tara para estos fines. Se definen para la sección de múltiplex (MSA), los trayectos de orden superior (HPA) y los de orden inferior (LPA).

La función de supervisión en el sentido de la recepción supervisa las señales de transmisión que no se terminan. Para ello se supervisa la tara de la capa correspondiente. Son ejemplos de funciones de supervisión la detección de errores por medio de un procedimiento de entrelazado de bits de paridad, la función de validación de la corrección de conexiones (traza), la supervisión del estado del equipo distante de la misma capa mediante señales de fallo en la recepción

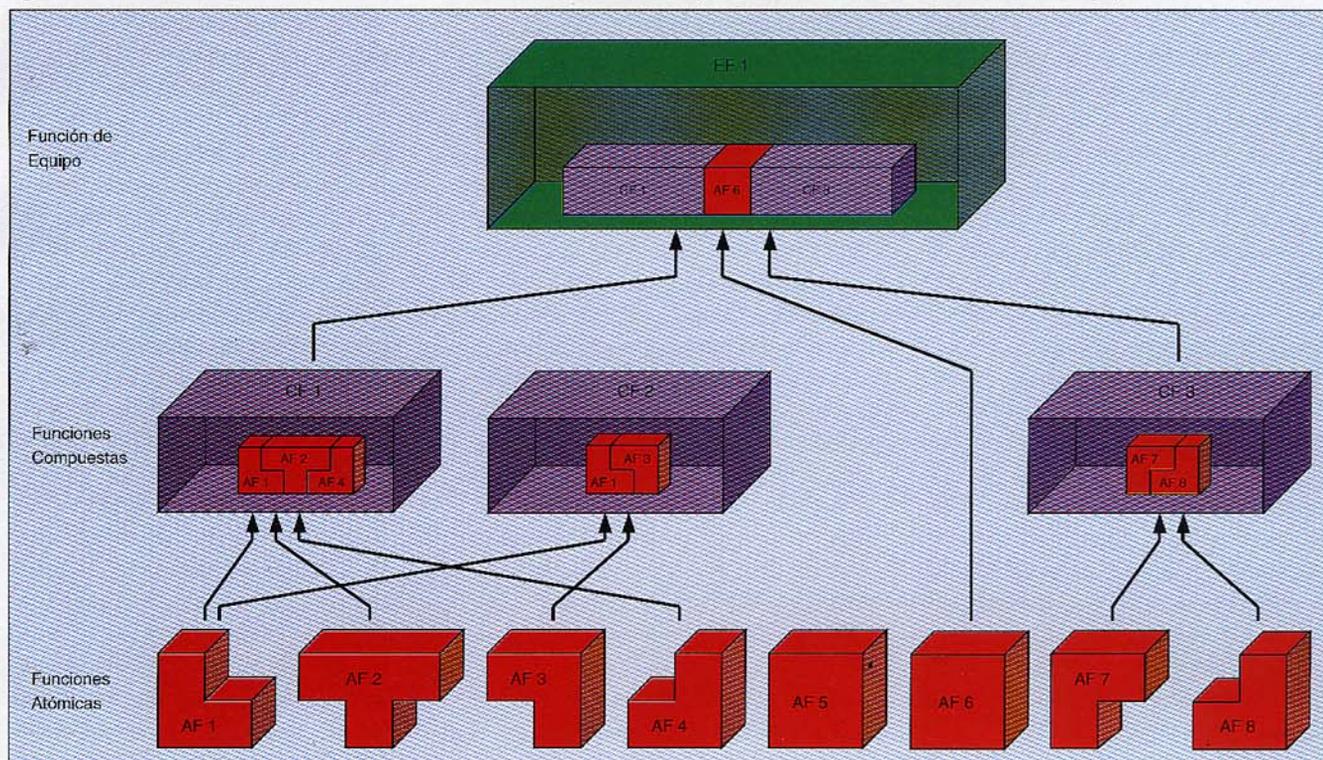
del terminal distante (FERF) y de error del bloque distante (FEBE), y la supervisión de los canales del usuario (del POH). La supervisión de las señales de transmisión es no intrusiva, no afectando por tanto a la señal. En el sentido de transmisión, la función de supervisión es por lo general transparente y no se realiza supervisión. En el caso en que la red no aporta al elemento de red ninguna señal a transportar (no hay configurada una conexión en la función de conexión), la función de supervisión puede insertar una secuencia de "señal no aplicada" con un POH válido. Con esta señal es incluso posible supervisar enlaces que no se estén utilizando en ese instante. Se definen funciones de supervisión para el trayecto de orden superior (HCS) y para el de orden inferior (LCS).

- Las funciones de conexión proporcionan puntos de flexibilidad conmutando (transconectando) las señales entre varias salidas de una misma capa. La conmutación se puede iniciar mediante órdenes

externas de un operador a través del OS (encaminamiento), o se puede activar automáticamente al detectarse una condición defectuosa en el propio equipo (conmutación de protección). El formato de las señales de entrada y de salida de una conexión es idéntico, lo que significa que no se genera ni se elimina ninguna tara dentro de estas funciones. Las funciones de conmutación están definidas para la protección de la sección múltiplex (MSP), el trayecto de orden superior (HPC) y el de orden inferior (LPC).

- Las funciones de soporte no pertenecen directamente al trayecto de la señal de transmisión, pero soportan todas las demás funciones (bloques). Las funciones de interfaz físico de temporización (SETPI) y el reloj de sincronización (SETS) de los equipos síncronos cubren todos los aspectos de sincronización y temporización de los equipos SDH. Las funciones de gestión de los equipos síncronos (SEMF) y de comunicación de

Figura 1 : Modularidad del elemento de red mediante funciones atómicas y combinadas dentro de una función de equipo



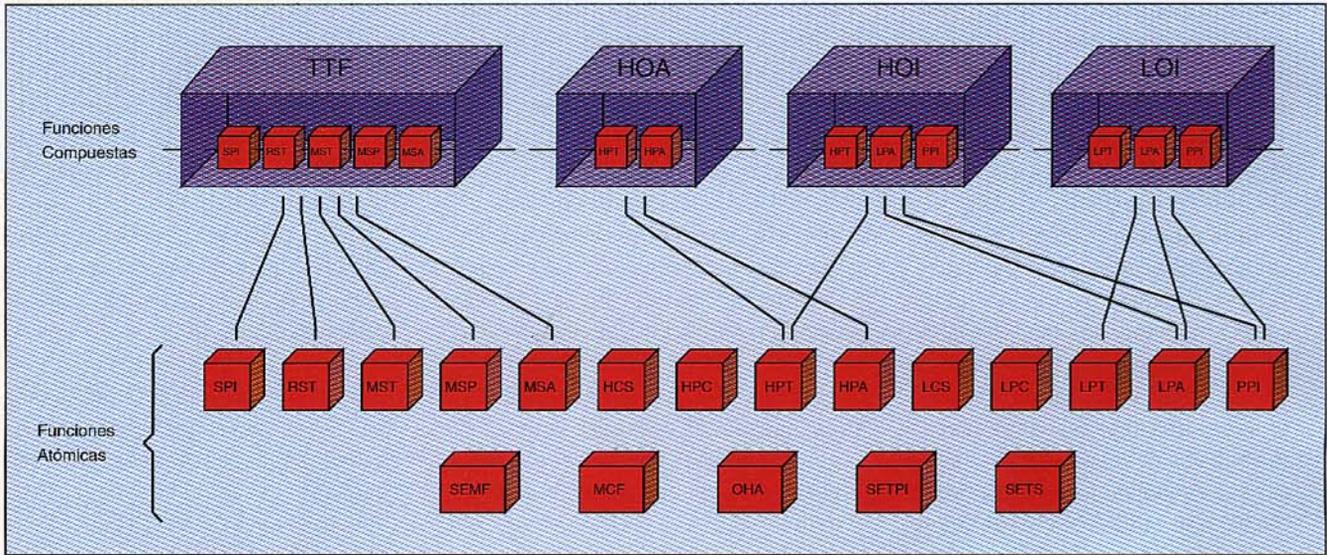


Figura 2 : Funciones atómicas y compuestas en un equipo SDH - La función de terminación de transporte (TTF) es una combinación de las funciones atómicas SPI, RST, MST, MSP y MSA - El interfaz de orden superior (HOI) es una combinación de las funciones atómicas PPI, LPA y HPT - El interfaz de orden inferior (LOI) es una combinación de las funciones atómicas PPI, LPA y LPT - El ensamblador de orden superior (HOA) es una combinación de las funciones atómicas HPT y HPA

mensajes (MCF) proporcionan mecanismos para filtrar, ordenar y comunicar información entre el equipo y el sistema de gestión. La función de acceso a la tara (OHA) permite acceder a algunos de los campos de la tara que no son accedidos por otros bloques funcionales (p. ej., el circuito de órdenes).

Algunas de estas funciones atómicas se pueden combinar para obtener funciones compuestas, tal como se ilustra en la Figura 2.

Esta metodología de especificaciones se adapta plenamente al método modular de construir los NE sobre una plataforma de equipos como la descrita.

La plataforma de equipos

El hecho de que la familia de productos SDH (transconectores, multiplexores de inserción-extracción, sistemas de líneas) se pueda describir de forma modular no garantiza una modularidad práctica a la hora de construcción del equipo. Se necesitan reglas, interfaces y funcionalidades adicionales. El entorno resultante se conoce como plataforma del equipo.

La plataforma de equipamiento

SDH de Alcatel proporciona el mecanismo que soporta la modularidad de los equipos sin necesidad de sacrificar el proceso crucial de optimización de cada producto individual. La optimización de la arquitectura del producto significa que se deben respetar las características esenciales, tales como coste mínimo, disipación de potencia mínima y capacidad de ofrecer un adecuado conjunto de características y prestaciones. La optimización de estos aspectos es con frecuencia incompatible con un diseño modular que tenga en cuenta los requisitos de todos los miembros de la familia del producto. Cada nuevo miembro hereda las restricciones de los anteriores: la distribución sobre las placas y chips está determinada para toda la familia de productos. Utilizar un mismo conjunto de placas para construir un gran sistema de transconectores y un multiplexor de terminales pequeño puede parecer un objetivo justificado, pero en realidad ambos productos deberán elegir entre un multiplexor voluminoso, y por tanto muy caro, o tener un transconector limitado en el crecimiento del número de puertos.

El método del diseño de Alcatel para productos SDH reconcilia estos objetivos contrapuestos, al tiempo que

permite una distribución eficaz de las tareas de diseño y de las responsabilidades del producto entre diferentes equipos de trabajo.

Los conceptos básicos de la plataforma SDH y SONET de Alcatel son los siguientes:

- Utilización de interfaces internos comunes. De la misma manera que la construcción de redes con equipos de distintos suministradores requiere una normalización rigurosa de los interfaces externos de los equipos, también se necesitan utilizar interfaces internos de Alcatel normalizados para un entorno distribuido de desarrollo del producto. Estos deben ser lo suficientemente abiertos y flexibles como para permitir un futuro crecimiento, la evolución tecnológica y la introducción de nuevas características y servicios. Los interfaces internos también deben ir provistos de capacidades de supervisión, detección de fallos y protección a nivel de equipo, como las que ofrecen los interfaces SDH a nivel de red.
- Uso de una biblioteca de diseño de equipos. La mayoría de las funciones de los equipos de los sistemas modernos de telecomunicación,

como la gama de productos SDH de Alcatel, están realizadas sobre circuitos integrados de aplicación específica (ASIC). Los productos SDH de Alcatel se construyen utilizando bloques VHDL que están disponibles como elementos comunes de la biblioteca. De esta forma, la construcción de ASIC específicos de un producto se puede simplificar en gran medida con la selección e integración de la funcionalidad adecuada a partir de los módulos disponibles. La biblioteca incluye módulos de equipos de acuerdo con las funciones compuestas SDH y PDH normalizadas, completados con bloques funcionales adicionales para la operación y mantenimiento interna de los equipos.

Utilización de componentes comunes para las funciones básicas que son sensibles a la tecnología, y que por lo tanto requieren una realización común de cara a su evolución tecnológica. Ejemplos típicos en donde se sigue esta práctica son los convertidores electro-ópticos. Se ha definido y desarrollado un conjunto para satisfacer las necesi-

dades de Alcatel. Otros ejemplos son los chips requeridos para la distribución de datos y reloj de alta frecuencia dentro de los elementos de red.

Interfaces internos de equipos

La familia de productos SDH de Alcatel está construida alrededor de un conjunto de interfaces que son capaces de funcionar con todas las estructuras de equipos y todas las peculiaridades de los productos. La definición de los interfaces internos normalizados de Alcatel es la condición básica que permite construir productos individuales mediante la combinación flexible de elementos comunes más simples.

Los componentes principales del interfaz de la plataforma interna son:

1. El interfaz genérico de tráfico (GTI) que se utiliza para el transporte de la información útil SDH entre los diferentes módulos de subsistemas que constituyen un único NE de SDH.
2. El interfaz de distribución de sincronización (SDI) que se encarga de distribuir las señales de reloj y de trama del sistema dentro del equipo, así como del transporte de las señales de referencia de temporización desde los puertos síncronos.

3. El interfaz de control de equipos (CHI) que se utiliza para la comunicación entre los diferentes componentes de la plataforma de control del equipo.

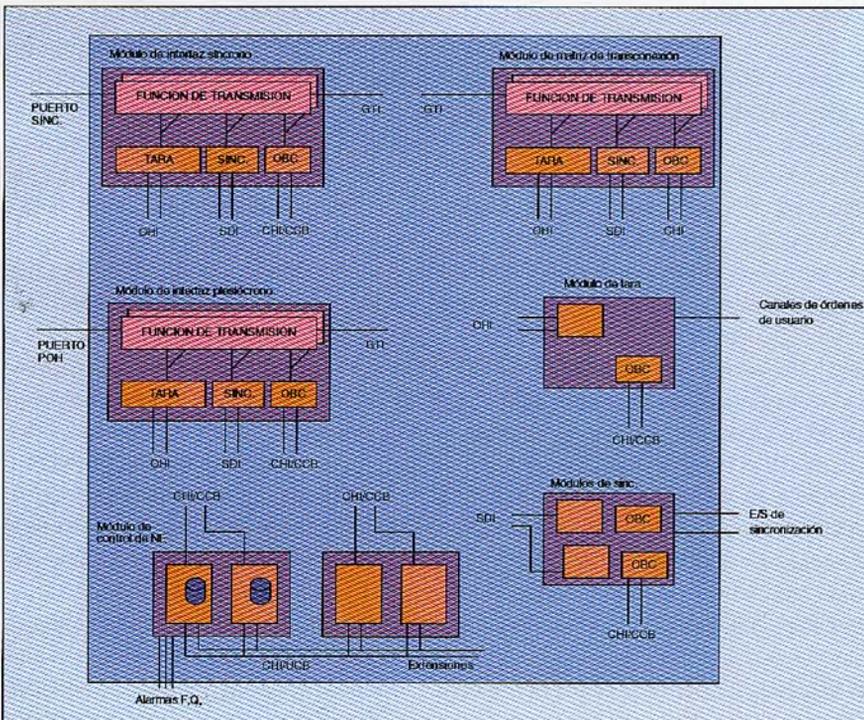
4. El interfaz de tara (OHI) que se utiliza para transportar la tara de sección y de trayecto SDH dentro del sistema.

Interfaz genérico de tráfico

El GTI se apoya en la trama SDH con medios complementarios que realizan el mantenimiento interno. Todas las señales síncronas transmitidas se temporizan de acuerdo con un sistema de reloj único, distribuido por el SDI. Las entidades transportadas se alinean con el comienzo de la trama GTI. Si bien solo existe una norma para la trama GTI, se han definido varias realizaciones de formato, según la aplicación. Así, se puede aplicar tanto a productos que interconexionan AU4 (unidad administrativa 4) ó AU3 como a otros que realizan el procesado completo hasta los VC (contenedores virtuales) de orden inferior.

Los sistemas de Alcatel que conmutan VC entre señales STM-N (módulo de transmisión síncrona de orden N) utilizan un conmutador temporal entre GTI dentro de una estructura matricial centralizada o distribuida. Para poder conseguir una capacidad de interconexión total, este conmutador temporal se combina con conmutación espacial, que consiste principalmente en asignar contenedores en GTI individuales. La conmutación temporal se realiza almacenando en una memoria bytes individuales de cada VC a conmutar, y volviéndolos a leer después en el preciso momento que corresponde a la trama de salida destinataria. Se debe disponer de la suficiente capacidad de memoria para el caso del máximo tiempo de conmutación posible, desde

Figura 3 : Estructura generalizada de un elemento de red SDH



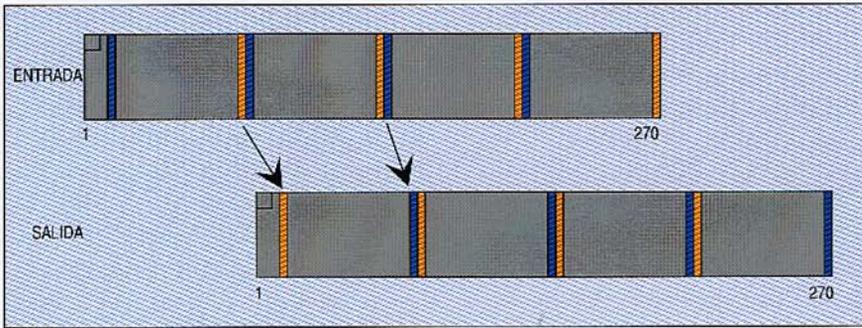


Figura 4 : Estructura de trama GTI configurada para el transporte de TU12
 Adviértase el retardo mínimo requerido para permitir la conmutación temporal desde el primer intervalo de tiempo hasta el último o desde el último hasta el primero

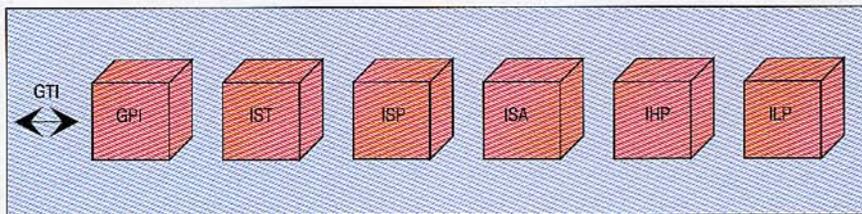


Figura 5 : Funciones atómicas asociadas con el interfaz GTI; GPI : Interfaz físico GTI; IST: Terminación interna de sección; ISP: Protección interna de sección; ISA: Adaptación interna de sección; IHP : Protección interna del trayecto de orden superior; ILP : Protección interna del trayecto de orden inferior

el primer intervalo de tiempo de la señal de entrada hasta el último intervalo de tiempo de la señal de salida. Igualmente debe ser posible conmutar desde el último intervalo de tiempo de la señal de entrada hasta el primer intervalo de tiempo de la señal de salida.

El GTI tiene una estructura simplificada si se compara con el STM-1, en donde solo se permiten los movimientos de puntero en el nivel de la entidad que va a ser conmutada. Esto significa que si se van a conmutar TU de orden inferior sobre el GTI, el VC de orden superior debe ser previamente terminado y reemplazado por un desplazamiento fijo con respecto al comienzo de la trama GTI, de forma que sea posible la conmutación de la TU en línea con la columna de trama SDH, sin necesidad de tener que localizar el comienzo del VC en la matriz. La estructura de trama GTI se muestra en la *Figura 4*. Debe hacerse notar que al utilizar este mecanismo, se están conmutando TU y AU en lugar de VC, con la consecuencia atractiva de que no se generan movimientos de puntero innecesarios en las señales SDH cuando se

conmutan a través de elementos de red de Alcatel.

La capa física del interfaz GTI se ha elegido para minimizar el cableado de interconexión entre los diferentes armazones o bastidores de un gran sistema. En la actualidad hay tres tipos de interfaz físico:

GTIse: A 155 Mbit/s sobre cables eléctricos. En la realización de este interfaz se usan transceptores CMOS de bajo consumo específicamente diseñados para esta aplicación. Estos transceptores compensan automáticamente las pérdidas, retardo, e inestabilidades o desplazamientos de fase producidos en el cable. Las variaciones de fase a lo largo de la interconexión son seguidas y compensadas dinámicamente mediante sincronización de bits adaptativas en el GTI de llegada. Se ha conseguido en este interfaz un alcance máximo que permite satisfacer las necesidades de interconexión del transconector de tamaño mas grande realizado con bastidores adyacentes.

GTImo: A 622 Mbit/s sobre placa de interconexión posterior. Este tipo

emplea transceptores bipolares que realizan las mismas funciones que el GTIse, y además una multiplexación/demultiplexación de 1 a 4. La utilización de este interfaz se restringe a placas posteriores de interconexión con adaptación de impedancias de las pistas, y se aplica dentro de subsistemas que requieren un gran número de interconexiones de alta velocidad, como el armazón de líneas del STM-16 del 1661SM.

GTImo: A 622 Mbit/s sobre fibra óptica. Este interfaz se asocia con un módulo transceptor óptico que permite interconexiones a distancias a las que no es posible llegar con interfaces eléctricos. Ello hace posible colocar partes del equipos en un bastidor distante y reducir la densidad de cableado sustituyendo cuatro cables GTIse por una fibra óptica.

Todas las realizaciones físicas del GTI ofrecen las mismas funciones de supervisión interna. Un mecanismo de supervisión de sección interna y otro de supervisión de trayecto interno permiten la detección de fallos, su localización y protección, y una verificación del trayecto interno dentro de grandes matrices. La información necesaria para soportar estos mecanismos se añade sin afectar al contenido de las unidades SDH tributarias o administrativas que se transportan.

Para la interconexión de las placas internas, armazones y bastidores en un sistema SDH, se requiere básicamente el mismo tipo de tara de funcionalidad que la utilizada para interconectar nodos de la red SDH. El GTI ofrece las mismas posibilidades que un interfaz SDH normalizado, aunque de forma simplificada según las necesidades. De la misma forma que las funciones de tratamiento de la tara de SDH posibilitan la supervisión y protección contra fallos de las distintas capas de la red SDH, las funciones de tratamiento de la tara del GTI permiten la supervisión y protección contra fallos de los diferentes módulos que constituyen el equipo. En la *Figura 5* se muestran los módulos de bloques funcionales que están disponibles en la biblioteca de

diseño de equipos.

Además de las capacidades de supervisión, el GTI soporta estructuras internas de red que son análogas a las estructuras de la red SDH. Las conexiones GTI son punto a punto, para evitar el problema de que un fallo o una acción de mantenimiento de una unidad pueda afectar a otras unidades. Por otra parte, también se aplican mecanismos internos de protección y redundancia de forma que un fallo sencillo de una placa o GTI se restaure de forma inmediata sin afectar el tráfico transportado por el equipo.

El GTI es un interfaz muy potente, lo que supone una carga para la realización del ASIC debido a su complejidad adicional, disipación de potencia extra, y la necesidad de celdas dedicadas a medida. Por ello, las correspondientes funciones atómicas (o al menos algunas de ellas) no se incluyen cuando el GTI se utiliza para cursar tráfico dentro de un armazón, en una placa, o dentro del ASIC. En estos casos, se emplea una versión simplificada. El interfaz GTI de los productos SDH y SONET está previsto principalmente para la interconexión de subsistemas. Dentro de estos subsistemas, en la mayoría de los casos son más adecuadas soluciones a medida. Por ejemplo, donde la densidad de pistas no sea crítica, se prefieren formatos en paralelo de bytes o nibbles de baja frecuencia para proporcionar la compatibilidad directa con la tecnología de arrays de puertas CMOS. Es el caso de los subsistemas de interfaces PDH de baja velocidad que forman parte de la familia de multiplexores de extracción-inserción.

Interfaz de distribución de sincronización

El dispositivo de conmutación temporal utilizado en los elementos de red de Alcatel requiere que todas las señales entrantes en el GTI se alineen con una única referencia de reloj y de trama en la unidad en la que se van conmutar. Para conseguir este alineamiento sin necesidad de un almacenamiento excesivo, se utiliza una distribución de

multitrama a lo largo de todo el sistema, que tiene la misma precisión que la distribución de temporización del sistema. Para reducir aún más la necesidad de almacenamiento, la distribución de temporización se realiza con la frecuencia más alta que es posible alcanzar, es decir 155 MHz. Un incremento del almacenamiento por enlace no solo aumenta la complejidad del equipo, sino que también conduce a niveles inaceptables de disipación de potencia y retardo de transferencia, especialmente en los productos con múltiples etapas de conmutación, como el 1641SX.

El CDI combina la tarea de llevar las señales de reloj y de multitrama a todas las partes del sistema con la de transferir las referencias de temporización desde el puerto de 2 Mbit/s síncrono hacia la función SETS. Para la sincronización del sistema completo, el CDI combina la distribución de las señales de reloj y multitrama utilizando un método conocido como "esquema del impulso perdido", que se ilustra en la *Figura 6*. La referencia de multitrama indica la posición de un impulso de reloj que se ha perdido en el reloj del sistema del CDI.

A nivel de subsistema, y también



Figura 6 : Distribución de temporización y multitrama del CDI

en algunos casos particulares a nivel de placa, un chip receptor especialmente diseñado al efecto regenera el reloj del sistema completo reemplazando el impulso perdido, y utiliza esta posición como un indicador de dirige la señal de referencia de multitrama. Este mismo chip se encarga de seleccionar la copia correcta de la señal de impulso perdido CDI, ya que en los sistemas SDH y SONET de Alcatel la distribución de reloj y de trama se duplica.

Interfaz de control del equipo

El interfaz de control del equipo CHI se subdivide en dos partes: el bus de control del grupo de placas (CCB) que comunica los controladores equipados

Foto A : Diseño de un ASIC de SDH



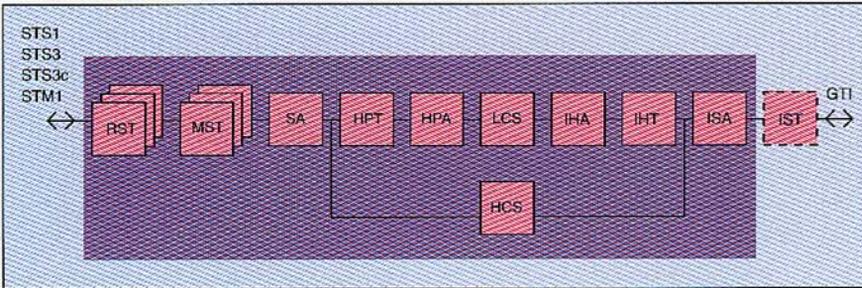


Figura 7 : Chip de proceso del puerto síncrono para transconectores de banda ancha

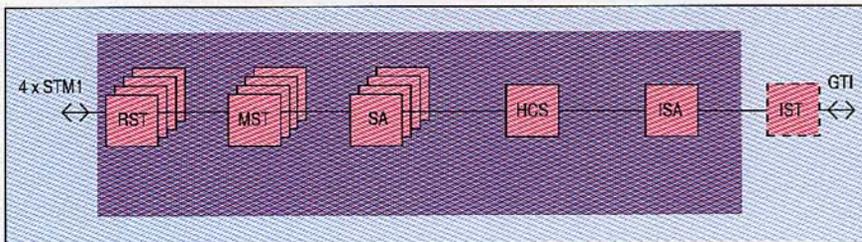
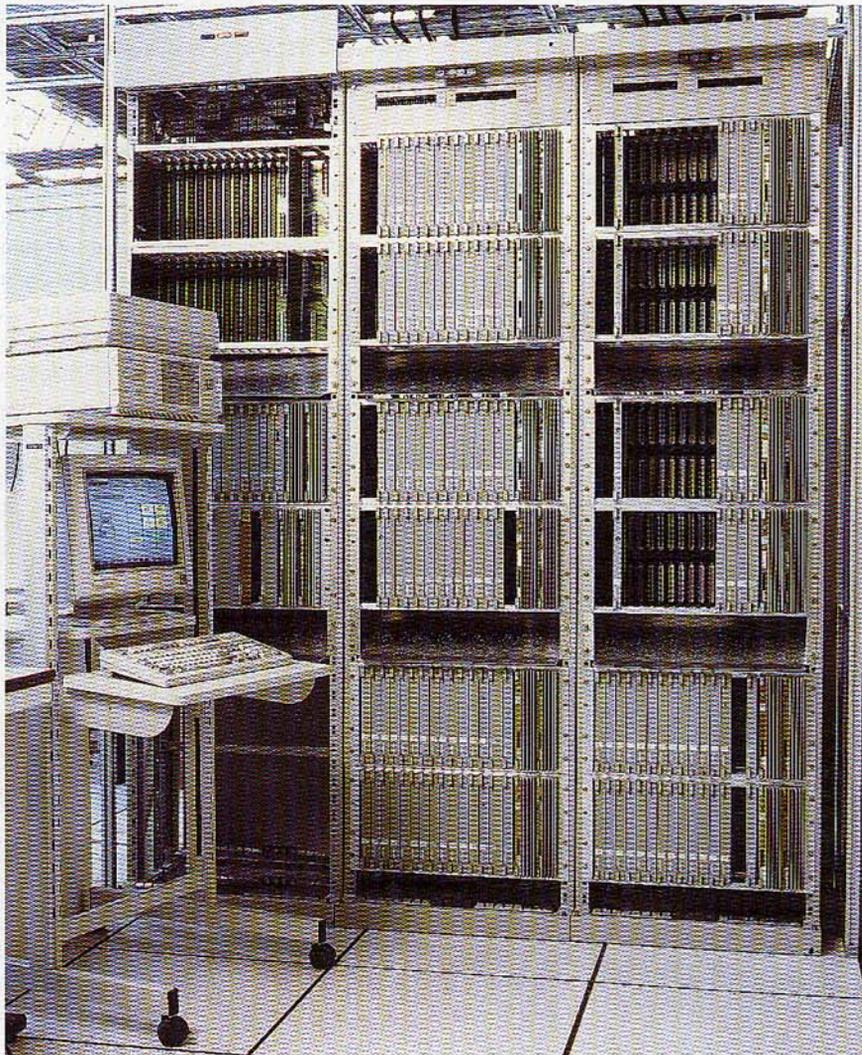


Figura 8 : ASIC del 16615M para el puerto de extracción 4 x STM-1

Foto B - Pruebas de integración del 16445X



en cada placa con los procesadores principales del sistema, y el bus de control de la unidad (UCB) que es una LAN utilizada para añadir al procesador principal una capacidad adicional ampliable según el tamaño del sistema. El UCB solo se equipa en grandes sistemas, como los transconectores. Los buses de control se duplican en cada nivel. Mientras que el UCB utiliza la tecnología LAN (Ethernet), el CCB se construye según conexiones punto-multipunto HDLC, comunicándose directamente con los controladores en placa (OBC) que se equipan en cada placa principal.

Biblioteca de diseño de equipos

Los productos SDH de Alcatel son muy compactos. Ello, junto a la naturaleza de las señales SDH y SONET de alta frecuencia que hay que procesar, requiere el uso de tecnología avanzada en las placas posteriores de interconexión, así como de tecnología de circuitos integrados de alta frecuencia y baja potencia.

En la mayoría de los casos se utiliza tecnología ASIC CMOS (array de puertas o células normales) por su inherente flexibilidad y eficiente ciclo de diseño. Los circuitos de tecnología ASIC bipolar se prefieren cuando se quiere conseguir una circuitería de alta velocidad. En algunos casos especiales, se requiere a la vez alta velocidad, bajo consumo y una alta densidad de componentes para conseguir el diseño adecuado. En esos casos, los circuitos se realizan mediante tecnología CMOS a la medida, tecnología que se aplica, por ejemplo, a las matrices de los transconectores de Alcatel y para recibir o transmitir señales GTI y CDI. En la biblioteca de diseño se incluyen células CMOS a medida para poderlas combinar con otros diseños.

En el diseño del ASIC se utiliza tecnología VHDL. El VHDL (*very high level description language*) es un tipo de lenguaje de programación de descripción de circuitos del equipo que permite el diseño de los ASIC independientemente de la tecnología que en

realidad se vaya a utilizar. El proceso normalizado de diseño resultante es esencial para alcanzar de forma eficaz la reutilización de los bloques de equipos entre los diferentes grupos de diseñadores. Alcatel ha creado una biblioteca VHDL complementada con unas recomendaciones de diseño específicas que se utilizan como almacén de los bloques de diseño para construir equipos SDH y SONET. Los nuevos diseños utilizan esta biblioteca para construir los ASIC. Con ello, se consigue una reutilización considerable de los trabajos de diseños realizados anteriormente, a la vez que los ASIC pueden no obstante realizarse con la última tecnología disponible y de acuerdo con una partición del diseño optimizada para cada aplicación particular.

La biblioteca se estructura según los bloques funcionales atómicos y compuestos SDH complementados con elementos de realización específica como los descritos anteriormente. Esta biblioteca está disponible en todo Alcatel para su consulta y utilización por parte de los diseñadores. Ello representa una evolución natural en el diseño de equipos desde la inicial combinación de componentes de una lista de componentes disponible hasta la forma actual, donde se combinan bloques VHDL de una biblioteca para formar uno o más ASIC.

Una realización típica resultante de la biblioteca de bloques de diseño SDH es el procesador SONET/SDH de un único chip que es compatible con las variantes del interfaz de ETSI y americano. Este chip se aplica en los transconectores de banda ancha 1641SX y 1631SX de Alcatel para los mercados ETSI y americano. La *Figura 7* muestra el diagrama general de bloques de la parte de transmisión de este dispositivo.

Este diagrama también ilustra la analogía entre el GTI y el interfaz de línea SDH; cada dirección de recepción y de transmisión se puede considerar conjuntamente como si formase un ADM (multiplexor de inserción/extracción) simplificado, en el que el puerto del oeste representa la

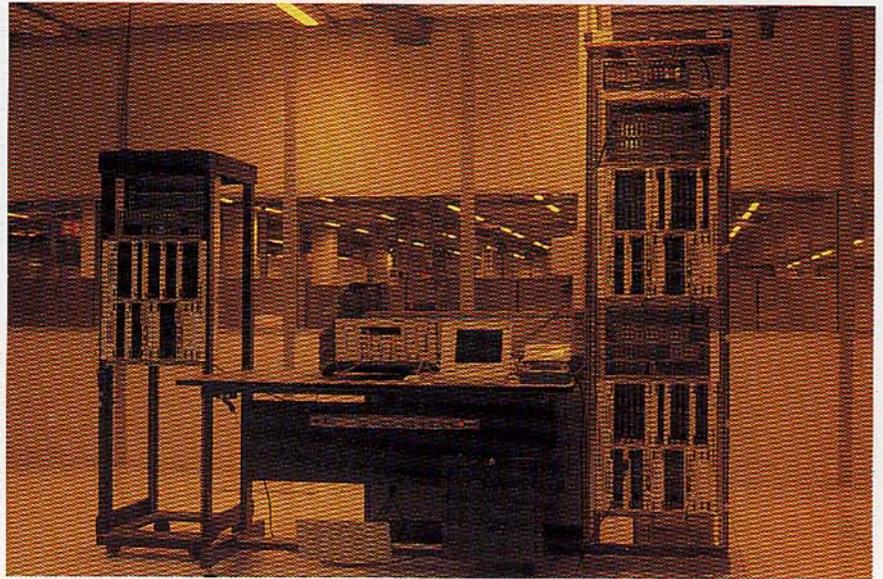


Foto C - 1641SM funcionando en una red en anillo

línea síncrona, y el puerto del este representa el GTI que se utiliza para conectar la matriz del transconector. Se proporciona un interfaz para conectar, de forma opcional, chips adicionales que realicen las funciones de extracción PDH o de transmultiplexación. El tratamiento de la configuración, estado y prestaciones se realiza siguiendo las normas EE.UU. y ETSI correspondientes. Con la adopción de un método de diseño totalmente modular es posible construir puertos transconectores que se pueden configurar para una gran variedad de aplicaciones, teniendo todas ellas las mismas características en términos de funcionalidad SDH/SONET. Ello permite la reutilización de la lógica de control a través de las aplicaciones objetivo, e incrementa la sinergia entre aplicaciones SDH y SONET.

El potente concepto de reutilización de los bloques modulares VHDL se ve de nuevo al comparar con el 1661SM (multiplexor de inserción/extracción con sistema de líneas STM16). Los puertos de inserción/extracción del 1661SM a 155/140 Mbit/s no necesitan alinear los TU de orden inferior pero tienen que ser configurables para funcionar tanto en modo síncrono (155 Mbit/s)

como plesiócrono (140 Mbit/s). El diagrama de bloques correspondiente se muestra en la *Figura 8*, en donde solo se indica la parte síncrona.

Como puede verse, los bloques funcionales son los mismos que se utilizan para el caso de los transconectores. No obstante, en esta aplicación no se necesitan bloques que hagan un gran consumo de puertas, pero hay que añadir bloques que soporten el funcionamiento a 140 Mbit/s. Los bloques asociados a los VC de orden inferior (HPT, HPA, LCS) se encontrarán en otro ASIC, en cualquier otra parte del sistema, en el lugar adecuado, como corresponde a la arquitectura de producto optimizada.

Funcionalidad extendida

En línea con el esfuerzo continuado de ofrecer soluciones optimizadas en cualquier tipo de red SDH/SONET y sus nodos individuales, todos los elementos de red SDH necesitan incorporar funcionalidad no proporcionada necesariamente por la definición del producto básico. Como ejemplos se pueden citar los transconectores que soportan anillos de líneas conmutadas y los multiplexores de inserción/extracción que permiten realizar

todas las funciones de un transconector.

En general, las plataformas de equipos y software de Alcatel permiten ampliar la funcionalidad y capacidad de los elementos básicos de red añadiendo subsistemas.

Los subsistemas se generan a partir de elementos de red básicos. Los bloques del 1641SM se utilizan para dar lugar a un subsistema genérico que proporciona puertos PDH de terminación de VC de orden inferior (2 Mbit/s, 1,5 Mbit/s, 34 Mbit/s,

45 Mbit/s) sobre un elemento SDH. Este subsistema se aplicará en una primera instancia a los 1651SM y 1661SM para ampliar su capacidad de extracción más allá de lo soportado por los multiplexores de extracción e inserción básicos. Esto se puede ver en la *Figura 9*. Siguiendo esta línea, todos los miembros de la familia de multiplexores de extracción e inserción SDH de Alcatel pueden compartir los mismos puertos de interfaz PDH de orden inferior, lo que también sirve como base para la futura evolución tecnológica de este tipo de equipo.

Figura 9 - Diagrama de bloques generalizado del 1651/1616SM utilizando un subsistema agregado para ampliar su capacidad de extracción

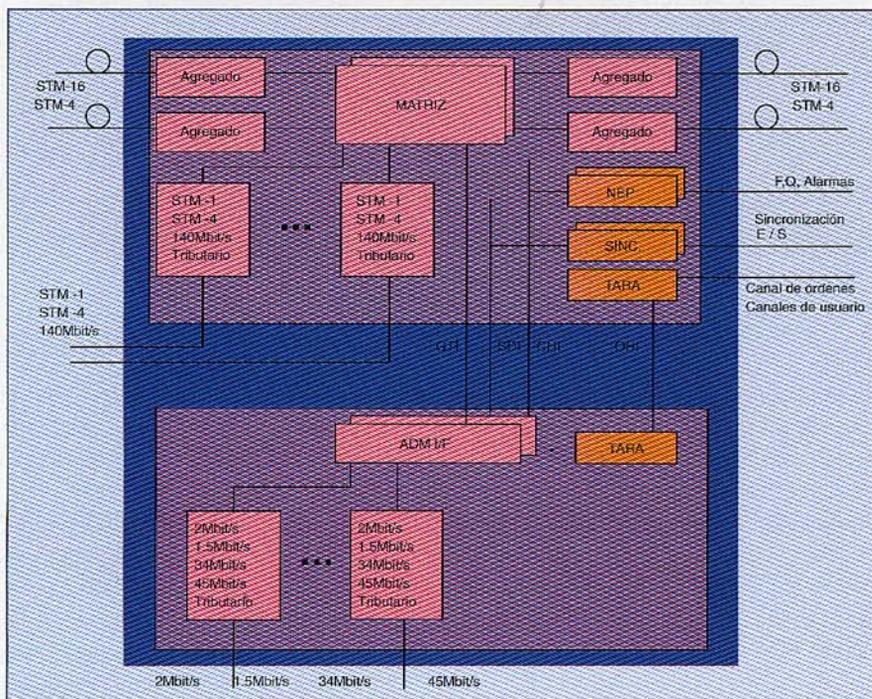
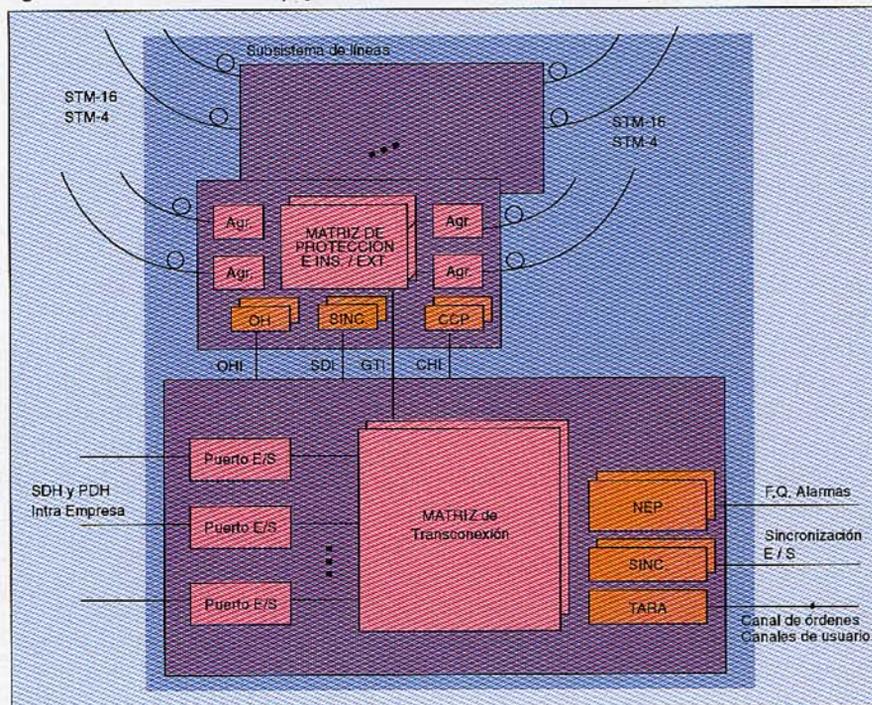


Figura 10 - Transconector equipado con subsistemas de línea



El concepto de subsistema ofrece también considerables ventajas cuando se aplica a los transconectores porque es posible dimensionar y optimizar cualquier elemento de red según las peculiaridades de cada aplicación. Es posible incluso una migración de ciertas características lejos del núcleo básico del transconector y en línea con los miembros de la familia a la que presta sus funciones básicas.

Un ejemplo es la funcionalidad de línea SDH. Hay que soportar diferentes esquemas de protección de sección, como la conmutación de protección automática de la línea (APS) y los anillos de sección unidireccional o bidireccional protegida. Además, funciones tales como el encaminamiento de los DCC (*digital cross-connect*), el procesamiento del circuito de órdenes, y la distribución de los indicadores de temporización son funciones que, por lo general, están asociadas con los subsistemas de línea y, como tales, soportadas por multiplexores de extracción e inserción. Al objeto de proporcionar la misma funcionalidad de capa de sección en los puertos del transconector, se le agregan uno o más subsistemas de línea utilizando para ello los interfaces internos normalizados de las plataformas de equipamiento y software (*Figura 10*).

Esta combinación a nivel de subsistema ofrece ventajas considerables respecto a una solución que consiguiera la misma funcionalidad de

nodos combinando elementos de red individuales:

- Se crea una solución integrada en términos de mantenimiento interno de los equipos en relación con la perspectiva proporcionada por los interfaces de gestión F y Q. Los fallos de componentes hardware o software se ocultan por mecanismos internos de protección de los equipos en lugar de tratarse como incidencias que necesitan ser resueltas a nivel de red.
- La solución es óptima desde un punto de vista de coste, al eliminarse el equipo necesario que proporcionan los interfaces normalizados de comunicación entre equipos.
- Se elimina la dificultad de gestión introducida por la duplicación de funcionalidad (como la de transconector), que se introduce en el nodo.
- Se consigue soportar de forma casi obvia estructuras de protección de red mixtas o combinadas (anillos de interconexión, protección de sección frente a la de trayecto).

En general, el equipo y el software del núcleo del transconector permanecen inalterados al aplicarse la protección de capa de sección o de trayecto: las peculiaridades de las estructuras lineales, en malla o en anillo se encuentran en estos subsistemas específicos.

Conclusiones

La plataforma de equipos y software de Alcatel para desarrollar productos SDH es la forma de combinar la experiencia de la que disponen los grupos de diseñadores que trabajan en SDH y SONET. Con el método de diseño modular, los diseños se pueden reutilizar sin sacrificar la flexibilidad que requiere cada producto individual para ser optimizado en su aplicación principal. Al tiempo, los productos que forman el núcleo se pueden ampliar con funciones adicionales heredadas de otros miembros de la familia.

Referencias

1. S. Bartsch, P.M. Thepault: Sistemas terrestres de transmisión optoelectrónica, Comunicaciones Eléctricas, 4º trimestre de 1992
2. Tecnología de elementos de red SDH - el software, Comunicaciones Eléctricas, (en este número)
3. P. Oboaf, G. Berlin, F. Geromel, T. Moigne, Y. Robert: 1644SX: synchronous digital cross connect at 155 Mbit/s

Jan Van Bogaert nació en Aalst, Bélgica, en 1957. Se graduó en ingeniería electrónica por la Universidad de Gante. En 1983 entró en Alcatel Bell Telephone, donde trabajó en arquitecturas de circuitos integrados para aplicaciones de transmisión y conmutación. Posteriormente fue el responsable en Bell del diseño y realización de sistemas de transmisión en línea. En la actualidad es miembro del grupo de sistemas básicos de la división de Sistemas de Transmisión por Línea en el centro de dirección de Zaventem, en donde se ocupa de la definición de la estrategia de evolución y arquitectura de la familia de productos SDH de Alcatel.

Harald Kleine-Altekamp nació en Essen, Alemania en 1957. Obtuvo el Dipl. Eng. en ingeniería de telecomunicaciones por la universidad técnica de Aquisgrán. En 1983 ingresó en el departamento de planificación de sistemas de SEL en Stuttgart. Hoy lidera un grupo de planificación de sistemas principalmente involucrado en redes SDH y sistemas transconectores,

Etienne Vion nació en Jemappes, Bélgica en 1954. Obtuvo su licenciatura en física e ingeniería eléctrica en Lovaina (Bélgica), y más tarde un master en ciencias e ingeniería eléctrica en Stanford University (EE.UU.). En 1978 comenzó a trabajar en Bell SDT en sistemas de transmisión por fibra óptica a alta frecuencia. Ingresó en 1988 en CIT como jefe de proyecto para el desarrollo de terminales submarinos S560. El Sr. Vion es ahora jefe del proyecto de desarrollo del equipo 166ISM (ADM 2400).

Roberto Castelli nació en Ancona, Italia en 1947. Se graduó en ingeniería electrónica en la universidad de Bolonia. En 1972 comenzó a trabajar en los laboratorios de Telettra en sistemas de transmisión de líneas de alta capacidad, en especial en el desarrollo de tecnología de transmisión por fibra óptica. Lideró el laboratorio de equipos de líneas y más tarde fue responsable de la planificación y diseño de sistemas de líneas ópticas para los mercados ETSI y norteamericano. Hoy es jefe de producto para productos SDH en Telettra Division de Alcatel Italia, con responsabilidad en los multiplexores de inserción/extracción a velocidades mayores de 155 Mbit/s.

Tecnología de elementos de red SDH: el software:

B. Lebender Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania
S. Colombo Alcatel Italia Telettra Division, Vimercate, Italia
G. Grolleau Alcatel CIT, Villarsceaux, Francia

Introducción

En todas partes, los operadores de red están presionados para mejorar la calidad y reducir los costes de operación. Este ha sido el principal factor que ha llevado a una mayor flexibilidad y automatización de gestión. En el pasado, el diseño de las redes de transporte estaba dominado por la necesidad de minimizar los costes de capital manteniendo al tiempo una alta fiabilidad en lo que era fundamentalmente un entorno estático. Hoy, el énfasis se ha desplazado a la supervivencia, manejabilidad y a la minimización del coste de vida total. Las normas SDH se han desarrollado con estos criterios en un momento en el que la tecnología puede proporcionar niveles de flexibilidad operacional sin precedentes en los elementos de red. Los sistemas con el software integrado requeridos en los elementos de redes SDH son por ello más extensos y completos que en las anteriores generaciones de equipos de transporte de telecomunicaciones.

El diseño de un sistema con software integrado de alta calidad para los elementos de red (NE) que explote la modularidad inherente a la normativa SDH, y adecuado para toda la familia de productos SDH ha sido un importante reto técnico. Un método de diseño orientado al objeto (OO) ofrece la posibilidad de una buena modularidad para soportar el uso múltiple y proporciona importantes mejoras en la eficacia del proceso de diseño y en la calidad del producto. Además, está totalmente en línea con la evolución de las normas de gestión de los NE. La implantación OO pone requisitos específicos al entorno del software. La plataforma software de

Alcatel para elementos de redes SDH proporciona un entorno de implantación que permite que todos los miembros de la familia de productos SDH puedan usar un conjunto limitado de objetos.

El software en los elementos de red

Principios de diseño del software orientado a objetos

En los últimos años la tecnología del software ha progresado significativamente. El diseño de bases de datos en términos de normalización ha llegado a ser una tarea de ingeniería bien definida; la abstracción de datos, el encapsulado y el ocultamiento de la información se han convertido en prácticas aceptadas para el mantenimiento de estructuras transparentes, mientras que la descomposición funcional se aplica rutinariamente en la gestión de la complejidad de sistemas de proceso de grandes volúmenes de datos. La orientación al objeto, como siguiente etapa en la evolución de la tecnología software, tiene en cuenta estos conceptos y los proyecta sobre entidades esenciales del espacio del problema, los propios objetos.

Los sistemas de software integrado siempre han proporcionado mecanismos de clasificación y abstracción o mecanismos para controlar el acceso al equipo que contienen y a los servicios que suministran. Además, la orientación al objeto añade el concepto de particionar la descripción de un objeto en partes que cubren las necesidades de una aplicación específica. Se proporciona una visión restringida del objeto reflejando las características importantes para la aplicación. La

entidad real se reagrupa juntando todas las vistas separadas.

Vista orientada al objeto de un elemento de red

El UIT-T (antes CCITT) ha definido una especificación orientada al objeto para los NE de la SDH con una metodología de especificación normalizada, definida por ISO. Incluye un protocolo (CMIP), un conjunto de elementos de servicio básicos (CMISE) y un modelo de información (IM) que define las entidades de transmisión en sí, las funciones soporte de gestión común para recogida de datos y comunicación de eventos y un mecanismo genérico para la descripción (hardware y software) del equipo independientemente de su implantación. Todo esto se describe con más detalle en otro artículo de este número [1]. El IM del UIT-T es la base de la especificación de nuevos equipos por ETSI, ANSI y Bellcore.

Un único modelo describe todos los NE de la SDH: transconectores, multiplexores de inserción/extracción, NE y sistemas de línea, y por supuesto los componentes de acceso a puertos SDH ó los NE de conmutación. Este grado de generalidad a nivel de especificación significa que es posible diseñar software de aplicaciones de gestión del NE solamente una vez, para uso general en todos los NE. Esto es sólo posible si se dispone de un entorno software común en todos los NE.

La plataforma software de Alcatel para elementos de redes SDH proporciona este entorno común ocultando los objetos de las particularidades de bajo nivel de cada miembro de la familia del producto, y permite

implantar diferencias de escala en toda la gama.

Aparte de una contribución a la portabilidad, partición y encapsulado inherentes de la especificación OO da lugar a un conjunto bien definido de bloques que se pueden asignar rápidamente a diferentes grupos de desarrollo software dentro del proceso de desarrollo software de una gran compañía.

Concurrencia y cadenas de control

Los objetos en el modelo de información están sujetos a estímulos en gran medida independientes entre sí. El comportamiento de los propios objetos en respuesta a dichos estímulos es también independiente aunque esté limitado por las relaciones entre objetos, también definidas en el modelo. Las relaciones entre objetos pueden ser muy fuertes e invariables o relativamente débiles, rompiéndose y modificándose muchas veces durante la vida del objeto. La conectividad entre puntos terminales (TP) es un ejemplo de una relación que puede ser muy débil. La conectividad de los TP contenidos en la estructura de un transconector, por ejemplo, la puede cambiar fácilmente el proceso de gestión. Por otro lado, el contenido es un acoplamiento mayor y más permanente entre objetos.

A pesar del grado de acoplamiento, cada objeto se puede considerar como la imagen de una entidad real que sigue su propia cadena de control como una instantánea de un estado de automatización que refleja, con un sincronismo adecuado, el estado del componente del NE que representa.

Distribución de objetos en una plataforma multiproceso

Se puede decir en general que cuanto más cerca esté el gestor al objeto real gestionado es mejor. "Proximidad" en este contexto significa que los mecanismos de comunicación son adecuados para que un gestor se actualice en lo concerniente a la información más relevante del estado del objeto gestio-

nado, y que los comandos de gestión se puedan transferir con una demora aceptable.

Otra implicación que se puede derivar de la "situación próxima" es la de que un objeto que está próximo a su equivalente en el mundo real no suele estar en el mismo dominio de referencia del programa que otros muchos objetos con los que se relaciona. Por lo tanto no son apropiados los "punteros" de la programación convencional. Esto conduce a la regla de diseño en la que las referencias al objeto se deben mantener en términos de nombres o identificadores similares, únicos en un dominio tan grande como la mayor distribución posible soportada por el sistema. Todos los objetos pueden estar en un proceso o en caso contrario cada objeto puede estar en su propio proceso individual. Las consideraciones económicas indican que las arquitecturas software prácticas de los NE se sitúan en algún punto entre esos extremos. En otras palabras, un proceso incluye normalmente muchos objetos pero los grandes sistemas tendrán un conjunto de comunicación entre tales procesos.

La comunicación entre objetos dentro de un proceso es más eficaz que la comunicación entre objetos en diferentes procesos. De aquí que una parte importante del proceso de diseño es la asignación de objetos a los procesos de manera que las capacidades de comunicación entre objetos del sistema sean las adecuadas. La posibilidad de fallo debido a sobrecarga de las comunicaciones entre objetos se debe minimizar y hay que considerar aquellas operaciones críticas en tiempo que pueden estar limitadas por los retrasos en las comunicaciones entre objetos.

Otra condición a considerar en la agrupación de objetos en procesos es la dependencia de existencia. Ciertos objetos pueden existir sí, y solo sí, otros determinados objetos también existen. Por ejemplo, un objeto puer sólo puede existir si la correspondiente placa en la cual está implantado existe, y un punto terminal VC12

solo puede existir si la TUG que lo contiene existe. La dependencia de existencia entre objetos no se debe confundir con la información del estado acerca de una placa que se está insertando o de una señal de datos que se está presentando. Si los objetos son realmente portables entre procesos es posible refinar, durante el proceso de diseño, una aplicación reagrupando objetos para optimizar su uso de las capacidades de intercomunicación entre objetos del sistema.

Resistencia

Los objetos deben tener una fuerte "voluntad de supervivencia" y deben ser capaces de tomar acciones correctivas en situaciones de fallo. Por ejemplo un objeto puede descubrir, al intentar comunicarse con otro débilmente acoplado, que su compañero en la relación ya no existe. En este caso el objeto "frustrado" puede simplemente borrar la referencia, que equivale a olvidar el nombre de su compañero.

Distribuir objetos en diferentes procesos limita también la extensión del área afectada por un fallo software. La indisponibilidad debida a la reiniciación y a la posible pérdida de datos sólo se percibe por objetos fuertemente relacionados. El resto del sistema no se verá afectado.

Calidad del diseño

Se mejora la calidad y la eficiencia si el diseño se puede verificar contra los requisitos antes de su implantación, y si la implantación se puede a su vez validar antes de su puesta en servicio.

Una manera intuitiva y eficaz de verificar un diseño OO es caminar a través de la construcción de los objetos como si se estuviese en un "teatro de objetos", en donde los diseñadores de los objetos juegan el papel de objetos que interactúan con otros objetos mediante el intercambio de mensajes. El "rendimiento" se debe supervisar y evaluar por el responsable de los diseñadores del sistema interpretando los requisitos del mundo real.

Los objetos están provistos desde el principio de armazones que implantan los interfaces entre objetos y que proporcionan en el entorno final los atributos requeridos. Esto se convierte en el esqueleto donde un posterior desarrollo completará las interioridades del comportamiento del objeto de acuerdo con la definición del modelo de información y el contexto de la aplicación. Este método de evolución proporciona, casi desde el principio, un sistema integrado aunque falten, o estén incompletos, ciertos objetos. El sistema "evoluciona" al completarse el diseño detallado interno de los objetos y al añadirse nuevos objetos. Así se pueden descubrir muchas anomalías a nivel de sistema mucho antes de finalizar el diseño.

Entorno de soporte de objetos

Los sistemas operacionales tradicionales se tienen que ampliar para soportar las características OO en los NE SDH como se ilustra en la *Figura 1*.

Gestión de memoria

Las facilidades de creación y borrado del entorno soporte de objetos oculta la gestión de memoria a los diseñadores de los objetos. Los objetos se instancian en memoria estática o dinámicamente. La instanciación dinámica tiene la ventaja de que el software producido es capaz de manejar tantos objetos como sean necesarios a lo largo del tiempo, sin cambios esenciales en el software o sin reiniciar el sistema.

El software de control de los elementos de red está concebido para correr durante largos periodos de tiempo: veinticuatro horas al día, siete días a la semana, sin parar. De aquí que haya que prestar una gran atención para que no existan "faltas de memoria". Esto quiere decir que los objetos se deben borrar tan pronto como dejen de ser necesarios, en caso contrario el espacio de memoria, aunque sea virtual, llega a agotarse, y el

software se debe reiniciar. La parte de gestión de memoria, que forma parte del tiempo de ejecución del sistema operativo tradicional, se debe mejorar para proporcionar dichas características de recogida de "basura".

Persistencia

Se requiere que el sistema de control del NE ligue la existencia de los objetos a su existencia en memoria. Se deben mantener registros descriptores de objetos para poder facilitar una memoria de los objetos que existían en una vida anterior del programa. Dicha imagen se puede utilizar no solo para fines de reiniciación y recuperación sino también para soportar el uso económico de las áreas de trabajo del programa. Por ello un objeto puede decidir no estar presente en memoria y sólo aparecer cuando otro le envíe un mensaje.

Contenedores

Los NE SDH contienen una cantidad bastante grande de datos complejos. Se facilita su proceso de manipulación mediante contenedores genéricos como listas, conjuntos, secuencias, prioridades, y pilas o colas junto a las necesarias funciones de operación como añadir, borrar, buscar, sustituir y clasificar.

Denominación de los objetos

La plataforma software tiene que proporcionar un directorio de los objetos que existen en el sistema. Este objeto servicio se llama "árbol de nombres" y proporciona información acerca de si un objeto existe en el sistema y en que componentes/procesos se contiene su interfaz de programa.

Biblioteca de atributos

En la frontera entre la plataforma y la aplicación hay un almacén de los tipos de datos usados en los diferentes objetos. En particular, los atributos de los objetos gestionados (objetos que se ven en un interfaz de ges-

ción) tienen muchas propiedades en común como: codificación y decodificación de un interfaz de sistemas abiertos (OSI) para el sistema de gestión de red, representación simplificada para comunicación interna y almacenamiento, operadores similares para esos tipos de datos, etc. Un número considerable de tipos de atributos se usan una y otra vez en diferentes clases de objetos. Se ha demostrado que el disponer desde el principio de una biblioteca de atributos comunes es una valiosa aportación a la productividad.

Comunicación entre objetos

En las reuniones de distribución, se mencionó que una importante faceta del diseño era la capacidad de situar los objetos en el sistema adecuadamente para un perfil de rendimiento deseado. Para no restringir esta posibilidad, incluso los objetos anexos están obligados a comunicarse entre sí como si estuvieran situados en diferentes entidades de proceso, o incluso en diferentes procesadores. Esto implica que las referencias se pueden cambiar si, y solo si, los objetos referenciados son conocidos por el árbol de nombres. Otros objetos se deben transferir por el valor. La referencia por valor se aplica principalmente a objetos que representan tipos de datos sencillos como cadenas y valores numéricos.

Defensa

El software de control de los elementos de red tiene que funcionar con una gran fiabilidad y disponibilidad de servicio. La plataforma proporciona una serie de características para lograr la protección y recuperación frente a muchos posibles fallos.

Control del flujo de mensajes

El mecanismo de comunicación entre objetos así como la comunicación fuera del NE y con el software no orientado al objeto en el NE se debe asegurar contra las sobrecargas. En

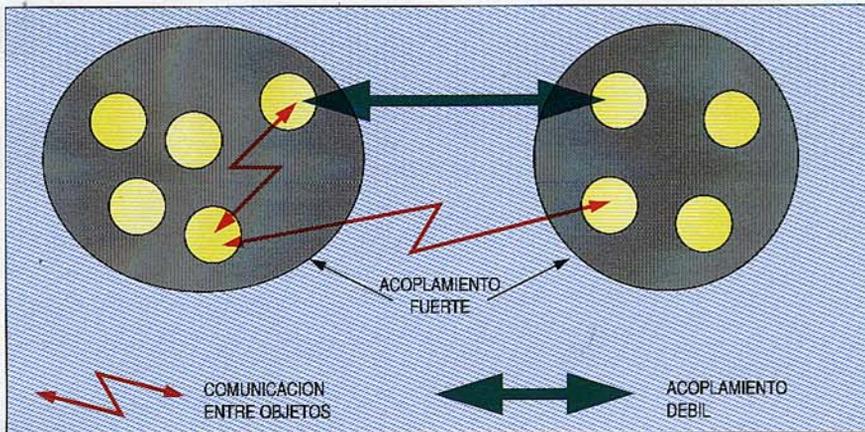


Figura 1 : Entorno soporte de objetos

Otras palabras, hay que reducir la velocidad de envío de mensajes si éstos no se pueden procesar a la misma velocidad con la que se generan. Finalmente, el emisor tendrá que decidir entre descartar algunos mensajes o poner en cola las peticiones, pero la caída de la plataforma debida a condiciones de sobrecarga se debe evitar por todos los medios.

Violaciones de acceso

En una organización dinámica de

memoria algunas veces puede ocurrir que un módulo mantenga una referencia de memoria (puntero) apuntando a una estructura de datos ya seleccionada, mientras que otra parte del software esta también intentando usar esa misma área de memoria. Es muy probable que dicha "descoordinación" cause fallos serios y no recuperables en el funcionamiento.

La utilización de nombres de objetos únicos conocidos por un directorio reduce el uso de punteros a un contexto semántico pequeño, que en

la fase de diseño se puede mantener consistente más fácilmente que la alternativa de usar punteros en un contexto grande.

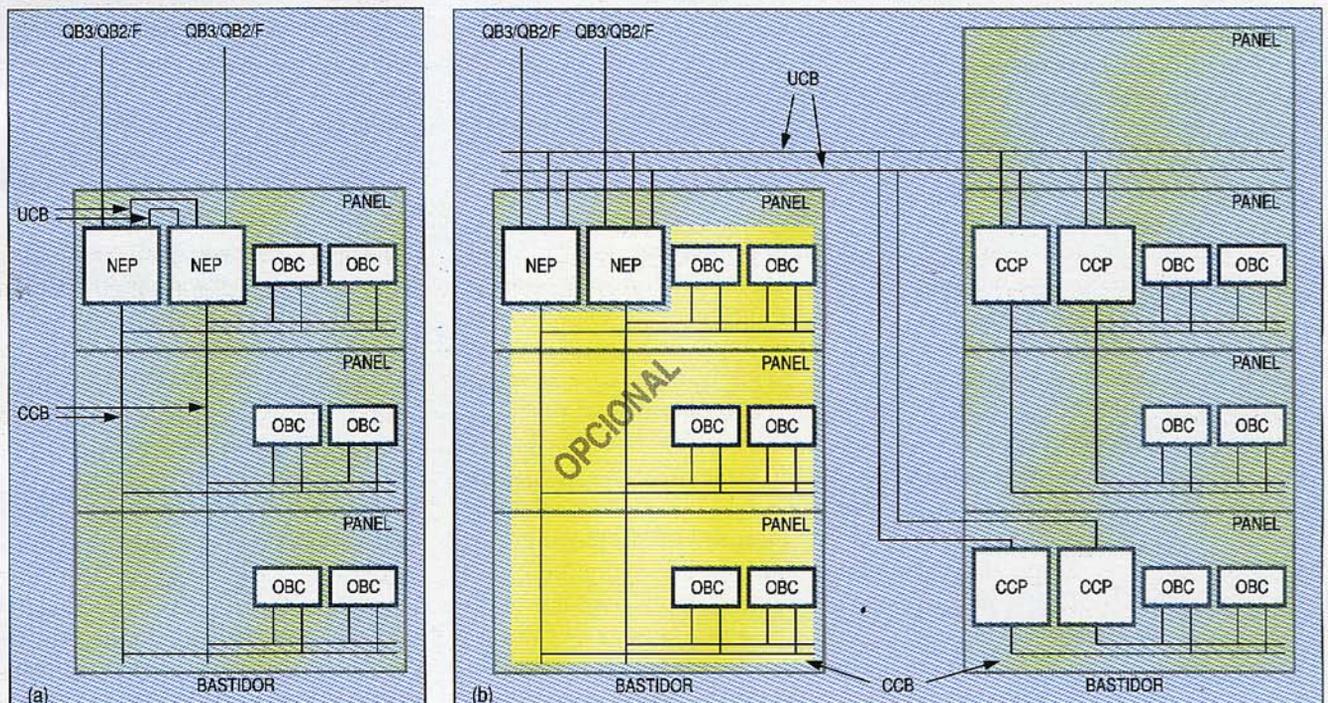
Estructura de control del elemento de red SDH

Los principios anteriores se aplican al software de los elementos de red SDH de Alcatel. La arquitectura software resultante permite la introducción de funciones de elementos de red (NEF) orientadas al objeto en todos los miembros de la familia del elemento de red SDH de Alcatel.

Estructura del procesador

Los sistemas de control de elementos de red de los NE SDH de Alcatel se basan en configuraciones de multiprocesadores. Los controladores integrados (OBC) tienen sistemas operativos en tiempo real y un interfaz directo con el hardware de transmisión. Los OBC se encuentran en todas las placas importantes de la familia de los productos SDH y SONET de Alcatel. Las tareas críticas en tiempo, como la

Figura 2 : Elemento pequeño de red (a) y elemento grande de red con múltiples subsistemas (b) típicos



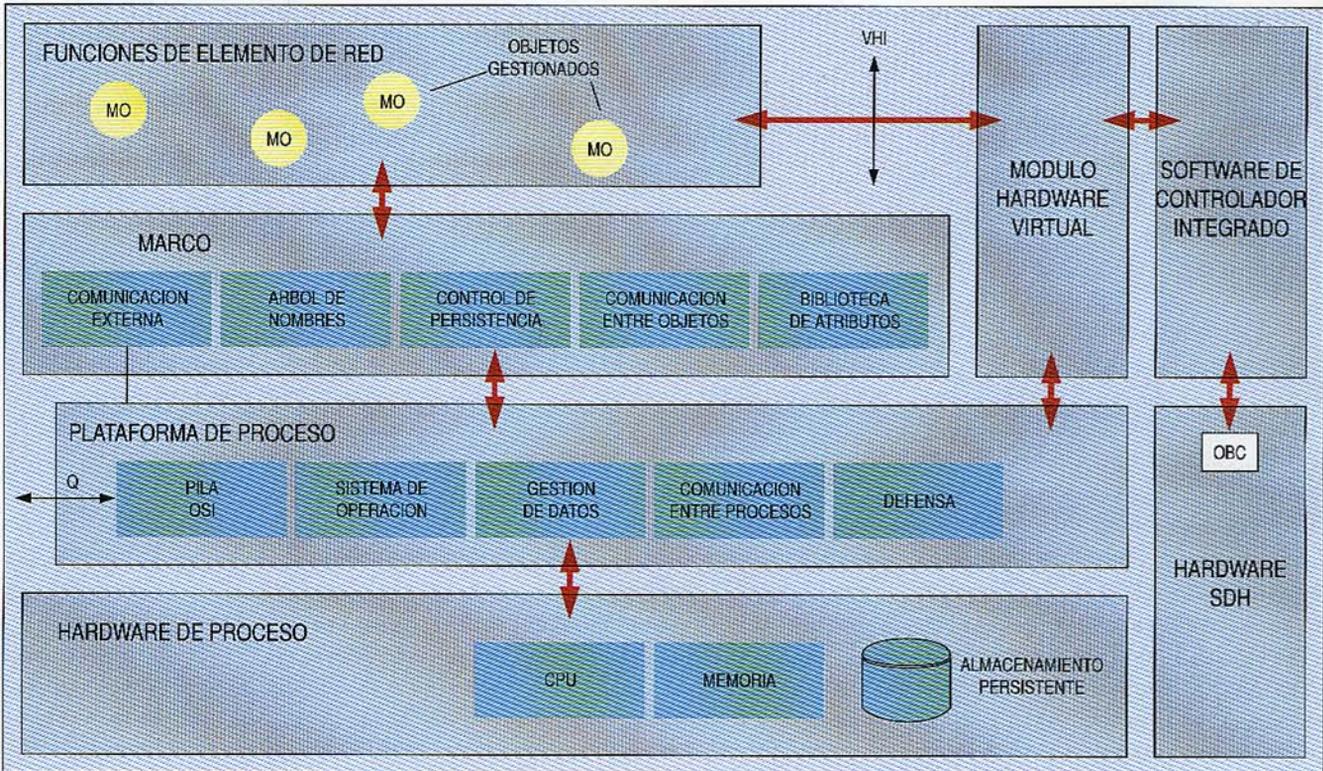


Figura 3 : Estructura software del elemento de red SDH

conmutación de equipo y la protección de la red se realizan, siempre que sea posible, por los OBC.

Los procesadores de control de grupos (CCP) coordinan un grupo de OBC ó controlan un subsistema de un gran NE. El procesador del elemento de red (NEP) controla directamente los interfaces de gestión del elemento de red. La Figura 2(a) ilustra un NE pequeño típico y la 2(b) un NE más grande con múltiples subsistemas.

Hay dos niveles de redes de comunicación internas, llamadas buses:

- UCB (bus de control de unidad), que es un enlace entre los NEP y los CCP
- CCB (bus de control de grupo), que proporciona un enlace entre un NEP ó CCP y varios OBC.

En pequeños NE como los sistemas de líneas o los multiplexores de inserción/extracción no hay ningún CCP. Todos los OBC se controlan directamente por el NEP. Los CCP se añaden en sistemas extensibles como los grandes transconectores para aumentar el sistema a su máximo tamaño.

También se pueden usar donde se añaden subsistemas adicionales a los elementos de red básicos.

Desde un punto de vista software, el CCP y el NEP son muy similares. Pueden tener algunas aplicaciones de tiempo real para los subsistemas con los que se puedan relacionar directamente, pero su tarea principal es llevar a cabo tareas administrativas en el equipo.

Estructura del software

Además de las anteriores características generales requeridas en un entorno OO, es importante que la plataforma se pueda transportar a sistemas con diferentes hardware de proceso y sistemas operativos básicos. Esto es necesario en general para optimizar el rendimiento o introducir selectivamente nuevas tecnologías cuando estén disponibles, y también para proporcionar compatibilidad hacia atrás y reutilizarla en la promoción de desarrollos evolucionados. Las características principales de la

arquitectura software se ilustran en la Figura 3.

Plataforma del procesador

La plataforma del procesador oculta el hardware del procesador y el sistema operativo básico del software de aplicación. Incorpora los servicios básicos necesarios para cualquier tipo de aplicación software, tanto NEF como SW. La plataforma del procesador consta básicamente del sistema operativo mejorado con gestión de memoria, comunicación entre procesadores, y servicios de defensa. La pila OSI también forma parte de los servicios ofrecidos por esta capa software.

Entorno de funcionamiento

Existe un interfaz de programación de aplicación (API) común para la implantación de objetos gestionados; también proporciona todos los "servicios" usados por los objetos gestionados implantados. Estos servicios son:

Biblioteca de atributos que contiene la gestión de todos los atributos del modelo de información. En particular la biblioteca de atributos realiza la traducción de los datos de los atributos de formato de interfaz Q a un formato interno y viceversa. Además suministra servicios de acceso (set, get, create y delete).

Arbol de nombres que contiene la información de identificación y localización de todos los objetos realmente presentes.

Comunicación externa que utiliza información de esquema específico IM para validar e interpretar peticiones entrantes CMIS y para traducir eventos y respuestas provenientes del objeto gestionado en los apropiados mensajes CMIS. Los parámetros de selección y filtrado dentro de una petición CMIS también se manejan aquí.

Comunicación entre objetos para la comunicación entre objetos gestionados presentes dentro del NE. Usa los mismos principios empleados por el propio interfaz Q, haciendo un objeto el papel de gestor y el otro el de agente.

Persistencia que ofrece servicios a los objetos gestionados implantados para almacenar y obtener datos de una memoria no volátil. Los servicios del entorno son portables a todos los NE de la SDH. Los objetos gestionados implantados son por ello independientes de las plataformas de proceso ya que las implantaciones de objetos gestionados usan solamente servicios del entorno.

El módulo hardware virtual

Se proporciona un interfaz uniforme con los recursos físicos del NE, que se llama interfaz del hardware virtual (VHI). Su alcance viene definido por el del propio IM ya que la información fluye entre el proceso agente, y los recursos soporte están definidos en el IM. El interfaz del hardware virtual se

sitúa entre la implantación del objeto gestionado y las "funciones específicas del hardware". El VHI define los mensajes enviados y recibidos por el modelo de información de configuración del hardware y para notificación de eventos.

De aquí que el software IM esté bordeado por el interfaz Q, un API que implanta los servicios del hardware virtual y otro API que implanta la comunicación entre objetos. Esta es la base de la portabilidad de objetos gestionados.

Implantación de objetos

La implantación de objetos confía ciegamente en los servicios del entorno. En particular, la biblioteca de atributos está en el centro del proceso de construcción de objetos. Los elementos de la biblioteca de atributos se pueden combinar según ciertas reglas

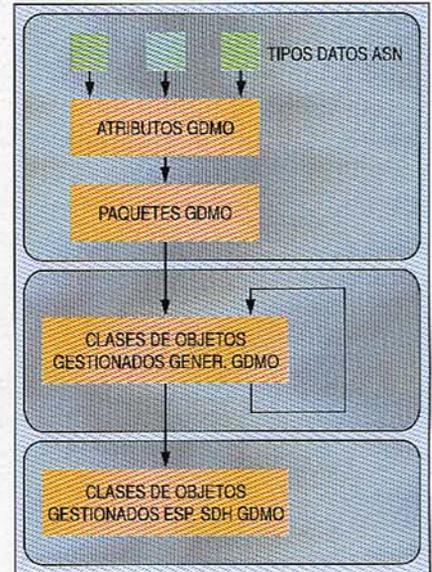
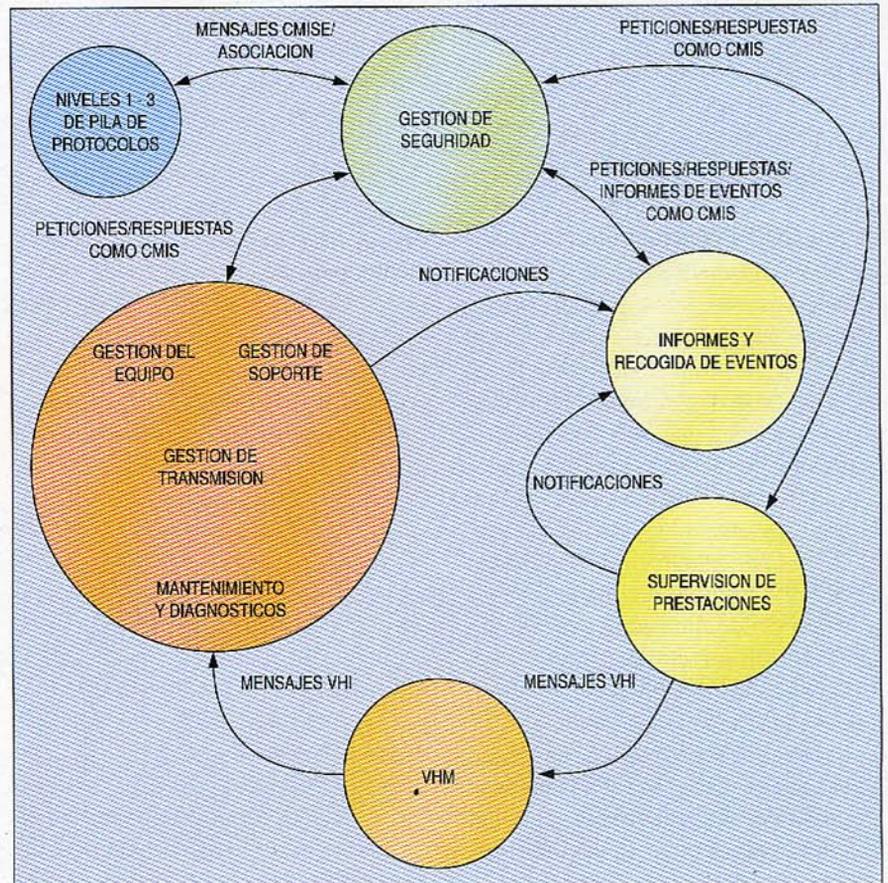


Figura 4 : Proceso de construcción del objeto

para construir todos los objetos del IM. El proceso de construcción de objetos se ilustra en la Figura 4. Este proceso es adaptable y se puede

Figura 5 : Estructuras de proceso



emplear para generar variantes de objetos satisfaciendo perfiles de conformidad o versiones de facilidades de gestión particulares.

Los objetos gestionados se asignan a diferentes componentes software según las relaciones entre ellos y sus inherente necesidad de comunicación. Esta asignación se establece en la fase de diseño y no puede ser cambiado durante el funcionamiento.

El estrecho acoplamiento implicado por las relaciones de contenido e implantación en el IM SDH dan lugar a una modularidad del componente software de la aplicación que se alinea estrechamente con la modularidad del subsistema hardware, que se trata con más detalle en otros dos artículos de este número [2,3]. De esta manera, el concepto de construcción del sistema desarrollado alrededor de los componentes hardware se amplía naturalmente a los componentes de la arquitectura software. Esto suministra un potente mecanismo que permite obtener una gran gama de NE de SDH específicos a partir de un número relativamente limitado de subsistemas (Figura 5).

Conclusiones

Una implantación orientada al objeto ofrece múltiples ventajas pero pone severos requisitos a la plataforma soporte. Para obtener esas ventajas, se deben proporcionar interfaces de programas de aplicación uniformes en toda la gama del producto. Al tiempo hay que reconciliar los aspectos de escala y la necesidad de portabilidad sobre diferentes plataformas soporte. El método de arquitectura descrito en el artículo proporciona un entorno y un módulo de hardware virtual que presenta un interfaz uniforme a los objetos implantados. Se definen reglas para la implantación de objetos como las del modelo de información normalizado. Esto forma la base de la modularidad del subsistema software, que se explota para construir sistemas grandes y flexibles.

Referencias

- 1 O. de Romémont, M. Sexton, S. Schiavoni, M.P. Bosse, F Henry: Gestión de los elementos de red SDH: una aplicación del modelado de información (en este número).
- 2 J. Van Bogaert, H. Kleine-Altekamp, E. Vion, R. Castelli: Tecnología de elementos de red SDH: la plataforma de equipo (en este número).
- 3 M. Sexton, M. Roverano, F.X. De Crémiers: Arquitectura y normas SDH (en este número).

Bernd Lebender nació en 1951 en Mahlow, cerca de Berlín, Alemania. Estudió matemáticas e informática en la universidad de Karlsruhe, licenciándose en 1977. Ingresó en SEL AG, Stuttgart en 1977 como ingeniero software. Trabajó en el desarrollo de sistemas de conmutación de paquetes, centrales de videotex interactivo para sistemas públicos y TEMEX, sistema público de telemetría. En 1988 y 1989 fue miembro de un equipo de Alcatel en la definición de una arquitectura TMN de Alcatel. Desde el comienzo del desarrollo del MULTIPORT en 1988 ha dirigido un equipo de desarrollo software para la implantación del modelo de información.

Guy Grolleau es actualmente director del grupo de Sistemas en Alcatel CIT, responsable de la introducción del modelo de información QBx en los elementos de red SDH

Gestión de los elementos de red SDH: una aplicación del modelado de información

O. de Romémont, M.P. Bosse, F. Henry
M. Sexton
S. Schiavoni

Alcatel CIT, Villarceaux, Francia
Alcatel Line Transmission Systems, Zaventem, Bélgica
Alcatel Italia Telettra Division, Vimercate, Italia

Este artículo describe la aplicación de los principios de la red de gestión de telecomunicaciones en la gestión de elementos de red en redes SDH y el uso del modelado de información para definir interfaces de gestión normalizados sobre los elementos de red. El modelado de información ha demostrado ser una herramienta inestimable en la especificación de interfaces de gestión de una manera independiente de la implantación. El artículo explica los principios básicos del modelo de elementos de red SDH y las técnicas de especificación con las que se representa formalmente.

Introducción

El crecimiento de la complejidad e integración funcional de los modernos equipos de telecomunicación ha coincidido con la presión para que los operadores reduzcan costes mediante procesos de gestión automatizados. Esto ha dado como resultado una presión sobre la industria para que adopte interfaces de gestión normalizados en los equipos de telecomunicación. SDH es la primera nueva e importante tecnología donde se han incorporado facilidades de gestión en las normas de soporte.

Arquitectura de aplicación de gestión

La recomendación M.3010 [1] del UIT-T (antes CCITT) presenta el concepto de la red de gestión de telecomunicaciones (TMN) y define una arquitectura funcional TMN definiendo sus bloques funcionales.

Fundamentalmente, esta recomendación distingue entre funciones de

elementos de red (NEF), que representan el conjunto de funciones de gestión suministradas por un elemento de red para su gestión, y funciones del sistema de operaciones (OSF), que son las funciones responsables de la gestión del elemento de red. Esta definición no excluye la posibilidad de que los OSF residan físicamente en el NE.

Las NEF se componen de dos conjuntos discernibles de funciones de gestión: las que representan la gestión de las funciones de telecomunicaciones suministradas por el NE y aquellas funciones requeridas para soportar la gestión del NE, que se denominan funciones soporte. Aunque ahora la separación entre NEF y OSF se ve bastante lógica, en el pasado la arquitectura física ha influido en la definición.

La frontera entre NEF y OSF se define por el punto de referencia Q3. La información que se intercambia en este punto de referencia se llama información de gestión, y se define por un modelo de información que representa los aspectos de gestión de las NEF presentadas en un interfaz Q3.

Gestores, agentes y puntos de vista de gestión

En el centro de todo está la relación gestor/agente. El agente consta de un proceso dentro del NE que hace visibles las NEF al gestor. El gestor puede pedir que ciertas operaciones las realice el agente y que se le avise del resultado. El agente es también responsable de avisar al gestor de los eventos que ocurran de manera espontánea en el NE.

La recomendación M.3010 define la división funcional en capas del TMN, con las capas separadas entre sí por un punto de referencia Q3.

La información de gestión que describe los recursos de la red se puede ver selectivamente desde diferentes puntos de vista de gestión. Estos puntos de vista no son restringidos sino que definen el nivel de abstracción apropiado para tipos de interfaces particulares.

El punto de vista de los elementos de red se corresponde con la información requerida para gestionar un elemento de red visto de manera individual. Suministra capacidad para instalar y poner en funcionamiento, y posteriormente en servicio, los recursos lógicos y físicos del elemento de red, haciéndolo disponible para la aplicación de gestión del nivel superior. Este punto de vista se restringe a la información local contenida dentro de un elemento de red SDH y no contiene información relativa a la conectividad fuera del elemento de red.

El punto de vista de la red se corresponde con la información que representa tanto la red física como la lógica. Es decir, de que manera se relacionan las entidades de red, configuradas e interconexiónadas topográficamente para suministrar y mantener servicios de red de transporte extremo a extremo. El modelo de información SDH para la gestión de un elemento de red SDH se limita únicamente al punto de vista del elemento de red.

En el proceso de normalización se dio prioridad a la capa del elemento de red. Esto se consideró necesario ya que no se pueden introducir importantes procesos de gestión en las capas altas si no se soportan en la

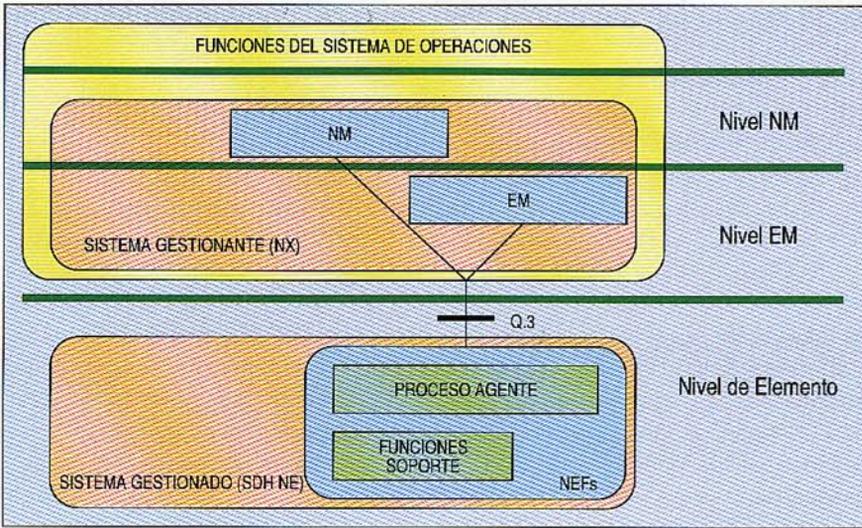


Figura 1 : Niveles de elemento y red

capa más baja. La segunda prioridad es la capa de red, ya que las ventajas particulares de desplegar el SDH sólo se pueden lograr si se gestiona de manera eficaz su inherente flexibilidad.

La Figura 1 muestra los puntos de

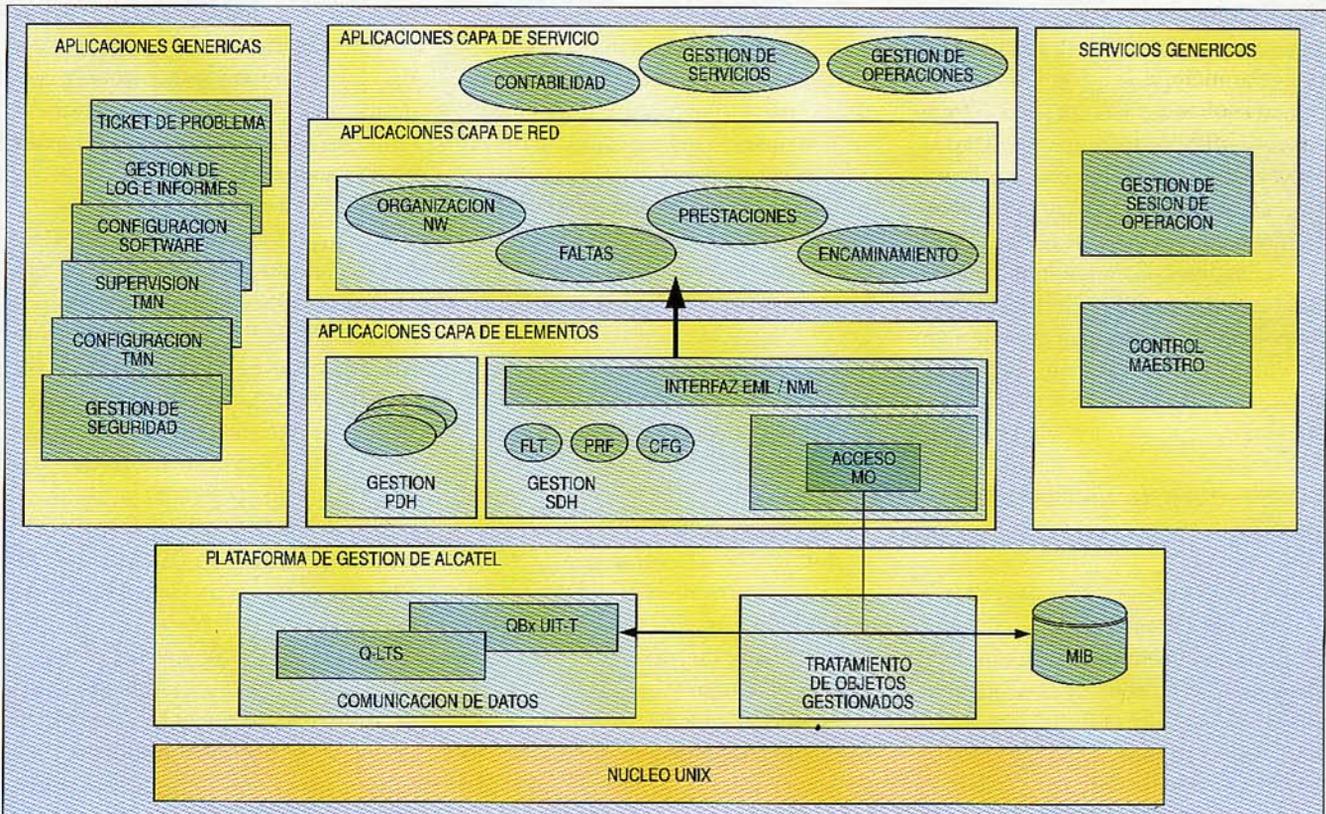
vista a nivel de elemento y de red y la división funcional en capas. La división funcional en capas de la recomendación M.3010 sirve como un marco de referencia. Permite una gran variedad en la arquitectura funcional e implantación del sistema

soporte de operaciones. Sin embargo, el interfaz Q3 para el intercambio de operaciones y notificaciones de gestión entre sistemas gestores y NE de SDH es un raro ejemplo de un acuerdo ampliamente soportado, que fija el papel del NE del SDH en cualquier aplicación de gestión en la que sea requerido ser participe.

La línea de productos NX

Para implantar el TMN, y gestionar eficazmente subredes y NE de SDH, Alcatel suministra una familia de productos de gestión llamada de manera colectiva línea de productos NX. Se basa en el 1353 NX, el cual proporciona una plataforma de aplicación de gestión que se puede suministrar en una serie de configuraciones hardware apropiadas para un gama de instalaciones de diferentes tamaños y alcances. Hace gran uso de componentes industriales normalizados incluyendo el sistema operativo

Figura 2 : Arquitectura de gestión



UNIX, X-WINDOW, utilidades de presentación OSF/MOTIF, base de datos ORACLE y AIDA MASSAI. En la *Figura 2* se muestra la arquitectura de gestión.

Se suministran facilidades normalizadas de comunicación de datos OSI entre el NX, los NE y otros componentes de TMN. La primera elección para componentes ubicados en un mismo edificio es la LAN Ethernet, opción B3 [2]. Se puede extender mediante un elemento de red pasarela hacia los NE de SDH remotos usando el canal de comunicación interno Q_{ECC} definido en G.784.

La comunicación también se puede extender a islas SDH remotas a través de enlaces X.25. Los antiguos NE de PDH que forman parte de una instalación integrada con equipo SDH presentan un interfaz exclusivo diseñado por Alcatel. NX suministra una mediación de Q2LTS como función remota individual, que también se puede integrar en la misma plataforma de las aplicaciones de gestión.

La familia NX incluye aplicaciones de gestión de elementos que ayudan al operador en la instalación y puesta en funcionamiento de todos los elementos de red Alcatel, incluyendo su posterior mejora, modificación y revisión del software. Proporcionan tratamiento integrado de alarmas y la obtención de información desde los NE, necesario para soportar aplicaciones de niveles más altos.

La familia NX también suministra aplicaciones de nivel de red para la gestión de trayectos y conexiones de subredes. Una aplicación de establecimiento y restauración usa procedimientos de optimización de red basados en técnicas de enrutamiento de mínimo coste y de planificación de supervivencia propias de subredes VC-4 en malla.

Se usa una aplicación controladora de anillo para establecer, supervisar y liberar trayectos protegidos, desprotegidos y diversamente distribuidos en anillos ADM. Las aplicaciones de diagnóstico y localización de fallos usan la correlación basada en la información de red que permite identificar

equipos en fallo, incluso en situaciones poco claras de fallos.

La gama 132x NX tiene productos específicos para gestión local del NE que se llaman comúnmente "terminales". El terminal hay que verlo como una extensión del NE. Tiene la forma de un ordenador personal DOS, pero sin capacidades de base de datos. Se dedica principalmente a actividades de instalación y puesta en funcionamiento asociadas con la puesta en servicio de un NE, pero también se puede usar en la operación normal del NE, ofreciendo un conjunto similar de capacidades de gestión similares al del propio 1353 NX. El 1353 NX puede impedir el acceso del terminal cuando sea necesario para asegurar la consistencia de la operación. Realiza restablecimiento centralizado de trayectos VC-4 en redes en malla DXC 4/4. Se analiza la notificación de eventos de fallos para determinar su localización. La configuración de red se optimiza para restaurar los trayectos VC-4 afectados.

Gestión de sistemas OSI

El marco de referencia de los sistemas OSI suministra un modelo general de gestión [3], un modelo de información genérico [4], una metodología para la definición de la información de gestión [5,6] y un protocolo de gestión para comunicar la información de gestión entre dos sistemas abiertos [7,8].

Según el modelo de gestión de sistemas OSI, un sistema se compone de una serie de recursos que suministran servicios a un usuario. Estos recursos podrían existir independientemente de su necesidad de ser gestionados. La gestión del sistema define la visión de gestión de un recurso como un objeto gestionado (MO) que representa el recurso, para gestión, en el interfaz del sistema. Los objetos gestionados actúan como destinatarios de las operaciones de gestión emitidas por el gestor y son responsables de enviar informes relativos a eventos espontáneos que sucedan en el sistema.

Así, todos los datos significativos se encapsulan en los MO, y sólo se pueden referenciar o cambiar por los métodos definidos de los MO. Los MO son algo especializados si se comparan con objetos de un método orientado a objetos (OO) típico, ya que los MO reflejan la asimetría de la relación gestor/agente.

El método OO tiene varias ventajas como método de especificación. Permite un alto nivel de abstracción, que se necesita para esconder detalles de implantación y la arquitectura interna del sistema gestionado. También fomenta la modularidad de las especificaciones y reutiliza y permite la extensibilidad controlada.

Todo el conjunto de objetos gestionados en un sistema gestionado forma el modelo de información, y representa totalmente la información de gestión que el agente presenta y su interfaz a un OS. En el contexto OSI, sólo los recursos susceptibles de ser gestionados se modelan como objetos.

Los recursos del propio gestor no se modelan, por lo que el uso por el gestor de la información de gestión que exhibe el agente, y las causas por las que el gestor inicia las operaciones de gestión sobre el agente, están fuera del alcance del marco de gestión del sistema OSI y de la definición del modelo de información.

El modelo de información

El modelo de información se define usando una técnica de especificación formal basada en el paradigma orientado al objeto. Se describe en la pautas para la definición de objetos gestionados (GDMO) [6].

Suministra herramientas para expresar la funcionalidad en términos de un número, relativamente pequeño, de clases de objeto genéricas, que se reutilizan en una gran variedad de tipos de NE. Esto suministra una homogeneidad de interfaz de gestión, que permite a una sola aplicación de gestión el gestionar una amplia gama de productos. Usar un método de

especificación de interfaz OO es, por supuesto, independiente de si la implantación del NE usa técnicas de diseño OO ó no.

GDMO suministra un mecanismo normalizado para definir la sintaxis, semántica y aspectos de comportamiento de la información de gestión de una manera formal permitiendo así un común entendimiento de las capacidades de gestión limitando el espacio de interpretación. GDMO suministra plantillas de especificación formal para los MO, que se usan para definir su derivación y todas las propiedades que caracterizan al MO. Los objetos gestionados tienen las siguientes propiedades:

- **Atributo:** representa la información que contiene un objeto gestionado. La lista de propiedades de un atributo define si un mensaje de un gestor puede leer (GET) ó escribir (SET) el valor del atributo.
- **Notificación:** es un mecanismo por el que un objeto gestionado informa autónomamente de los eventos relacionados con el recurso gestionado.
- **Acción:** es un mecanismo por el que un gestor pide a un objeto gestionado que realice una función de gestión dada.
- **Comportamiento:** abarca la definición del aspecto dinámico del objeto: bajo qué condición se envía una notificación. ¿Cómo reacciona, por ejemplo, cuando recibe una acción, condición para la transición de estado, etc.?. El comportamiento del objeto puede ser informal para ayudar al operador (humano) a interpretar la condición del recurso gestionado. Dicha definición se puede considerar como información de guía.
- Cuando el comportamiento del objeto implica dependencias y relaciones de estado con otros objetos, es deseable entonces una expresión más formal usando, por ejemplo, una máquina de estados y notación de conjuntos. Una significativa debilidad de las normas UIT-T es que representa el com-

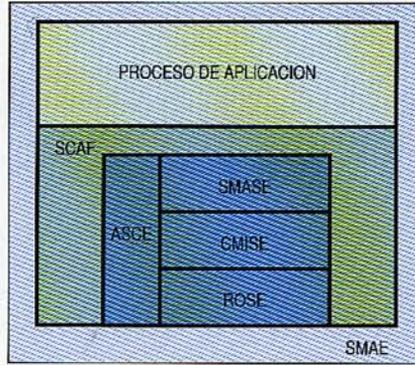


Figura 3 : Definición de aplicaciones OSI

portamiento informalmente usando un inglés común.

- **Vinculación de nombres:** dentro del sistema gestionado, los MO tienen identidades únicas que se usan para la comunicación de gestión. La identidad única se conoce como nombre distinguido (DN). Este describe una posición del MO en un árbol de nombres como una secuencia de nombres distinguidos relativos (RDN). Cada miembro de la secuencia representa un nivel en el árbol. En el modelo SDH, la vinculación de nombres puede tener también un significado semántico.

La sintaxis del atributo se define usando la notación de sintaxis abstracta número uno (ASN.1), que define de manera no ambigua el tipo de datos (p. ej., INTEGER, STRING, SEQUENCE OF, etc.) de la información y, por lo tanto, permite la exacta interpretación de datos entre gestor y agente.

Comunicación OSI

ISO ha desarrollado un modelo de referencia de siete capas para la obtención y transferencia de información entre sistemas abiertos. Se conoce como interconexión de sistemas abiertos (OSI) [9]. Las aplicaciones se definen en la capa siete (Figura 3). En el contexto de la gestión del sistema se ha especificado una capa de aplicación dedicada, que se compone

de elementos de servicio de aplicación (ASE) importantes en la gestión de sistemas. Estos ASE son el CMISE, el ROSE y el ACSE que, conjuntamente, permiten la interacción entre sistemas abiertos para realizar operaciones de gestión y transferencia de información de gestión definidas según el modelo de información de GDMO.

CMISE (elemento de servicio de información de gestión común) soporta varios servicios de gestión de comunicaciones. El protocolo asociado a CMISE es CMIP. CMISE soporta los siguientes servicios:

- M-GET: que permite a un gestor leer atributos de objetos gestionados.
- M-SET: que permite a un gestor reemplazar los valores de los atributos por valores nuevos.
- M-EVENT-REPORT: que permite a un agente transferir la notificación emitida por un objeto gestionado.
- M-ACTION: que permite a un gestor pedir que un objeto gestionado realice una acción.
- M-CREATE: que permite a un gestor crear un objeto.
- M-DELETE: que permite a un gestor borrar un objeto.
- M-CANCEL-GET: que permite a un gestor abortar una operación GET previa que produce desbordamiento de transferencia de información.

CMISE permite que una única petición de servicio sea aplicable a un conjunto de objetos gestionados usando mecanismos de extensión y filtrado. El primero es una forma de seleccionar un subárbol en la jerarquía de nombres especificando la raíz del subárbol y su profundidad. La petición del servicio es entonces aplicable a todos los objetos de esa extensión.

El filtrado es la manera de aplicar de forma selectiva la operación de gestión sobre objetos que están en el alcance de la petición, con un criterio de filtrado que los atributos del objeto deben cumplir. La operación extendida se puede realizar de una

manera atómica o por un "esfuerzo mejor". La operación atómica implica que, para que la operación global tenga éxito, cada operación sobre cada objeto debe tener éxito, de otra forma no se realiza la operación. El "esfuerzo mejor" significa que la operación se realiza, sólo sobre aquellos objetos que sean capaces de aceptar la operación.

El modelo de información SDH

La parte importante del modelo, que abarca la capacidad de transmisión de los equipos SDH, su estructura física genérica y algunas facilidades universales de soporte de gestión de sistema, ya está disponible en un grupo de recomendaciones ya aprobadas [2, 4, 10 a 16].

La definición de un modelo de información de gestión incluye el análisis de la aplicación para identificar posibles clases de objetos gestionados. Con el método OO, un "buen" modelo agrupa entidades con iguales o similares propiedades en un número de clases relativamente pequeño. Esto forma un nivel genérico de especificaciones desde el que se derivan las clases más especializadas que se instanciarán en un agente. El mecanismo para derivar una nueva clase usando todas las propiedades de una clase existente, añadiendo propiedades nuevas, se llama herencia, que es uno de los mecanismos que promueven la eficacia de las especificaciones y la extensibilidad del modelo.

Las normas del modelo de información se subdividen en "fragmentos". Un "fragmento" no tiene un significado formal sino que es, simplemente, un dispositivo editorial para organizar la documentación. Los principales fragmentos se muestran en la *Figura 4* para ilustrar el alcance del modelo.

A continuación, para que se entienda mejor como se usa en realidad el modelo de gestión de elementos, se consideran las facilidades clave del modelo en un contexto orientado a aplicación.

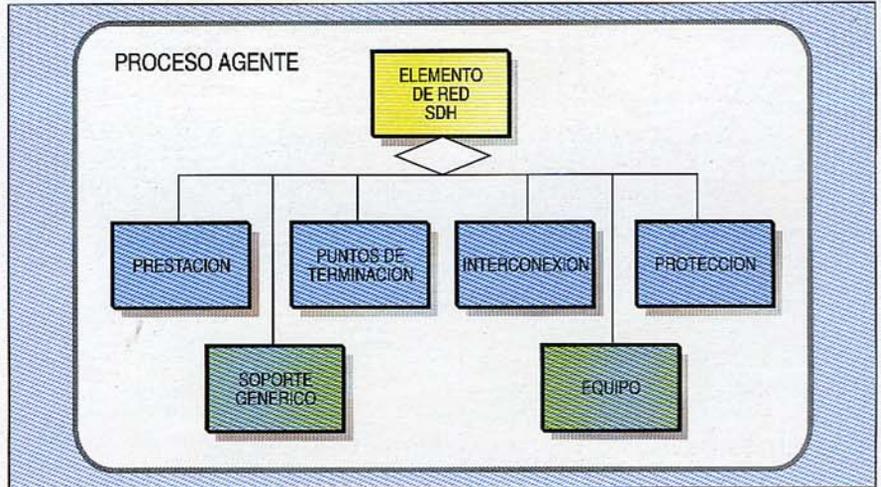


Figura 4 : Fragmentos principales del modelo

Funciones de soporte de la gestión

Este fragmento cubre un conjunto de funciones de gestión que se pueden suministrar en cualquier NE para soportar la gestión de sistemas, independientemente del campo específico de aplicación. Es decir, no se confinan a la gestión del equipo de transmisión.

La clase de objeto registro (log) proporciona la capacidad de un sistema gestionado genérico para almacenar informes de eventos espontáneos que surgen en el propio sistema. Esto suministra al gestor un importante mecanismo que, junto al EFD, le permite regular el flujo de información.

Si el gestor está temporalmente indisponible o las comunicaciones están congestionadas, el registro suministra un almacenamiento local de notificaciones, que se pueden recuperar más tarde desde el NE. La asignación de memoria para registro está bajo control de la gestión. Se puede aplicar el filtrado a los eventos registrados y especificar un tabla de horarios para el proceso de los informes.

El discriminador retransmisor de eventos (EFD) suministra un mecanismo de filtrado y envío de notificaciones de eventos espontáneos al sistema gestionante. En un sistema gestionado, se pueden crear muchos

EFD con diferentes destinos y filtros, regulando así la interacción del sistema gestionado con diferentes gestores y/o operadores. Los EFD se pueden planificar (establecer el instante de inicio y final o el intervalo periódico de informes) como los registros.

La clase de objeto exploración (scanner), y sus subclases, proporcionan un único mecanismo de recuperación de datos distribuidos en muchos objetos en el agente, que se podrían resumir o procesar estadísticamente de otra manera con el objetivo de informar. El gestor puede pedir, por ejemplo, un resumen de todos los umbrales de error que se hayan sobrepasado en un conjunto específico de terminaciones de trayecto, en una ventana temporal específica. La exploración buscará entonces todos los datos importantes y dará el resultado en una única respuesta.

El objeto puntero de asignación de urgencia de alarmas lo puede usar el sistema de operación para asignar valores de urgencia a las alarmas que emite el elemento de red.

Gestión de transmisión

Las capacidades de transmisión de los equipos SDH se modelan con un conjunto de clases de objeto basado en conceptos claves de las redes de trans-

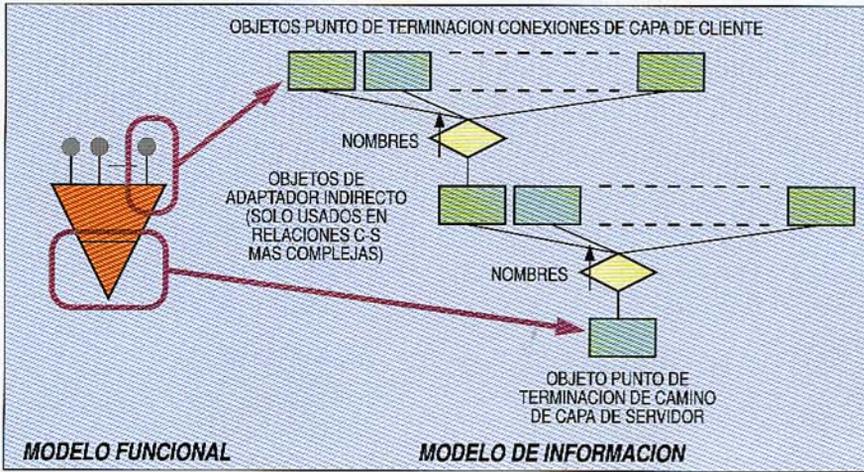


Figura 5 : Representación de las funciones de transporte por objetos gestionados

porte SDH, como define el UIT-T [16]. Se describen en otro artículo de este número [17] y en la referencia [18].

La funcionalidad de una red SDH se define en términos de funciones atómicas (terminación, adaptación y conexión) y de puntos de referencia de red (puntos de acceso y de conexión), independientemente de como se empaqueten en los NE.

La representación de gestión se basa en el concepto de una clase de objeto punto terminal (TP), que representa genéricamente un punto de referencia de red en una red de capas. Se define con propósitos de gestión por su información característica, su estado operacional y su capacidad para emitir ciertas notificaciones de cambio. La relación entre las funciones de transporte y los objetos gestionados que representa se muestra en la Figura 5.

La clase de objeto gestionado TP se especializa en sus cuatro subclases; la fuente y el sumidero del punto de terminación del trayecto (TTPSource y TTPSink) y la fuente y el sumidero del punto terminal de la conexión (CTPSource y CTPSink). Todos contienen datos que representan el estado de las funciones asociadas y los punteros de conectividad ascendentes y descendentes que apuntan a las instancias de objetos a las que se conectan, y representan el flujo de señal real dentro del NE.

Sus comportamientos especifican

de manera no ambigua, si hay algo no claro, las limitaciones en la conectividad de un objeto. Los punteros de conectividad pueden ser estáticos, en cuyo caso se habilitan por un mecanismo de autoinstanciación previo a la asociación con el gestor que puede mas tarde leerlos, o flexibles, en cuyo caso tomarán los valores resultantes de las peticiones de interconexión.

Los CTP representan las funciones de un CP en el modelo de red y los TTP representan las funciones de un AP en la frontera de una red de capas, que suministran el servicio de conexión de enlaces a una capa de cliente. El TTP incorpora un atributo, que puede ser leído por el gestor, y que

indica las capas de cliente que se pueden soportar.

Las instancias de la relación cliente-servidor se definen por nombres. Un TTP se usa como referencia superior de nombres en la plantilla de vinculación de nombres de GDMO de un CTP de capa de cliente.

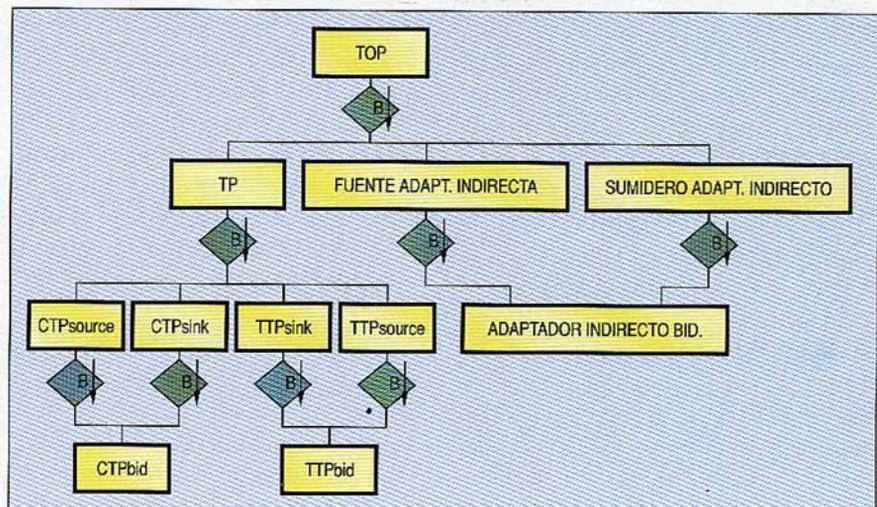
En relaciones entre capas más complejas, como las capas de SDH, LO a HO, se define un objeto adaptador indirecto (IA), que permite agrupar los CTP en conjuntos de manera que el detalle de la estructura múltiple se pueda reflejar en la jerarquía de nombres. Esto se ilustra en la Figura 5.

Los IA, TTP y CTP bidireccionales se obtienen combinando las propiedades de los objeto fuente y sumidero correspondientes.

Hasta ahora, el modelo TP (Figura 6) es genérico para todas las redes de transporte (SDH, PDH, ATM, etc.). El modelo específico SDH se obtiene a partir de estas subclases generando nuevas subclases para cada capa. El diagrama entidad-relación de la Figura 7 muestra el modelo TP de SDH completo indicando las vinculaciones de nombres y los punteros de conectividad.

Las notificaciones de cambios de estado de los TP sirven para alertar al gestor de los fallos en la red de transmisión y de otros cambios de estado

Figura 6 : Subárbol de primera herencia del fragmento TP



autónomos o resultado de instrucciones de otros procesos. El gestor puede cambiar la configuración de transmisión, suponiendo que el NE tiene esta capacidad, borrando y creando objetos TP ó más eficazmente con una única acción sobre el objeto superior.

El gestor de elementos controla el estado administrativo de los TP. Cuando se completa la instalación y puesta en funcionamiento, los TP se pueden asignar a procesos de red que podrían o no estar ubicados en el mismo lugar. Ello es equivalente a poner a los TP en servicio; su estado administrativo es "desbloqueo". Entonces están disponibles para su asignación a un trayecto de red. Si más tarde hay que retirar un TP asignado (p. ej., para mantenimiento de una placa), el gestor de elementos cambia su estado administrativo a "parada". Es responsabilidad del proceso al que ha sido

asignado el TP liberar al TP de su compromiso, pasando su estado administrativo de "parada" a "bloqueo".

Gestión de equipos

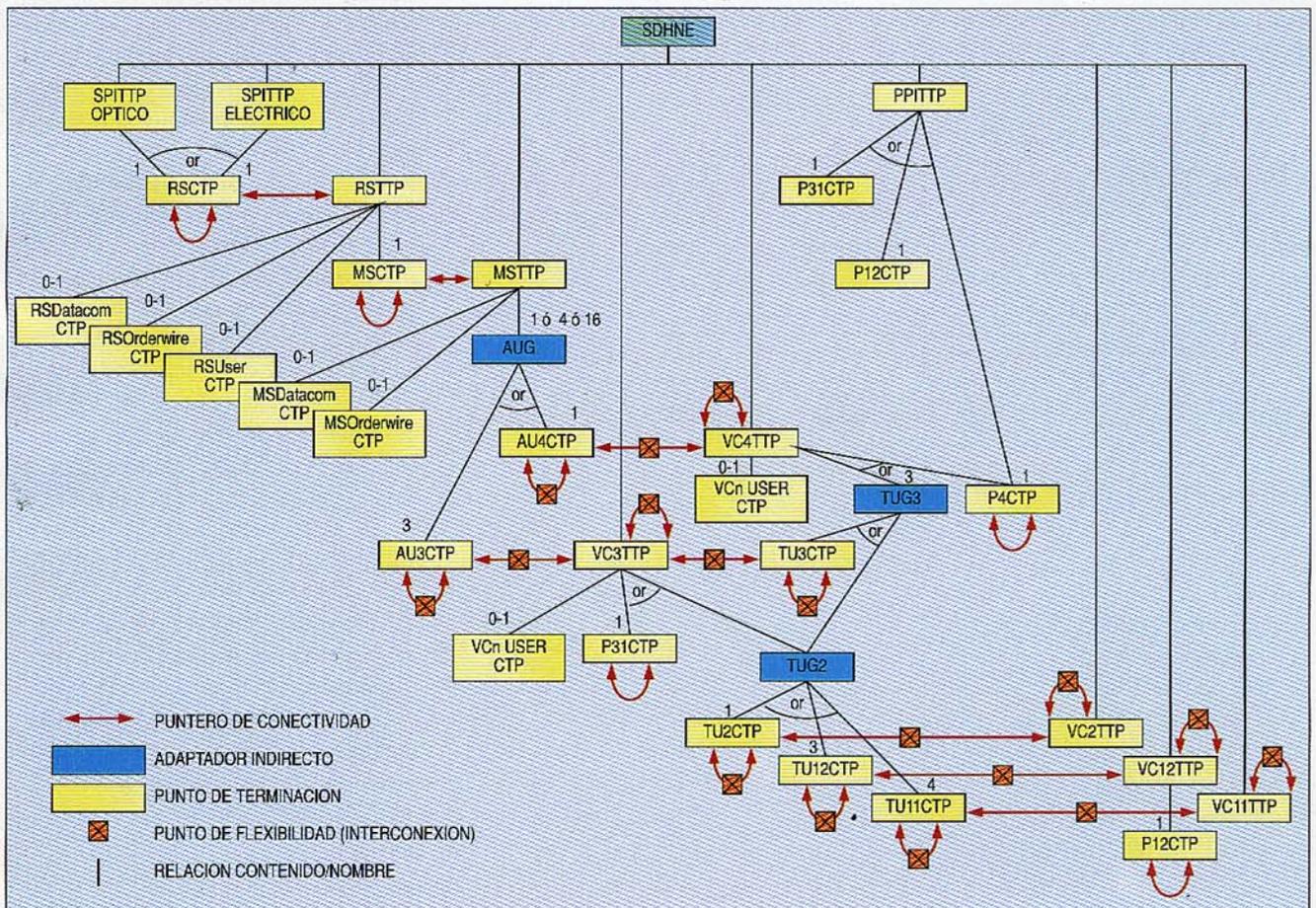
La gestión de equipos define los objetos que se usan para describir la estructura física de un sistema gestionado, en términos de bastidores, subbastidores, placas y paquetes software (programas y datos) que gobiernan su operación. Estas clases se disponen en una jerarquía de nombres recursiva basada en su contenido físico (p. ej., placas contenidas en las estantes, estantes contenidos en los bastidores, etc.), *Figura 8*.

El requisito fundamental al principio de las actividades de normalización, dirigidas por el requisito de entorno multidistribuidor, fue separar

los aspectos funcionales de los equipos de telecomunicación de sus detalles de implantación. La gestión de las funciones de transporte normalizadas suministradas por los equipos SDH tiene que ser independiente de la implantación específica básica. Este requisito llevó a estructurar la jerarquía de nombres de los objetos gestionados de manera que desacoplase los objetos que representan las capacidades funcionales del NE y los objetos que representan la estructura física. Las relaciones entre las funciones lógicas y el hardware y software básico sobre el que se implantan estas funciones se modelan mediante punteros, no por nombres.

Evidentemente, esta parte del modelo necesita ser lo suficientemente genérica para permitir una presentación uniforme de la gestión en una amplia variedad de combinaciones hardware y software dentro de un ele-

Figura 7 : Relaciones de conexión y contenido



mento gestionado. Ello permite que un gestor de elementos realice de manera relativamente abierta una serie de actividades, que van desde el diagnóstico a las intervenciones de mantenimiento, que requerirían de otra forma un conocimiento especial de las dependencias y estructura internas.

Se incluyen mecanismos que permiten a un sistema de gestión la provisión de una configuración hardware planificada (esperada) de un elemento de red, al tiempo que hacen visibles las posibles diferencias con la configuración real.

La Figura 8 muestra el complejo entramado de relaciones que hay en torno a los objetos del equipo y las funciones que implantan.

Gestión de interconexión

La gestión de interconexión trata del establecimiento, supervisión y libera-

ción de conexiones dentro de un único elemento de red. Esto no es específico del SDH ya que se basa en los objetos genéricos definidos en la recomendación M.3100 del UIT-T. Se definen las siguientes clases de objetos gestionados:

- **Estructura:** esta clase de objeto acepta la acción de interconexión desde el gestor. Es responsable de controlar el establecimiento y liberación de cada conexión en el elemento de red. Es el punto focal de la configuración de interconexión.
- **Interconexión:** representa la conexión entre dos TP en el mismo NE. La interconexión puede ser bidireccional o unidireccional.
- **Interconexión multipunto:** representa la relación de conexiones uno-a-varios entre TP del mismo NE. Cada rama de la conexión multipunto se modela como una instancia de interconexión directamente contenida por el objeto de interconexión multipunto.

El sistema de gestión tiene la capacidad de establecer una interconexión o un grupo de interconexiones; puede desconectar puntos terminales individuales o múltiples. También tiene la capacidad de añadir o quitar una rama de una interconexión multipunto.

La ventaja de modelar una interconexión, que es por naturaleza una relación entre dos puntos terminales, mediante un objeto depende de la capacidad de asignar información operacional y administrativa a esa interconexión. Un estado operacional de "desactivado" indica que el servicio de interconexión soportado por el elemento de red no puede realizar sus funciones y que se perturba el tráfico debido al fallo del equipo. Un estado administrativo de "bloqueo" indica que, administrativamente, el tráfico está en suspenso, aunque aún exista la interconexión.

Supervisión de prestaciones

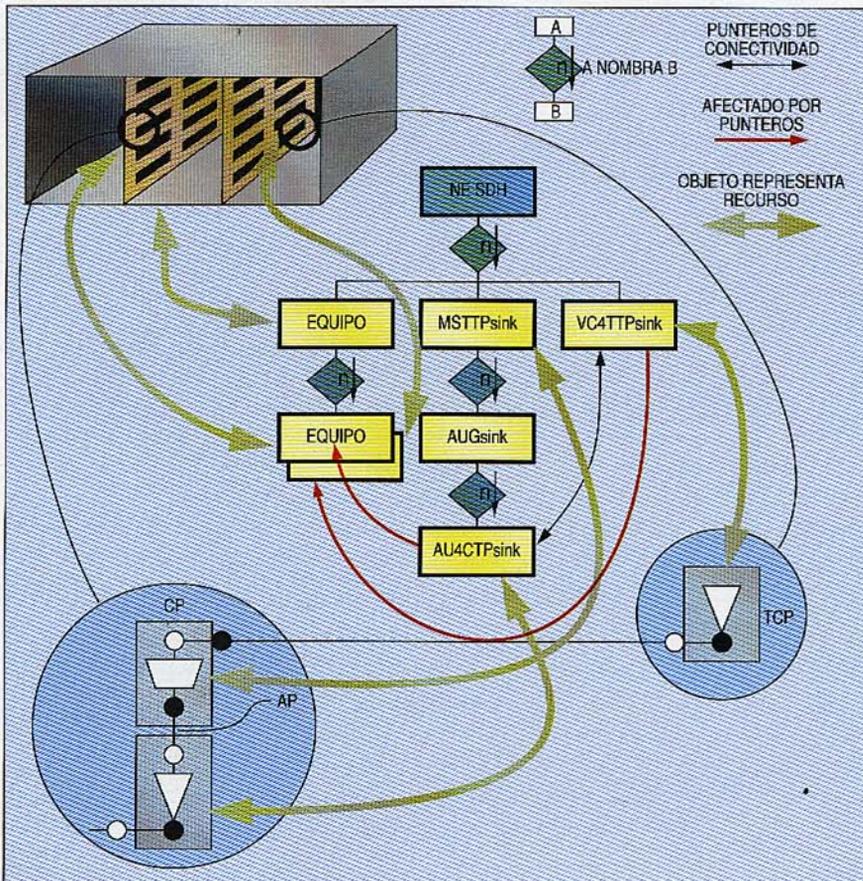
La supervisión de prestaciones en trayectos digitales está definido por el UIT-T [15, 19, 20, 21]. La Recomendación Q.822 define el conjunto de superclases genéricas de supervisión de prestaciones de las que se definen subclases específicas SDH para guardar información de las prestaciones específicas del SDH.

Los mecanismos generales de control de esta funcionalidad (asignación de recogida de datos e intervalos para informes, plan de la actividad de recogida, establecimiento de umbrales de prestaciones de informes de alarmas, etc.) se especifican para equipos de telecomunicaciones en general.

El proceso de supervisión de prestaciones se basa en la recogida de información elemental en un período de recogida llamado período de granularidad; al final de cada período de granularidad, los contadores se ponen automáticamente a cero y el proceso de cuenta empieza de nuevo. En las redes de transmisión se definen dos períodos de granularidad: 15 minutos y 24 horas.

Se definen subclases de datos actuales y de datos históricos para

Figura 8 : Jerarquía de nombres recursiva basada en el contenido físico



guardar los datos de los contadores en el período actual y en los anteriores, respectivamente. Cada una se define para las entidades de transporte de la jerarquía de transporte SDH cuya prestación se supervisa (capas de interfaz físico, de sección de regenerador, de sección múltiplex, y de trayectos de orden superior e inferior).

Conclusión

Se ha descrito en esquema la filosofía para la gestión de elementos de red SDH. Actualmente, Alcatel está en el proceso de introducir interfaces de gestión OSI normalizados basados en el modelo de información internacionalmente acordado para la gama completa de productos de transporte SDH.

El modelado de información ha demostrado ser inestimable en la especificación de las capacidades de gestión, de manera clara y no ambigua, para una amplia gama de aplicaciones de gestión. El nivel de abstracción y homogeneidad de este método ofrece una base estable sobre la que se construirán en el futuro aplicaciones más avanzadas y más variadas. Otras ramas de las telecomunicaciones se beneficiarán de este trabajo pionero en SDH. Gran parte de las especificaciones no son específicas de la tecnología, e incluso facilidades específicas SDH encontrarán gran aplicación fuera de aplicaciones específicamente orientadas al transporte. Alcatel ha demostrado su destreza en esta nueva tecnología y ha jugado un importante papel en el desarrollo de las normas internacionales.

Referencias

1. M.3010: Principios para una red de gestión de telecomunicaciones (TMN) - Recomendación del UIT-T
2. G.774: Modelo de información de ges-

3. X.701: Descripción general del sistema de gestión - Recomendación del UIT-T
4. X.721: Definición de la información de gestión - Recomendación del UIT-T
5. X.720: Modelo de información de gestión - Recomendación del UIT-T
6. X.722: Pautas para la definición de objetos gestionados - Recomendación del UIT-T
7. X.710: CMIS para aplicaciones UIT-T - Recomendación del UIT-T
8. X.711: CMIP para aplicaciones UIT-T - Recomendación del UIT-T
9. Modelo de referencia OSI de siete capas
10. Recomendaciones del UIT-T: series X.7xx
11. Recomendación del UIT-T M.3100: Modelo de red genérico
12. ETS 300 304: Transmisión y multiplexación: Modelo de información SDH para la visión del elemento de red
13. DE/TM 2208: Transmisión y multiplexación: modelo de información PDH para la visión del elemento de red
14. Q.821: Reconocimiento de alarmas
15. Q.822: Supervisión de prestaciones
16. G.803 (y G.804): Arquitectura de red de transporte basada en SDH: Recomendación (borrador) del UIT-T, Junio 1992
17. Arquitectura y normas SDH (en este número)
18. Red de transmisión: SONET y la jerarquía digital síncrona; Mike Sexton, Andy Reid
19. M.2120: Procedimientos para la locali-

zación y detección de faltas, Recomendación del UIT-T

20. Recomendación G.826

21. Recomendación G.784: Gestión SDH

Biografías

Olivier de Romémont (X.84) nació en 1963. Se graduó en la Ecole Polytechnique y entró en 1988 en Mobil Oil en un proyecto de automatización con fabricación integrada por ordenador (CIM). En 1990, se incorporó a la división de transmisión de Alcatel CIT en sistemas de interconexión y gestión de productos SDH. Está a cargo del grupo de modelado en el Centro de Tecnología Avanzada de Alcatel CIT y representa a Alcatel en los organismos internacionales de normalización.

Michael James Sexton, BSc(eng), C.Eng., MIEE, graduado en la Universidad de Londres en 1963, entró en Standard Telephones and Cables donde trabajó en numerosos proyectos de investigación y desarrollo relacionados con transmisión y proceso de la señal digital. Desde principios de los ochenta estuvo relacionado con temas sobre provisión de redes de telecomunicación, teniendo en cuenta los principales cambios de normativas y mercado en el Reino Unido en esta época. Estuvo involucrado en la especificación e introducción de algunos de los primeros casos de equipo de transmisión flexible con capacidad de gestión remota en el acceso de red. Ha jugado un importante papel en el desarrollo de las nuevas normas internacionales para transmisión basada en jerarquía digital síncrona en T1, UIT-T y ETSI desde sus primeros momentos como representante de telecomunicaciones de STC y más tarde de BNR Europe. Ahora es director de arquitectura de red en Line Transmission Systems de Alcatel donde es responsable de gestión y planificación de red y de la definición de nuevos productos.

Francis Henry nació en Varese, Italia, en 1964. Se graduó en la universidad de Lyon en ingeniería eléctrica con un Master de Ciencias. Continuó sus estudios y obtuvo en 1990 el Diplome d'Etudes Supérieures Spécialisées por la universidad de Paris-Orsay. En septiembre de 1990 pasó a CNET, centro de investigación de France Télécom, donde llevó a cabo estudios de diseño y planificación de redes. Estuvo involucrado en la definición de redes de transmisión francesas basadas en tecnologías SDH. En 1993, se incorporó a Alcatel CIT en la línea de productos de gestión de red. Es responsable de las especificaciones de Marketing de sistemas de gestión de red de Alcatel.

Stefano Schiavoni nació en Milán, Italia, en 1963. Se graduó en ingeniería electrónica en el Politecnico de Milán en 1991. Se incorporó a la división de gestión de red de Telettra en 1990, donde empezó estudiando el modelo de información de sistemas SDH y el seguimiento de la normalización europea de interfaces de gestión en equipos de transmisión. Hoy en día, trabaja en la división de sistemas de transmisión de línea de Alcatel Telettra, en el campo de gestión de sistemas.

Marie Pascale Bosse (ENS 78, Ph.D.) fue profesora en Iowa State University antes de incorporarse a los laboratorios de AT&T como miembro del Staff Técnico en Enero de 1988. Primero trabajó en proyectos de gestión de red relacionados con la red de AT&T y en equipos de transmisión de AT&T. Su responsabilidad abarcó las redes de distribución por fibra. Se incorporó a Alcatel en Enero de 1992 y es responsable de la línea de productos de gestión de red de Alcatel CIT ATC.

Disponibilidad y supervivencia de las redes SDH

J. Baudron, A. Khadr Alcatel CIT, Villarceaux, Francia
F. Kocsis Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania

El depender cada vez más de las telecomunicaciones lleva a la necesidad de una alta disponibilidad y capacidad de supervivencia de los servicios en las redes modernas. Esto es más evidente por el gran alcance de los posibles fallos en una red de fibra de gran capacidad con altos niveles de integración funcional en el equipo de nodos. Este artículo define el problema y muestra las soluciones disponibles en una red SDH.

Introducción

Las modernas sociedades industrializadas dependen cada vez más de las telecomunicaciones. El corte de servicios importantes por cualquier causa, ya sea un error humano o un fallo de un componente, puede originar costosas interrupciones de servicio a partes importantes de la comunidad. Mantener la disponibilidad del servicio, aún en condiciones de fallo, se ha convertido en un objetivo primordial. La capacidad de supervivencia de la red de transporte frente a la rotura de cables o fallos de equipo ya es un requisito obligado, al tiempo que la fácil recuperación frente a un desastre grave es la principal preocupación, tanto operacional como de planificación, de los operadores de red. El SDH proporciona una serie de mecanismos autónomos normalizados que suministran la capacidad de supervivencia frente a la mayoría de los fallos físicos del mas bajo nivel, mientras que la flexibilidad gestionada de una red SDH bien planificada proporciona, de forma eficaz, facilidades básicas para el soporte del restablecimiento del servicio.

El artículo explora la necesidad de la supervivencia, introduce el concep-

to de disponibilidad y explica como se utiliza la protección y la recuperación para mejorar la disponibilidad. Además describe los mecanismos para alcanzar la protección autónoma en subredes SDH y debate las opciones de restablecimiento del servicio en una red SDH grande.

Disponibilidad en redes SDH

La disponibilidad A de un recurso en un período de tiempo se define como la relación entre el tiempo en que el recurso está disponible y el tiempo total. La medida o el cálculo en un período de tiempo muy grande o en un número estadísticamente significativo de instancias da la disponibilidad asintótica, que se utiliza como una medida general de comparación. La indisponibilidad U es el complemento de A , así $U=1-A$. Si consideramos constantes en el tiempo al tiempo medio entre fallos ($=1/\lambda$) y al tiempo medio de reparación ($=1/\mu$) y si $\lambda \ll \mu$ entonces U es aproximadamente igual a la relación λ/μ .

Un camino SDH o una conexión de subred tiene una indisponibilidad U , que es la suma de las indisponibilidades de las conexiones de sus enlaces componentes U_1 y de las conexiones de la subred U_{sn} . U_1 depende directamente de la indisponibilidad del trayecto servidor (trayecto HO ó sección múltiplex) y U_{sn} es la suma de todas las $U\lambda$ y de todas las U_{sn} en el siguiente nivel de particionado de la misma capa. Asumiendo que $U_{sn}=U_c$, la indisponibilidad del equipo SDH que realiza la matriz básica es:

$$U = \sum U_1 + \sum U_m$$

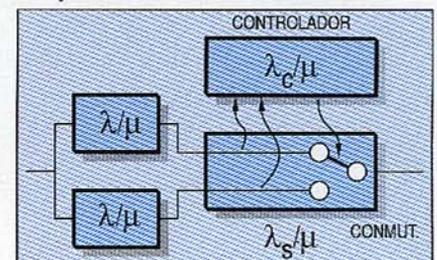
Aplicando esta expresión de manera

recursiva dentro y entre capas se puede calcular la disponibilidad de un camino SDH, lo que da un conocimiento de la disponibilidad de los componentes individuales de la red física.

Un sistema auto-reconstruible es aquel en el que se suministran recursos redundantes que pueden sustituir a los recursos en fallo al detectarse un fallo. Teniendo en cuenta que la tasa de fallos asociada al mecanismo de detección y sustitución, λ_s , es mucho mejor que la del propio recurso y que la tasa de fallo del recurso, λ , es tan pequeña que $\lambda^2 \ll \lambda_s$ se puede alcanzar una significativa mejora de la disponibilidad. Esto se ilustra en la Figura 1. El principio se usa en la protección de equipos SDH en los que los recursos son unidades reemplazables dentro de un equipo, y también en la protección de redes SDH donde los recursos son entidades de transporte tales como conexiones, trayectos o secciones.

El término "protección" se utiliza normalmente cuando los recursos redundantes son fijos y están asignados previamente a una tarea específi-

Figura 1 : En este diagrama la indisponibilidad, λ/μ , se representa sola y con protección. La protección se realiza mediante un conmutador (indisponibilidad λ_c/μ), que se controla por un controlador (indisponibilidad λ_s/μ). La indisponibilidad del sistema depende de la indisponibilidad del conmutador.



ca de protección, mientras que el término 'restablecimiento' se utiliza cuando la capacidad redundante no está asignada previamente, pero debe ser 'descubierta' por alguna inteligencia de red. Esta simple distinción puede ser difícil de mantener en el futuro ya que la inteligencia de la red se distribuirá más concienzudamente.

Impacto en el servicio al fallar el transporte de red

El impacto en el servicio al fallar el transporte depende naturalmente de la amplitud del fallo, pero no es igual para todos los servicios. Por ejemplo, la telefonía de voz puede seguir funcionando satisfactoriamente en presencia de un fallo en el transporte bastante grande, ya que las redes telefónicas se suelen planificar para suministrar físicamente diferentes capacidades de transporte entre los nodos de la RTPC. Las llamadas existentes que utilizan la facilidad en fallo se tiran y los interlocutores deben restablecer la comunicación sobre las restantes facilidades. Suponiendo que esto no sucede muy frecuentemente, el inconveniente resultante se considera frecuentemente como menor y aceptable. Si hay una provisión inadecuada en términos de capacidad de reserva, de forma que la congestión se deba a los reintentos de llamadas, el impacto en el servicio llegará a ser inaceptable.

La comunicación de datos es más variada en velocidades de datos y protocolos que usan y también en los servicios de usuario soportados. Algunas transacciones de baja velocidad como las utilizadas por EFTPOS (transferencia electrónica de dinero en puntos de venta) son similares a las de telefonía vocal en niveles de inconvenientes y alcance, pero el fallo de las alarmas de seguridad remotas a velocidades similares podría ser mucho más serio. Archivar los datos en sistemas de ordenadores distribuidos ó en estaciones de trabajo de gran potencia dentro de un entorno de trabajo distribuido tiene diferentes debilidades con mayor ó menor impacto.

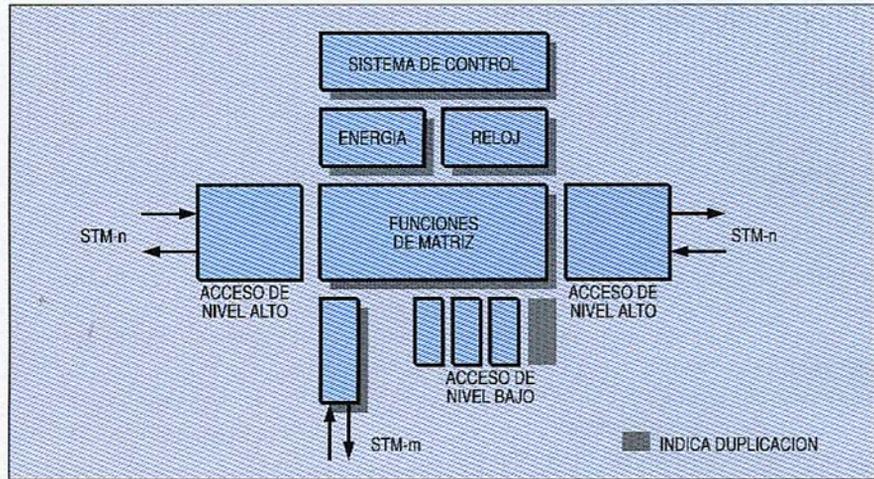


Figura 2 : Equipo y su protección

Los usuarios de líneas alquiladas dedicadas son generalmente más vulnerables a los fallos. Es común en las redes actuales que dichos usuarios alquilen también la capacidad de reserva, sin embargo muchos operadores no pueden garantizar la diversidad de líneas de trabajo y de reserva. La pérdida total de dicha capacidad durante un período incierto y largo puede ser catastrófica para muchos usuarios de negocios.

Desde una perspectiva de los servicios se aplican mecanismos de protección o restablecimiento en donde el tiempo de respuesta puede ser crítico. De nuevo, la telefonía no se ve seriamente impactada por una interrupción corta (~50 ms) si no se pierden llamadas. Si por el contrario la interrupción es de gran alcance y lo bastante grande como para desechar un gran número de llamadas en progreso, la posterior actividad de restablecimiento de llamadas en la RTPC puede originar una sobrecarga transitoria de señalización con un impacto comparable al de no tener protección. Los tiempos de respuesta más largos son, en general, tolerables en incidencias poco frecuentes, ó en fallos de pequeño alcance, si hay otras ventajas como las económicas.

Los mecanismos normalizados de protección del núcleo SDH proporcionan una capacidad limitada de diferenciación basada en la disponibilidad

de servicio, y dan acceso a los canales de protección para el tráfico de baja prioridad, que se elimina al activarse el mecanismo de auto-protección. Se recurrirá o no a la protección de la subred en la capa de trayectos según la prioridad del servicio, proporcionando alguna flexibilidad. Los sistemas de restablecimiento basados en la reoptimización de toda la red pueden generalmente asignar recursos según la prioridad del servicio.

Los mecanismos de auto-protección se pueden comparar mediante un compromiso entre tres parámetros: complejidad, medida según la cantidad de información y proceso requerido; coste, en términos de cantidad de facilidades redundantes que se deben planificar; y tiempo de respuesta, en milisegundos, segundos ó intervalos más grandes para una total reoptimización de la red tras una incidencia seria.

Mecanismos de protección de la red y del equipo

Los fallos en la red se reparan con procedimientos normalizados aplicados a las conexiones de enlace (directamente ó a través del trayecto ó sección que sirven) ó a las conexiones de subred. Se puede mejorar la disponibilidad de un equipo aplicando protección local. Muchas funciones

comunes como la energía, alimentación, generación de reloj y matriz de trayectos, así como ciertas funciones de tributarios eléctricos se suelen proteger de esta forma. Los mecanismos detallados no están sujetos a normalización

Cada componente electrónico elemental tiene una tasa de fallo (λ) asociada, a partir de la cual se deduce la disponibilidad de la placa utilizando la tasa de reparación μ . Por otro lado, los componentes lógicos son hoy tan complejos que también hay que tener en cuenta la probabilidad de fallo lógico. La disponibilidad del equipo se determina a partir de estos datos.

La disponibilidad del equipo se puede mejorar con una buena práctica de diseño conocida a veces como protección "pasiva": la arquitectura del equipo se elige de forma que la transmisión de un servicio no se vea afectada innecesariamente por un fallo de las funciones de control, por ejemplo.

Redundancia del equipo

Los equipos de Alcatel utilizan la protección 1:n en ciertas clases de tributarios múltiplex ó puertos de transconexión. Estos están fuera del ámbito de los mecanismos normalizados de protección de redes. También se utiliza la protección 1:1 en determinados subsistemas claves, como matrices, generadores de potencia y generadores de reloj, en los cuales un fallo puede afectar a gran cantidad de tráfico ó, más importante, puede comprometer la capacidad de los NE (elementos de red) para suministrar protección de red.

La Figura 2 muestra un equipo y su protección que sigue estos principios.

Defensa del software

Los fallos del software se pueden detectar bien por autopruebas, bien por verificaciones durante la operación; los mecanismos que proporcionan protección a tales fallos se llaman frecuentemente mecanismos de

defensa. El primer paso en el procedimiento de defensa es aislar el componente en fallo para que no se propague el fallo. Se puede aplicar antes ó después de terminar el proceso en curso, según el criterio de fallos. Se puede entonces empezar una reconfiguración, en la que las funciones afectadas por el componente en fallo se distribuyen a otros recursos del equipo para compartir la carga. El rearranque del nuevo componente puede ser o caliente, sin verificar el contexto (ó en el último punto de verificación), o frío, con un nuevo contexto. Aparte de la recuperación autónoma del fallo, estos mecanismos proporcionan importantes capacidades de mantenimiento ya que permiten que los recursos hardware o software se puedan cambiar ó mejorar durante el servicio.

Protección de redes SDH

Para la protección de redes SDH se proporciona una serie de mecanismos normalizados. Los sistemas exclusivos de protección automática de líneas fueron unas facilidades muy reputadas en el entorno PDH (jerarquía digital plesiócrona). Proporcionaban protección contra la rotura de cable ó contra los fallos de los componentes ópticos. Las normas APS de SDH basadas en estos probados principios se definen en G.783. La eficacia de

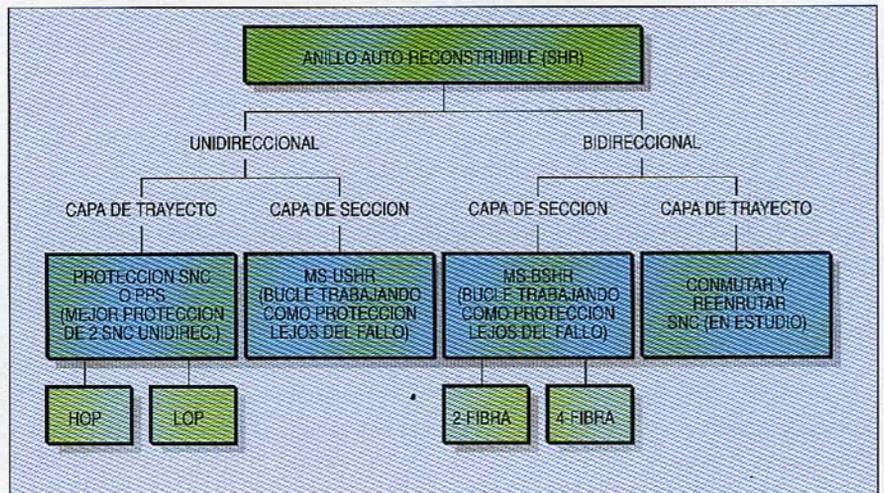
tales sistemas se mejora naturalmente si los cables de trabajo y protección se enrutan de diferentes maneras, aunque esto no es frecuentemente posible en sistemas lineales. La diversidad de rutas se explotó más eficazmente en las normas de anillos utilizando multiplexores de inserción y extracción. Esto sólo es realmente viable en un entorno SDH.

Protección de secciones de múltiplex (MSP)

Una MSP se caracteriza por una subcapa de protección formada a partir de las cargas útiles de n secciones de trabajo y de m secciones de protección. La conmutación de protección comienza con un indicativo de fallo de sección en una de las secciones de trabajo, que se reemplaza por una sección de protección.

- Los sistemas $m:n$ y $1:n$ se usan normalmente en grandes sistemas de líneas repetidoras donde el coste de una protección más exclusiva puede ser prohibitivo. El fallo se detecta en el receptor, pero se debe enviar hacia atrás al transmisor, de forma que el tráfico de trabajo se pueda pasar al canal de protección. Para este propósito, los kilobytes de la tara de sección proporcionan el canal de señalización.
- Los sistemas $1:1$ se utilizan en

Figura 3 : Principales mecanismos de protección de anillos



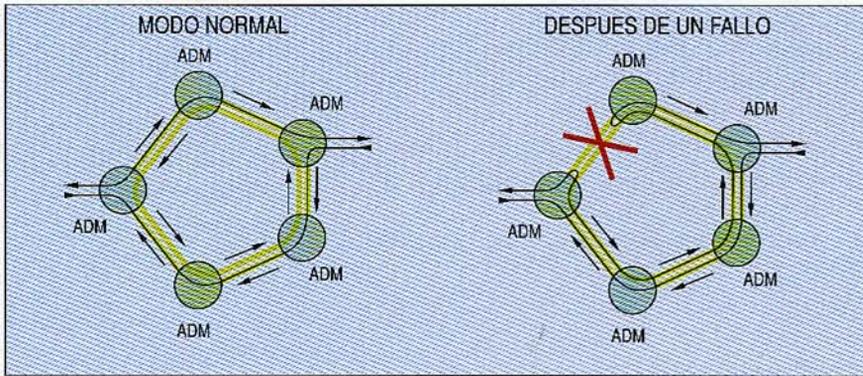


Figura 4 : Mecanismos principales: MS-USHR

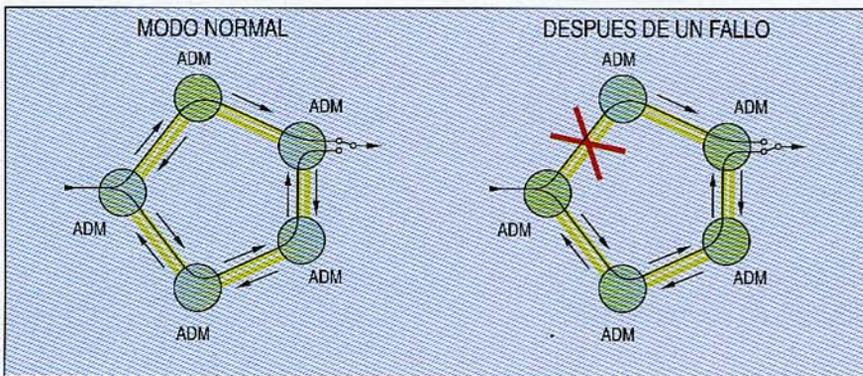


Figura 5 : Mecanismos principales: SNC (protección de trayectos)

rutas de baja capacidad ó simplemente en rutas cortas donde el coste de una redundancia 100% no es necesariamente prohibitiva. Todos estos sistemas pueden transportar tráfico de baja prioridad en los canales de protección; son normalmente simétricos y reversibles.

- Los sistemas 1+1 trabajan en modo asimétrico y unidireccional con el transmisor puentado permanentemente y la conmutación de protección se realiza autónomamente en el receptor sin necesidad de señalización hacia atrás.

También se suministran facilidades normalizadas de mantenimiento APS tales como el cierre de protección y la conmutación forzada; se coordinan por señalización extremo a extremo a través de los canales de kilobytes.

Redes de anillo

Los anillos son particularmente interesantes ya que representan la conec-

tividad física más baja posible entre un conjunto de nodos, que además garantiza dos conexiones diferentes entre cualquier par de nodos. Varios mecanismos han sido normalizados ó están siendo considerados para normalizar. Los tipos de anillos se pueden distinguir según dos características básicas: la entidad que es conmutada y la fuente del disparador de la conmutación de protección. Los principales mecanismos de protección de anillos se clasifican en la Figura 3.

En los anillos unidireccionales MS auto-reconstruibles (MS-USHR) se forman conexiones bidireccionales de trabajo asignando los componentes de emisor y receptor a un par de conexiones unidireccionales en una fibra ascendente y descendente respectivamente, de forma que la información fluya desde ambos componentes en la misma dirección. Las conexiones de protección unidireccionales están disponibles desde el anillo suministrado por las restantes fibras ascendentes y descendentes. El fallo

da lugar a que la conexión unidireccional interrumpida se ponga en bucle en un anillo de protección lejos del fallo (Figura 4).

La protección de las conexiones de subredes en un anillo conmutado de trayectos unidireccionales incluye el puentado en el nodo en donde la conexión entra en el anillo, de forma que la señal se transmite simultáneamente en ambas direcciones por el anillo. La selección se hace en el nodo de salida por la mejor de las dos conexiones, y se basa en el criterio normal de fallo de la conexión normal (AIS - señal de indicación de alarma - ó LOP), Figura 5.

Este mecanismo no se limita sólo a los anillos sino que puede ser utilizado en cualquier subred que suministre dos enrutamientos diferentes entre pares de nodos.

Los anillos de dos fibras se definen con nodos que tienen un puerto óptico bidireccional hacia el este y otro hacia el oeste. La mitad de las conexiones de enlaces en cada MS se asigna como grupo de trabajo y la otra mitad como grupo de protección. Cuando hay un fallo se conmutan los canales de trabajo bidireccionales a canales de protección lejos del fallo.

Los anillos de cuatro fibras se definen con nodos que tienen dos puertos bidireccionales en cada dirección. Todas las conexiones de enlaces en un MS se asignan para trabajo y todas las del otro MS para protección. La respuesta de la conmutación de protección es la misma que para el caso de dos fibras por fallo de cable ó de nodo, pero en el caso de fallo de un único enlace la respuesta es la misma que en un APS punto a punto 1:1 clásico.

El principio del MS-BSHR es el mismo en las versiones de dos y cuatro fibras. Se ilustra en la Figura 6. Una extensión del protocolo de kilobytes utilizado en el APS lineal se emplea para señalar una petición de puente sobre el trayecto largo en el anillo y para enviar el final de sección en fallo. También hay que asegurar que todos los nodos de tránsito están preparados para el paso.

Se ha propuesto la protección de los anillos bidireccionales en la capa de trayecto para evitar la longitud adicional del circuito debida al trayecto de protección, lo cual es importante en anillos físicamente muy largos (p. ej., los transatlánticos). No obstante, actualmente se dispone de mecanismos no normalizados.

Asignación de capacidad y reutilización del ancho de banda

Las diferentes propiedades de cada tipo de anillo tienen implicaciones en las reglas de asignación de capacidades aplicables a las capas de cliente. Por convenio, la conexión protegida en un MS-USHR ocupa un intervalo de tiempo de canal en todo el anillo. Una conexión protegida similar en un MS-BSHR sólo ocupa el intervalo de tiempo de canal de la ruta seleccionada, dejando el mismo intervalo de tiempo/canal disponible para transportar más tráfico entre otros nodos del anillo. Esta capacidad de reutilización del ancho de banda permite una mayor eficacia en situaciones en las que el tráfico es casi uniforme. Si por el contrario, el tráfico es predominantemente variable no hay ventajas de capacidad frente al USHR.

Si se usan diferentes reglas de asignación de capacidad en el MS-USHR, de forma que dos conexiones unidireccionales se enruten independientemente por la ruta más corta utilizando diferentes intervalos de tiempo de canal, se puede alcanzar una habilidad similar para compartir la capacidad.

La habilidad de compartir la capacidad de protección ó no lleva a una posterior distinción entre mecanismos de protección compartida y de protección dedicada. Esta terminología también se usa frecuentemente.

El anillo conmutado de trayecto unidireccional es dedicado, con una capacidad similar fija independiente del tráfico, sin posibilidad de compartir el ancho de banda. No obstante, al ser la granularidad del mecanismo de protección una única conexión en vez de un grupo, es normal-

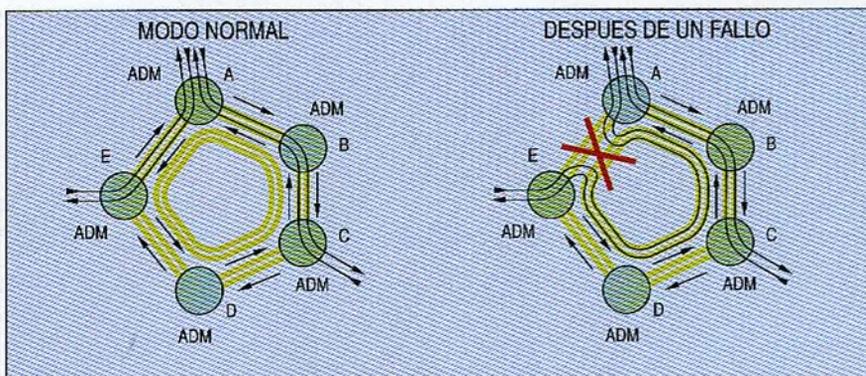


Figura 6 : Mecanismos principales: MS-BSH

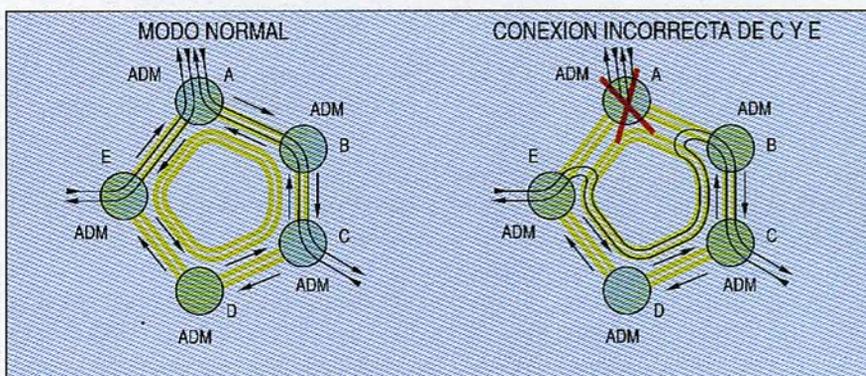


Figura 7 : Mecanismos principales: MS-BSHR y aspectos de conexión incorrecta

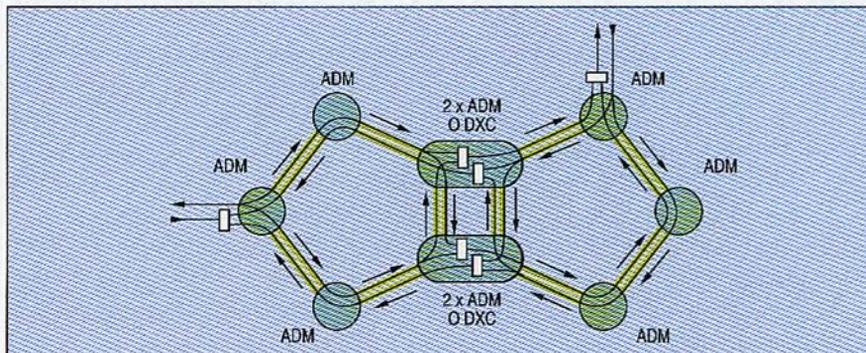


Figura 8 : Interconexión de anillos: SNC (protección de trayectos) en aplicaciones multi-anillo

mente posible seleccionar una mezcla de conexiones protegidas y no protegidas. Además, las conexiones no protegidas se pueden enrutar de diferentes formas para asegurar que no fallen más de la mitad al tiempo. Este escenario mixto se considera frecuentemente como un buen compromiso para el tráfico combinado de líneas alquiladas/RTPC, sobre todo en accesos en los que el diagrama de tráfico es predominantemente variable.

Conexión incorrecta y silenciamiento

Los anillos de protección compartida, en los que se utiliza el mismo intervalo de tiempo de canal en diferentes trayectos hacia los puertos este y oeste de un único nodo, son vulnerables a una conexión incorrecta si falla el nodo. Esto se ilustra en la Figura 7 para el MS-BSHR.

Para evitar la conexión incorrecta se utiliza el protocolo de kilobytes que permite a los dos nodos adyacentes al del fallo determinar donde ha

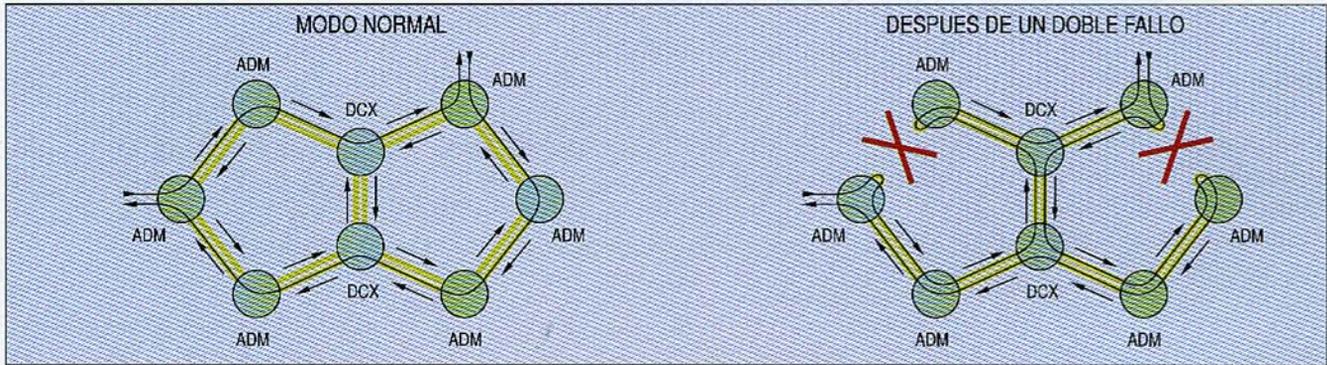


Figura 9 : Interconexión de anillos: MS-USHR en aplicaciones multianillo

fallado un nodo (en oposición a un fallo único de enlace). La información se pasa hacia arriba a la capa del cliente en estos nodos, que son entonces capaces de suprimir las señales en las conexiones que han sido suprimidas en el nodo en fallo, remplazándolas con AIS. Este proceso se llama silenciamiento. El conmutador de protección no puede actuar hasta que se ha terminado el silenciamiento. No

obstante la respuesta de protección se debe completar en 50 ms, aún para anillos de más de dieciséis nodos.

Interconexión de subredes de nodos duales

Para asegurar la alta disponibilidad de un trayecto por el cual transitan múltiples subredes es, en general, necesari

rio suministrar al menos dos interconexiones independientes entre las dos subredes. Las arquitecturas de estas interconexiones de nodos duales están muy influenciadas por la estrategia de protección empleada en las subredes.

La Figura 8 ilustra la facilidad "suprimir y continuar", que se debe implantar en los nodos interconexiónados de dos subredes en las que la protección de SNC se realiza en la capa de trayecto. Los fallos en cada anillo se reparan independientemente. Alternativamente, los anillos interconexiónados se pueden contemplar como una subred parcialmente en malla con protección en el borde. En este caso sólo se puede reparar un fallo en la subred.

Figura 10 : Interconexión de anillos: MS-BSHR en aplicaciones multianillo: solución Bell-core en modo normal

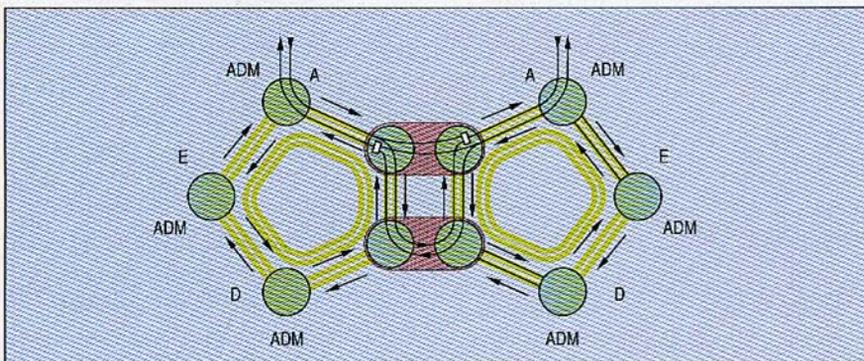
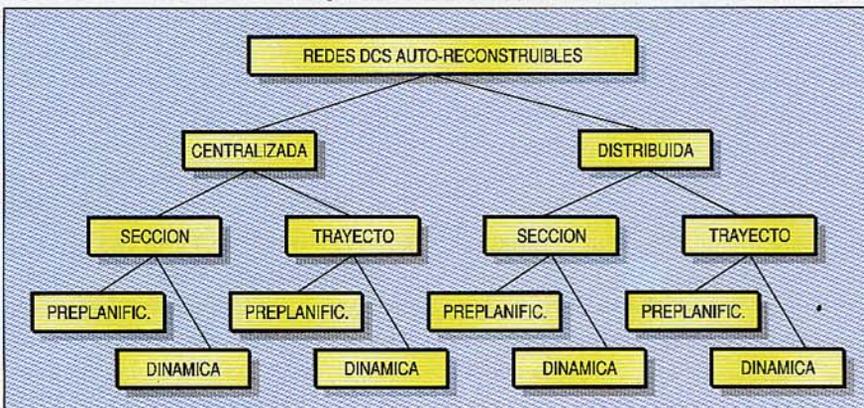


Figura 11 : Clasificación de las arquitecturas de redes auto-reconstruibles basadas en DCS



La Figura 9 ilustra la arquitectura más simple que soporta la interconexión entre dos MS-USHR. De nuevo se pueden reparar fallos independientes en dos anillos diferentes.

El método de interconexión de nodos duales entre dos MS-BSHR, ilustrado en la Figura 10, se basa en el principio de suprimir y continuar de la capa de trayecto utilizado en la protección de SNC.

Restablecimiento de la red

Los sistemas de restablecimiento responden a los fallos utilizando la inteligencia de la red para obtener nuevas alternativas de enrutamiento, más ó menos optimizadas, que restauren la demanda existente, haciéndose cargo del fallo. Hay especial interés en apli-

car tales sistemas en el núcleo de la red en lugar de sistemas de protección más localizados, ya que la ganancia de eficacia es más significativa en esta aplicación. Estos sistemas utilizan transconectores digitales de alta capacidad (DCS) desplegados en una malla moderadamente bien conectada. Los sistemas de restablecimiento difieren en su arquitectura, estrategia y procedimientos. La *Figura 11* y la *Tabla 1* utilizan estas facilidades como base de una amplia caracterización.

Una infraestructura SDH homogénea proporcionará comunicaciones integradas totales con supervisión normalizada y arquitectura uniforme, todo lo cual contribuirá a un restablecimiento más eficaz y sensible. En particular, las redes homogéneas integradas suministrarán medios más eficaces para la localización de fallos y la identificación de los trayectos en fallo. Los primeros despliegues es probable que sean incompletos y no serán completamente homogéneos. Además, los elementos de la infraestructura no se integrarán necesariamente desde un punto de vista de gestión de red. Tales condiciones llevarán normalmente a utilizar la limitada información disponible en los DCS para deducir el estado actual de la red (localización de fallos y trayectos afectados). La mayoría de los sistemas de restablecimiento existentes utilizan una arquitectura centralizada (*Figura 12*), y reoptimizan la red en fallo utilizando un algoritmo similar al usado en la asignación inicial de trayectos. Tales sistemas son conceptualmente sencillos. No obstante, hay que prestar una atención especial a la fiabilidad y velocidad de las comunicaciones de datos y a la eficacia de los algoritmos de cálculo.

Los avances en el área de sistemas distribuidos y descentralizados, las redes complejas ó muy grandes, así como las mayores y más rigurosas restricciones desde el punto de vista del tiempo de respuesta y fiabilidad han llevado a los investigadores y a los diseñadores de red a considerar arquitecturas parcial ó totalmente

Arquitecturas de Control		
Atributo	Centralizada	Descentralizada
complejidad en la red	más baja	más alta
nivel de soporte de las normas	más baja	más alta
tiempo de respuesta	más lento	más rapido
vulnerabilidad	más alta	más baja
administración	sobrecarga mayor	sobrecarga más baja
requerimientos locales de memoria	más alta	más bajos

Restablecimiento de sección y HOP		
Atributo	Restablecimiento de sección	Restablecimiento de trayecto
velocidad	potencialmente más rápida	generalmente más lenta
complejidad algorítmica	más baja	más alta
eficacia de utilización de la capacidad	más baja	más alta

Procedimientos preplanificados y dinámicos		
Atributo	Preplanificados	Dinámicos
complejidad	más baja	más alta
adaptación de la red	mala	buena
velocidad de respuesta	más rápida	más lenta
fiabilidad/resistencia	más baja	más alta

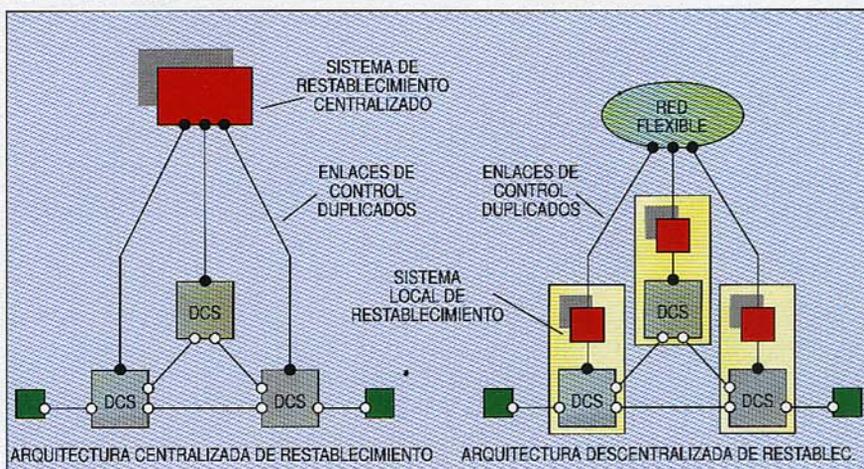
Tabla 1 - Comparación de las opciones de protección/restablecimiento en redes DCS

descentralizadas (*Figura 13*). Hay que considerar muchas cuestiones para llegar a la división óptima entre información distribuida e información mantenida centralizada. Los sistemas descentralizados (distribuidos) requerirán normalmente el soporte de normas adicionales.

El "restablecimiento del trayecto" y el "restablecimiento de sección",

representados en la *Figura 13*, son los dos principales métodos utilizados para soportar el restablecimiento de red. El restablecimiento de trayectos se basa en el principio de que los fallos se utilizan para identificar los trayectos (ó más generalmente conexiones de red) afectados, que se restablecen con trayectos alternativos que no están totalmente limitados por la

Figura 12 : Arquitectura de control de la red auto-reconstruible DCS



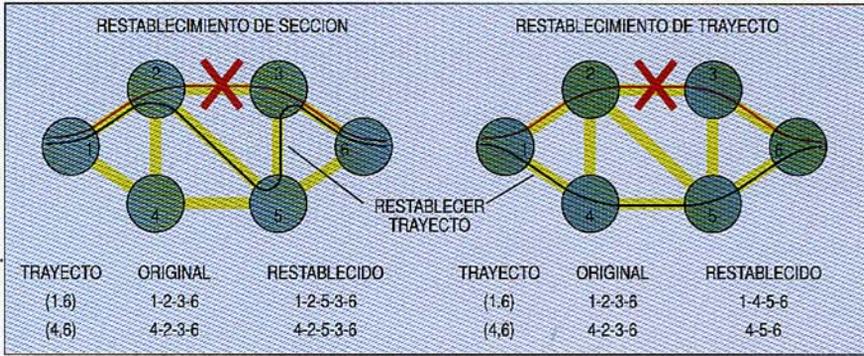


Figura 13 : Restablecimiento basado en trayectos y secciones en redes auto-reconstruibles basadas en DCS

estructura del original (trayecto impactado). El restablecimiento de trayectos es un recurso relativamente eficaz pero requiere información de un ámbito bastante amplio. Por otro lado, el restablecimiento de sección se basa en los fallos sólo relativos a secciones (ó posibles conexiones de enlace) que después se reemplazan por un conjunto apropiado de secciones (conexiones de enlace). Por ello, el restablecimiento de sección es en principio más sencillo que el restablecimiento de trayectos pero no es, normalmente, tan eficaz.

En un intento de simplificar el diseño de los sistemas de restablecimiento, así como para minimizar los retrasos debidos al tiempo de proce-

so, los diseñadores han introducido la noción de restablecimiento parcial ó totalmente "preplanificado" mediante el cual, para un evento específico, se ejecutará una acción predefinida de restablecimiento. Para evitar las limitaciones de un sistema totalmente preplanificado, se recurrirá inicialmente a un sistema parcialmente preplanificado con acciones predefinidas, y si éstas no tienen éxito se ejecutarán procedimientos dinámicos.

Los principales aspectos funcionales de una subred del núcleo se ilustran en la Figura 14. Un enlace entre dos nodos adyacentes se refiere a una entidad topológica asociada a un conjunto de conexiones de enlace (ó conexiones de enlace en tándem) que

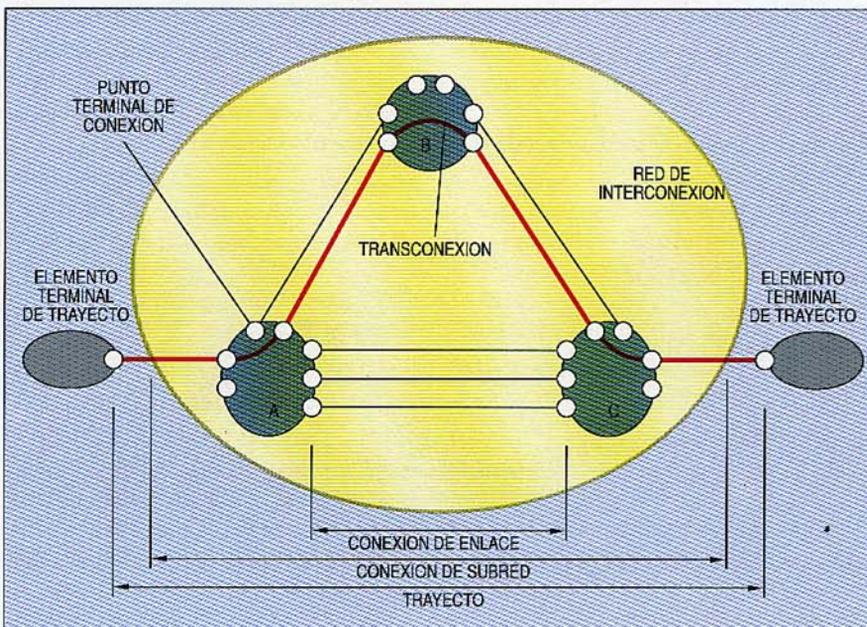
transportan una señal VC-4 entre los puntos de terminación de la conexión (conexión). La subred del núcleo se utiliza para soportar parte de un trayecto extremo-a-extremo, denominado conexión de subred, tal como se indica en la Figura 8. El papel de la subred del núcleo es suministrar conexiones protegidas de la subred en el sentido siguiente. Si ocurre un fallo en la red de transporte que afecte a un trayecto dado (ó a un conjunto de trayectos), la conexión de subred original se sustituye por una conexión de red alternativa (protección) que utiliza los mismos puntos de terminación que la inicial conexión de subred. Como se ha mencionado anteriormente, la protección de las conexiones de subred se pueden realizar o usando técnicas de restablecimiento de trayecto ó de sección. En ambos casos la conexión de subred alternativa se crea mediante modificaciones de los transconectores en un conjunto apropiado de DCS.

Principios de restablecimiento

Para que la subred funcione eficazmente debe tener la capacidad suficiente de red de reserva a utilizar en la creación de conexiones de subred alternativas. Optimizar el tamaño de la capacidad de la red de reserva, teniendo en cuenta el alcance probable de los posibles fallos, es una de los problemas básicos de cualquier procedimiento de restablecimiento.

Un elemento clave del proceso de restablecimiento es el conjunto de eventos que pueden arrancar una actividad de restablecimiento. Los fallos internos de los elementos de la red que afectan a los transconectores ó a los puntos terminales identificarán rápidamente las conexiones de red impactadas y la localización del fallo. Las alarmas de transmisión detectadas por un elemento de red se originan bien por fallos en otro elemento de la red, bien por fallos en la propia línea de transmisión (p. ej., un corte de cable). En el caso de redes integradas homogéneas, el proceso de localización de fallos puede ser sencillo. No obstante, en el caso en el que los DCS sean la fuente

Figura 14 : Modelo de red de transporte



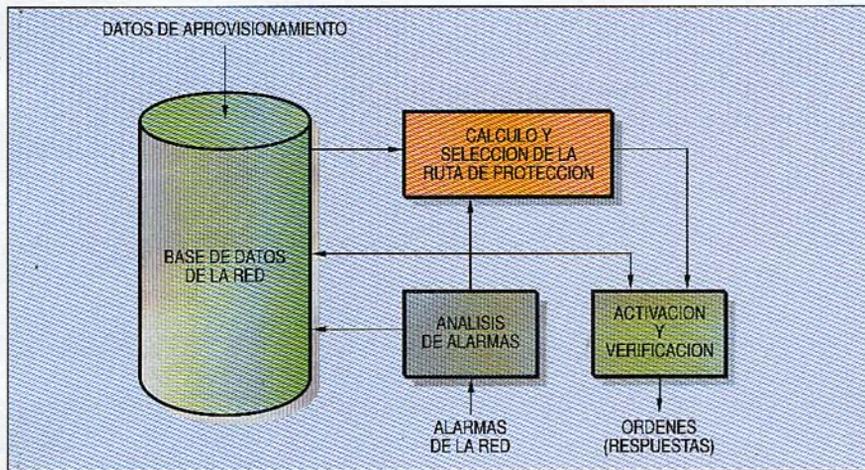


Figura 15 : Diagrama de bloques de la función de restablecimiento

principal de información de la red, el proceso de localización de fallos es más complejo. En tales circunstancias todas las AIS generadas por los elementos de la red asociados a la conexión de red necesitarán ser analizadas para identificar la localización del fallo. Hay que hacer notar que la localización de fallos sirve para identificar los recursos de red que aún se pueden utilizar en el restablecimiento de una conexión de red.

Al asignar conexiones a la subred también se les puede dar una prioridad. Este parámetro se utiliza para determinar el orden en que se tienen que restablecer varios trayectos que han fallado simultáneamente. Esta es una facilidad valiosa ya que permite un mayor grado de servicio en los trayectos de más alta prioridad.

El derecho de propiedad es otra facilidad que explota la diferenciación de servicios para reducir el nivel del aprovisionamiento de reserva. Se refiere esto a la posibilidad de restablecer un trayecto en fallo de una prioridad determinada usando recursos asociados a otro trayecto activo de prioridad más baja. Sólo se utiliza cuando no se pueden encontrar recursos asignados para restablecer un determinado trayecto en fallo.

Proceso de restablecimiento de trayectos

Normalmente el proceso de restable-

cimiento de trayectos se realiza de la siguiente forma:

- Recogida de alarmas: a la recepción/detección de la primera alarma de red puede ser necesario esperar un corto período, el suficiente para asegurar que se han recibido todas las notificaciones importantes asociadas antes de proceder a la siguiente fase de análisis.
- Análisis de alarmas: recogidas las alarmas, se analizan sus datos para determinar que entidades están afectadas por los fallos y si pueden empezar las actividades de restablecimiento.
- Selección de conexiones: se selecciona(n) la(s) conexión(ones) alternativa(s) de subred a utilizar para restaurar el(los) trayecto(s) afectado(s) mediante un algoritmo que minimiza la utilización de los recursos de la red.
- Realización: las conexiones alternativas de subred seleccionadas se realizan modificando, casi en paralelo, una serie de interconexiones en cada DCS afectado. Este paso se considera terminado cuando se intercambian los reconocimientos apropiados entre los elementos del sistema de restablecimiento.
- Validación: en este paso final se verifican las condiciones de alarma para confirmar el éxito de la actividad de restablecimiento.

La Figura 15 presenta el diagrama de bloques simplificado del proceso de restablecimiento. Es innecesario decir que, en el caso de arquitecturas descentralizadas, los bloques funcionales se realizarán por elementos de todo el sistema de restablecimiento. Se espera que un sistema centralizado de restablecimiento dinámico de trayectos bien diseñado sea capaz de restaurar alrededor de 120 trayectos VC-4 en diez segundos.

Conclusiones

La alta disponibilidad y supervivencia son las principales preocupaciones de los operadores al diseñar redes SDH. Para alcanzar estos objetivos se dispone de una gran variedad de mecanismos, exclusivos y normalizados. Las arquitecturas en anillo son las más apropiadas para aplicaciones de subredes de acceso, metropolitanas y regionales, mientras que los sistemas de restablecimiento HOP suelen ser muy apropiados en aplicaciones de redes de núcleo de alta capacidad. Las interconexiones entre estas subredes dan lugar a una necesidad de arquitecturas de nodos duales que combinen la alta disponibilidad con estrategias de puesta a punto eficaces.

Con pocas excepciones estos mecanismos se deberían utilizar en una base exclusivamente local. Es posible, por ejemplo, suministrar una disponibilidad muy alta a un cliente preferente de línea alquilada con restablecimiento ó protección de trayectos extremo-a-extremo, aún donde las facilidades de tránsito de trayecto(s) asignado(s) están localmente protegidas en una capa más baja. También puede ser interesante utilizar un anillo de área metropolitana como base de un transconector distribuido que actúa como nodo lógico en una red de interconexión con restablecimiento automático. Pero no hay ventajas cuando se aplica el restablecimiento de trayecto a la misma subred a la que también se aplica la protección de trayectos, ni en ningún punto donde se

intente aplicar la protección de subred y la protección de MS en el mismo anillo.

En el futuro está previsto que los principios de restablecimiento automático se extiendan a la red LOP, en donde se mezclarán con el seguimiento automático de la carga para suministrar mecanismos más potentes de mejora de la eficacia operacional y de la calidad de servicio de la RTPC. Con las facilidades de capacidad de supervivencia y las capacidades avanzadas de gestión de las modernas redes SDH se establecerán nuevas normas de disponibilidad del servicio y de eficacia en la utilización de recursos.

trabaja en Alcatel CIT donde es responsable de la gestión de los sistemas de transmisión submarina y restablecimiento de redes en redes de transporte.

Biografías

Jacques Baudron nació en 1954 en París. Se graduó en la Ecole Spéciale de Mécanique et d'Electricité en 1980. Ingresó en la división Line Transmission de Alcatel en 1989 en el equipo de especificaciones de sistemas y arquitecturas. Actualmente trabaja en arquitectura de redes y, en particular en disponibilidad de redes.

Ferenc Kocsis nació en Hungría en 1951. Recibió el grado MSc en ingeniería informática en 1975 y el grado PhD en proceso de señal digital en 1986 por la Universidad Técnica de Budapest, Hungría. De 1975 a 1991 estuvo en el Instituto de Investigación para las Telecomunicaciones de Budapest. Desde entonces ha sido miembro del Staff técnico en la división Line Transmission Systems de Alcatel SEL, donde ha estado involucrado en el diseño de sistemas para asuntos relacionados con anillos SDH, redes de acceso y TMN.

Amr Khadr recibió el grado PhD en Ingeniería de Sistemas por la Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, EE.UU. en 1982, donde fue profesor hasta 1985. Después trabajó en los laboratorios AT&T Bell, entre 1985 y 1991, especializándose en gestión de red. Actualmente

Sincronización y temporización SDH

W.E. Powell Alcatel Network Systems, Raleigh NC, EE.UU
R.W. Cabbage Alcatel Network Systems, Richardson TX, EE.UU
J. L. Ferrant Alcatel CIT, Villarsceaux, Francia
M. Wolf Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania

Introducción

La amplia distribución de la digitalización de las redes telefónicas digitales fue anunciada asumiendo un funcionamiento síncrono. Las redes síncronas tal como existen hoy en día se justificaron y distribuyeron en estrecha asociación con la conmutación digital. La red de transmisión, que se desarrolló al mismo tiempo sobre la base de la jerarquía digital plesiócrona (PDH), no necesitaba en sí misma una sincronización, por lo que pudo ser instalada independientemente, pero se requirió el proporcionar servicios de distribución de referencia de sincronización a la red. Los mecanismos de transferencia de información de temporización PDH, como la codificación y la justificación de línea (relleno de bits), que se necesitan en la recuperación de los datos transmitidos, proporcionan la adecuada transparencia para utilizarse como canales de distribución de referencia del sincronismo. En la red PDH actual, tales canales se suministran casi exclusivamente por grupos múltiplex primarios a 1544 kbits/s (EE.UU.) y 2048 kbits/s (Europa).

El SONET/SDH se basa en la misma estructura síncrona de trama de 125 μ s, organizada en octetos, que los grupos múltiplex primarios. Se está explotando esta sinergia para permitir que puertos de alta capacidad y bajo coste se integren estrechamente con estructuras de conmutación a 64 kbit/s. La misma combinación de propiedades que hizo posible la conmutación digital también está haciendo posible la explotación de componentes económicos de conmutación temporal a utilizar en transconectores de alta velocidad y ADM. La red sín-

crona también debe proporcionar mecanismos equivalentes para distribuir la información de referencia de sincronización y suministrar una conectividad sin errores con aquellas partes de la red que aún funcionan en PDH. SDH utiliza diferentes mecanismos de transferencia de información de temporización y tiene, por sí mismo, diferentes sensibilidades para degradaciones de sincronización. Hay que tener un gran cuidado a la hora de especificar y diseñar los elementos de sincronización en una red SDH, manteniendo en particular la compatibilidad hacia atrás con PDH.

Conmutación digital y arquitectura actual de la red de sincronización

El principio de conmutación utilizado en las centrales digitales requiere que todos los conmutadores de la red funcionen sincronizados. Lo mismo se aplica a una red de transconectores DS₀. Esto implica que cada nodo reciba su referencia de sincronización desde una única fuente. En la práctica, todos los operadores importantes proporcionan su propia fuente de referencia primaria (PRS) y una red síncrona de relojes esclavos utilizados para sincronizar centrales de conmutación individuales. La información de la referencia de sincronización se distribuye en esta red principalmente mediante señales primarias PDH. Las PRS se especifican con tolerancias muy precisas de 1×10^{-11} [1], de modo que unas con otras son plesiócronas (es decir, casi síncronas). Esto implica que los registros (buffers) de trama que absorben las diferencias de retardo y las variaciones entre un nodo y

otro a través de una frontera entre operadores, se rellenarán (o vaciarán) gradualmente hasta que una trama entera se pierda o se repita. Esta forma de degradación de la señal, que es fundamental en la operación plesiócrona entre operadores, se denomina "deslizamiento de trama" y sucederá con una frecuencia no mayor a una vez cada setenta días en condiciones normales.

La red de distribución de la velocidad primaria origina alguna degradación en la información de fase de la referencia de sincronización debido a la justificación, etc. Se denomina fluctuación de fase y sucede principalmente a altas frecuencias, pudiéndose filtrar fácilmente en los nodos de sincronización. Las degradaciones de baja frecuencia debidas a los retardos en la transmisión y al ruido básico de reloj (fluctuación lenta de fase) se transfieren de forma casi transparente y sin modificación a través de los nodos de sincronización, siendo absorbidas finalmente en los registros de trama de los conmutadores.

Existen dos técnicas para establecer una red de sincronización: la sincronización maestro-esclavo y la sincronización mutua. La primera técnica aplica un único reloj de referencia primaria para la sincronización del primer nivel jerárquico de los nodos. Estos nodos proporcionan relojes derivados al siguiente nivel de nodos, y así sucesivamente. Con la segunda técnica todos los nodos están a un nivel equivalente interconexionados por los enlaces digitales existentes. Cada nodo calcula el valor medio de la fase de algunos relojes entrantes y de su propio reloj interno. La sincronización maestro-esclavo es de lejos la más común, pero en Europa se apli-

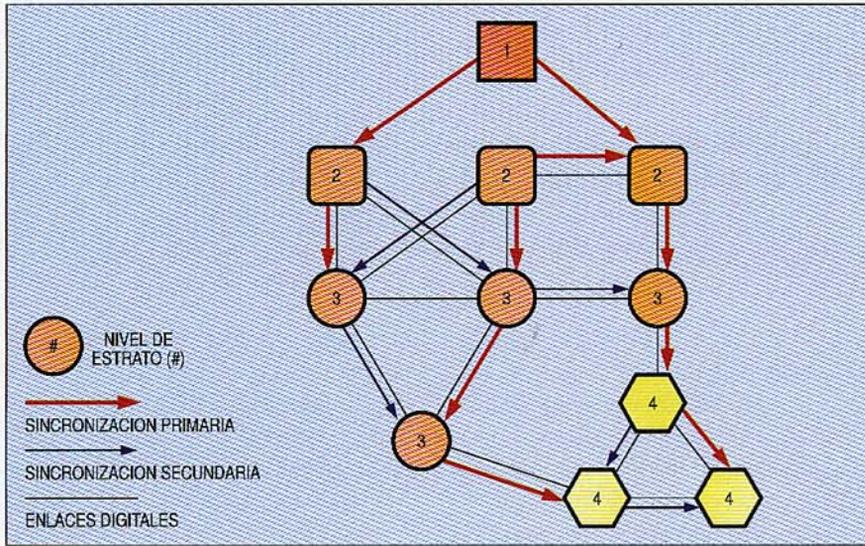


Figura 1 : Sincronización maestro-esclavo con cuatro niveles de estrato

can ambas técnicas.

Los filtros de reloj de los nodos, especificados en la Recomendación G.812 del UIT-T (antes CCITT), se han diseñado de acuerdo a los requisitos de la red de conmutación para filtrar las imperfecciones de la temporización (fluctuación y fluctuación lenta de fase) generadas por la red de distribución de sincronización. Cada nodo de sincronización aplica un esquema fijo de prioridades en la selección de la señal de entrada del reloj de referencia. Si falla la señal de primera prioridad, el conmutador cambia a la señal de entrada de refe-

rencia de segunda prioridad. Si fallan todas la entradas de referencia de sincronización al filtro de reloj del nodo, el sistema entra en un modo llamado "autónomo", que mantiene la frecuencia que había antes del fallo tan estable como sea posible. Por razones económicas, y por a su importancia vital para la red, los nodos de tránsito tienen una mayor precisión de frecuencia en modo "autónomo" que los nodos locales.

Así la red de sincronización ha estado siempre estrechamente asociada a la red conmutada a la que sirve primariamente. Los relojes esclavos

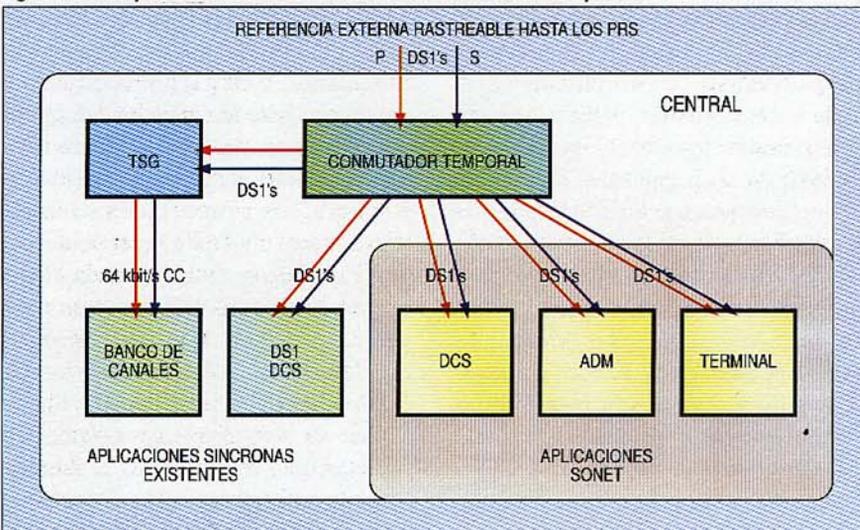
se solían integrar como subsistemas en las propias centrales. Este método ha llevado a un cierto número de dificultades en la operación y mantenimiento, en especial a medida que aumenta el número de redes independientes que requieren sincronización. La mayor parte de los operadores están actualmente planificando una red de sincronización independiente de las redes del cliente a las que sirven. Este proceso está muy avanzado en los EE.UU., donde Bellcore ha proporcionado directrices para la planificación y la operación de redes síncronas.

Sincronización en la red norteamericana

La mayor parte de las compañías operadoras de Bell en EE.UU. administran su plan de sincronización de acuerdo con las especificaciones de Bellcore [2] y con las normas ANSI [3]. Estos planes utilizan la sincronización jerárquica (o maestro-esclavo) mostrada en la Figura 1. Hay cuatro niveles de estratos, especificando cada uno un reloj con un mínimo grado de precisión y estabilidad. Los relojes del estrato 1 son los más precisos y los del estrato 4 los menos. La temporización de sincronismo progresa hacia abajo desde el reloj del estrato más preciso hasta el menos preciso. Cada caja o círculo con un número dentro representa una central, indicando el número del reloj del estrato de mayor calidad en esa central. La mayor parte de los suministradores de redes no utilizan el estrato 4 como reloj de la central. Esto se debe a las pobres prestaciones que posee ya que carece de una especificación para el modo autónomo y a los holgados 32 ppm de tolerancia en frecuencia. La mayor parte de las centrales poseen un reloj de estrato 3 que tiene una tolerancia de precisión de 4,6 ppm y el modo autónomo especificado.

La información de la referencia de sincronización se suele llevar de una central a otra a través del tráfico DS₁,

Figura 2 : Temporización de una central utilizando BITS "conceptual"



Normalmente hay un trayecto primario y otro secundario para asegurar la supervivencia frente a los fallos de enlace como se muestra en la *Figura 1*. En cada central hay un reloj que se considera como reloj de la central para la sincronización. Se le llama reloj BITS (*Building Integrated Timing Supply*). Bellcore describe también una realización "conceptual" del BITS en la que el reloj BITS se compone de dos NE: una fuente DS₁ (normalmente un conmutador digital) y un generador de señal de temporización (TSG) como fuente de reloj compuesto (CC). La fuente DS₁ utiliza uno de sus DS₁ de tráfico terminal procedente de otra central como frecuencia de referencia. El TSG se sincroniza a través de un puente que proporciona una copia de un DS₁ de una señal normal de tráfico DS₁. El TSG a su vez suministra un CC a todos los equipos que lo requieran. Las primeras realizaciones de BITS fueron en su mayoría de este tipo, ya que los primeros TSG no tenían salidas DS₁. La *Figura 2* muestra una realización conceptual del BITS.

Las compañías operadoras Bell se están alejando del BITS "conceptual" (se utiliza un reloj integrado en la NE, como un conmutador digital, para distribuir la sincronización dentro de una central) y se están acercando al BITS "verdadero" en donde el reloj BITS o el TSG se utiliza para proporcionar todas las necesidades de sincronización de la central. La *Figura 3* muestra la realización recomendada por Bellcore de un BITS "verdadero". Hay que destacar que el BITS proporciona todas las señales de temporización necesarias en esa central, y que no se usa el conmutador para temporizar a ninguna otra NE en la central. Se debe tener en cuenta que las figuras 2 y 3 son una ampliación de una de las centrales (círculo con un número dentro) mostradas en la *Figura 1*.

Transferencia de información de temporización con SDH

La red digital conmutada absorbe los efectos diferenciales de fase mediante

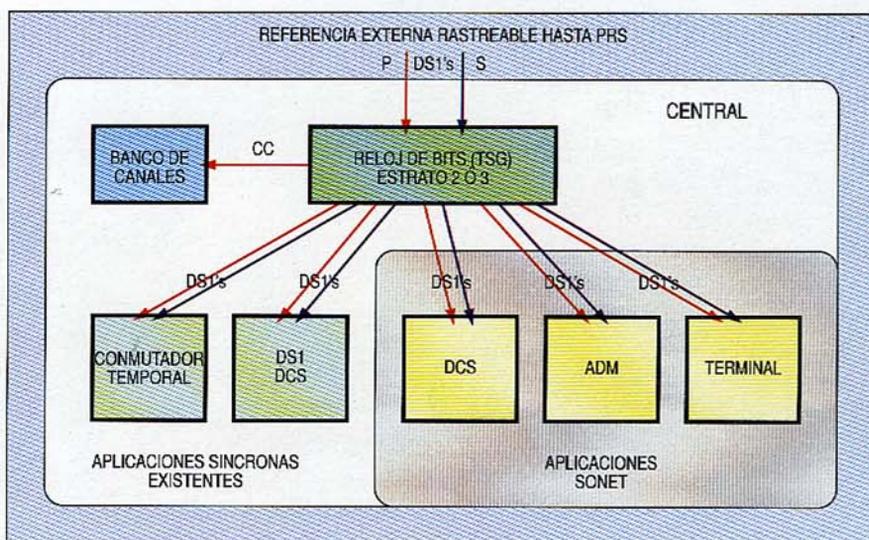


Figura 3 : Temporización de una central utilizando BITS "verdadero"

una memoria elástica de deslizamiento. En funcionamiento normal, los errores de fase se absorben completamente pero a costa de retardos significativos de la señal en tránsito. En modo degradado, donde dos partes de la red funcionan temporalmente de forma plesiócrona, se producirán deslizamientos con una velocidad que dependerá del desplazamiento de las frecuencias. En las fronteras entre operadores ocurren deslizamientos continuamente en funcionamiento normal, pero con una tasa aceptablemente baja controlada por la especificación del PRS. Nada de esto se ve afectado en ningún caso por la existencia de un componente SDH en la red de transporte.

La técnica de la memoria elástica no se considera como un mecanismo aceptable para proporcionar en un nodo de transporte la adecuada compensación de las variaciones de fase de las señales incidentes. El retardo sería excesivo y los deslizamientos generados en el modo degradado serían considerados como inaceptables. El mecanismo de punteros SDH permite, sin embargo, que las variaciones de fase se pasen con un mínimo retardo, aunque cuantificadas de forma más gruesa que con el mecanismo de relleno de bits en un nodo de PDH. También, cuando un nodo de transporte de SDH funciona en modo

degradado, el desplazamiento de frecuencia produce una fase en rampa que se cuantifica y codifica en el valor del puntero. Así se incrementa la tasa de ajuste del puntero pero no hay deslizamientos. El mayor nivel de actividad del puntero no tiene repercusión en la capa del cliente síncrono para el que se optimiza la transmisión síncrona, pero el creciente nivel de actividad del puntero puede impactar en los trayectos PDH soportados.

Mecanismo de punteros

La técnica de transporte SDH compensa las diferencias de fase entre las diferentes señales de entrada a un nodo mediante el ajuste de punteros que identifican una posición específica del área de carga útil de cada contenedor virtual de canal (VC). La referencia de trama de todos los canales se codifica en formato de la tara de sección y los punteros de las unidades administrativas (AU) representan el deslizamiento de trama de cada VC de rango superior (HOVC) desde su referencia de la capa de sección. Mediante esta técnica, la carga útil de los VC puede flotar dentro de la trama fija de la tara de sección. El formato y la posición del puntero de AU se ilustran en otro artículo de este número [4]. Estos ajustes se cuantifican en pasos

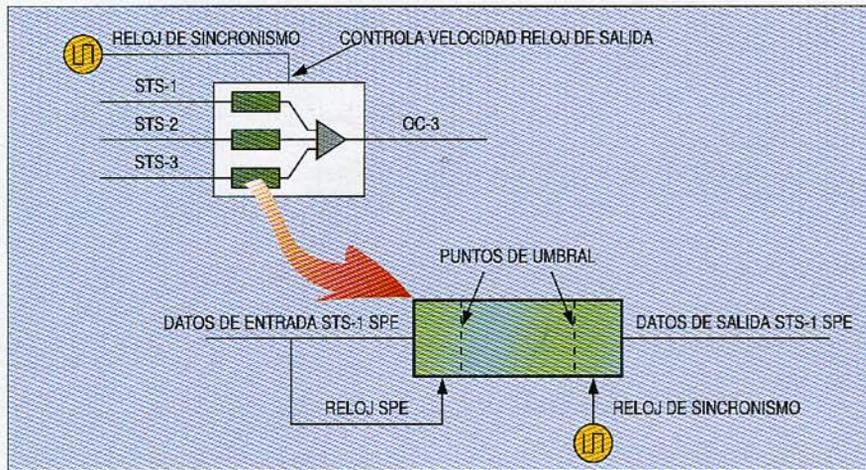


Figura 4 : Diagrama funcional de la operación de relleno de bits del puntero

de uno a tres octetos (según el tipo de carga útil) y aparecen normalmente como hechos aislados. El ruido producido por cuantificación de fase es mayor que el producido por el relleno de bits, debido principalmente a que el intervalo de umbral de cuantificación es mayor (sólo un bit para el relleno PDH). En segundo lugar, el tránsito de fase debido al ajuste de un único puntero, contiene una componente de baja frecuencia importante, mientras que la codificación diferencial implícita del canal de justificación PDH transfiere potencia a frecuencias más altas. Este ruido de fase inducido del puntero contiene una componente significativa en baja frecuencia (por debajo de un hertzio) que no se puede filtrar fácilmente. Para evitar que se acumule dicho ruido de fase, los ajustes de los punteros deberían ser bastante raros en redes síncronas bien especificadas. Para mantener una tasa baja en los ajustes

de los punteros se incorpora histéresis al procesador del puntero de modo que se evite el ruido inducido por la oscilación alrededor de un único umbral.

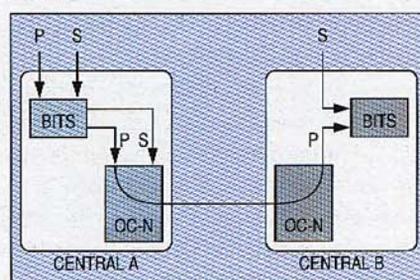
De la misma manera que se permite flotar a los HOVC en la trama de sección, los LOVC también se ubican en la trama HOVC por medio de punteros de unidades afluente (TU) que ocupan una posición fija en el HOVC, manteniendo el valor que apunta al comienzo de la trama LOVC. El proceso de punteros y la necesidad de histéresis son los mismos que para punteros AU. La Figura 4 muestra un diagrama de bloques de un STM-1 (OC-3) con tres entradas VC-3 (STS-1), cuyo comienzo de trama se identifica por punteros AU. El reloj de sincronización (del BITS) controla la frecuencia de salida del STM-1 (OC-3). La sección ampliada representa uno de los tres pequeños registros de datos en los procesadores de punteros. Existen dos umbrales en los registros de datos, el que está a la derecha se utiliza para evitar el rebosamiento de datos iniciando un ajuste negativo del puntero, y el que está a la izquierda se utiliza para evitar un rebosamiento negativo iniciando un ajuste positivo del puntero. Los ajustes de puntero, tanto positivos como negativos, se deben a la diferencia en las frecuencias del reloj de sincronismo, al ruido de fase a corto plazo en la entrada de los STS-1 y a los relojes externos de sincronismo.

El procesador de punteros es sensible a la degradación de la estabilidad a corto plazo. De aquí que para minimizar el nivel de actividad del puntero se haga necesario el proporcionar relojes de nodos que tengan una estabilidad de fase más bien alta a corto plazo. Los filtros de reloj en las redes síncronas existentes, especificadas de acuerdo con los requisitos de los conmutadores digitales, no proporcionan necesariamente tal estabilidad de fase. El ruido de fase de mayor interés para los operadores de redes SONET/SDH está en el margen de observación de uno a 1000 segundos. Esto se debe tener en cuenta al diseñar una red de sincronización para el SDH.

Distribución de la referencia de sincronización en una red SDH

En el SDH se proporcionan enlaces para distribución de sincronización como un servicio de la capa de sección. En otras palabras, el canal implícito de temporización codificado en la señal de línea STM-N (OC-N en EE.UU.) se utiliza en virtud del proceso de aleatorización para transportar la referencia entre un nodo maestro y sus esclavos. La capa de distribución de sincronismo en un escenario de transporte híbrido utilizará típicamente enlaces SDH y enlaces primarios PDH. Cuando este último se utiliza para sincronización, hay que evitar el enrutamiento sobre trayectos SDH para minimizar la distorsión de fase de baja frecuencia. La Figura 5 muestra el escenario BITS de EE.UU. En ella se observa que en la central A el terminal SONET se sincroniza desde el reloj BITS de la central. Este controla la frecuencia de salida del OC-N. El terminal de la central B recibe la señal OC-N y la utiliza para derivar una señal de salida DS₁ que proporcione la sincronización al reloj BITS local. Así es como las compañías operadoras Bell planean distribuir sincronización de alta calidad entre centrales a través de SONET. Este método de distribución sustituirá al método

Figura 5 : Distribución de sincronización en SONET



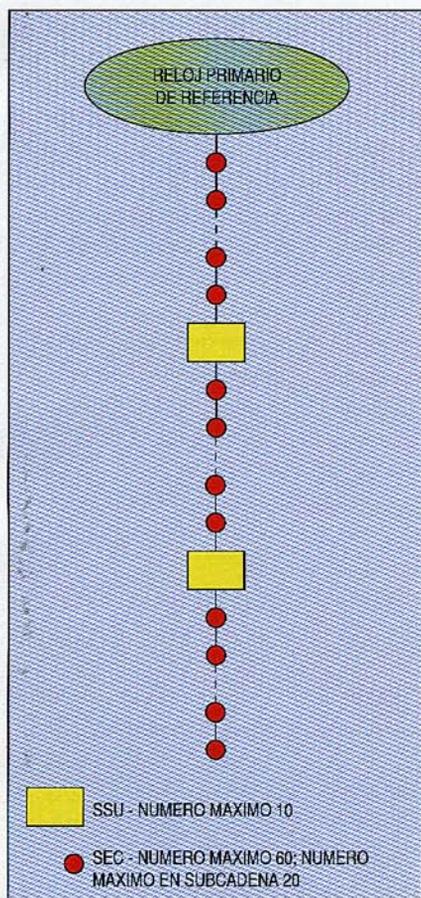


Figura 6 : Cadena de referencia de sincronización SDH

anchura de banda para filtrar el reloj en los nodos de red importantes. El reloj de mayor anchura de banda se llama SEC (reloj síncrono de equipo) y el otro es el SSU (unidad de suministro de la sincronización). Se espera que el SSU tenga una precisión de frecuencia muy alta en el modo autónomo para proporcionar unas altas prestaciones de sincronización de red, aún en el caso de fallos de enlace múltiples que corten todos los caminos de la referencia de temporización a un nodo. La Figura 6 muestra la red de referencia recomendada para el peor caso.

Los enlaces de sincronización entre nodos SDH se duplicarán por razones de fiabilidad. Normalmente también se duplica el equipo de sincronización de nodos. Hasta ahora, la técnica SDH proporciona igual disponibilidad de las referencias de temporización derivadas (que son rastreables hasta los relojes primarios de referencia) que la red de conmutación actual. Pero el SDH tiene mayores posibilidades. Se transmite un marcador de calidad de sincronismo en la tara de sección (SOH) de la sección múltiplex para proporcionar el enlace de distribución. Indica el nivel de estrato de la referencia transportada y suministra una potente capacidad autónoma para mejorar la gestión de la calidad de sincronismo. La explotación del marcador de temporización se muestra en la Figura 7.

En el caso de fallos de enlace de sincronización múltiples, se puede reducir el número de nodos afectados en la red con la ayuda de un marcador de temporización y con la selección por parte del equipo de SDH de la señal de sincronización más precisa. En conexiones de 64 kbit/s de extremo a extremo, la Recomendación G.822 del UIT-T limita el tiempo relativo de degradación de la prestación del deslizamiento, que se debe al funcionamiento de conmutadores digitales en desplazamiento de frecuencias en el modo "autónomo". Como la técnica SDH limita prácticamente a uno el número de nodos afectados por fallos múltiples de sincronización, la

probabilidad de que un conmutador no sincronizado forme parte de una conexión extremo a extremo decrece y se mejoran las prestaciones globales en cuanto a deslizamiento de las conexiones.

Todavía se perciben como necesarios algunos requisitos para el transporte de la información de sincronización de referencia de un tercero a través de la red pública; por ejemplo, las redes privadas que utilizan líneas alquiladas con velocidades primarias. Aunque este modo de sincronización de redes privadas está cayendo en desuso, hay buenas razones para creer que la pérdida de calidad, percibida en términos de prestaciones de deslizamiento resultante de cualquier incremento en el nivel de error en la fase de sincronización, será despreciable. Todavía no están definidos los valores apropiados de especificación.

Adaptación de las capas de transporte PDH

Aunque el SDH es más adecuado para el transporte de señales síncronas en octetos, como sucede con el grupo múltiplex primario síncrono, el transporte de las señales plesiócronas existentes es una importante aplicación en las primeras instalaciones. En la primera red una señal PDH podía atravesar varias islas SDH antes de entregar finalmente su carga útil. Los interfaces de nodos de red PDH, espe-

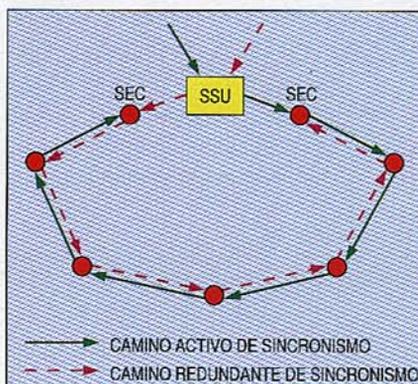
de distribución de sincronización DS₁ existente hoy en día.

Arquitectura de red de sincronización SDH

Las mismas técnicas jerárquicas tipo maestro-esclavo utilizadas en el BITS constituyen la base de las recomendaciones genéricas del UIT-T de la arquitectura de sincronización en el SDH. También son la base de las nuevas especificaciones del ETSI sobre sincronización en el SDH, comparable a la proporcionada por Bellcore en EE.UU.

Para este fin se definen en ETSI dos tipos de filtro de reloj: uno de anchura de banda más bien grande de hasta 100 Hz (0,1 Hz en EE.UU.) con errores de fase intrínsecos bajos, para su utilización en la mayoría de equipos SDH y otro de mucho menor

Figura 7 : Arquitectura de sincronización de anillo SDH (técnica redundante maestro-esclavo)



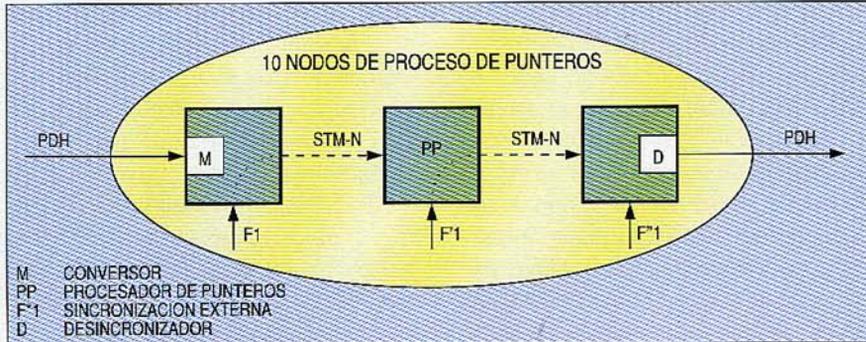


Figura 8 : Modelo de isla SONET/SDH

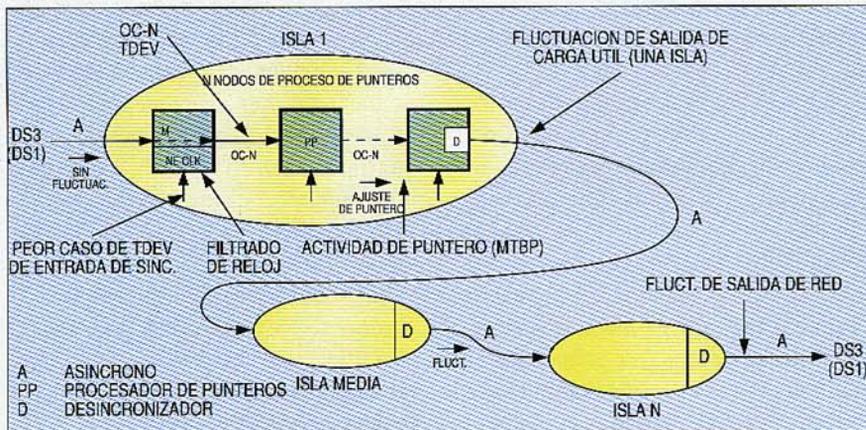


Figura 9 : Modelo de acumulación de fluctuación de fase de carga útil en islas SONET

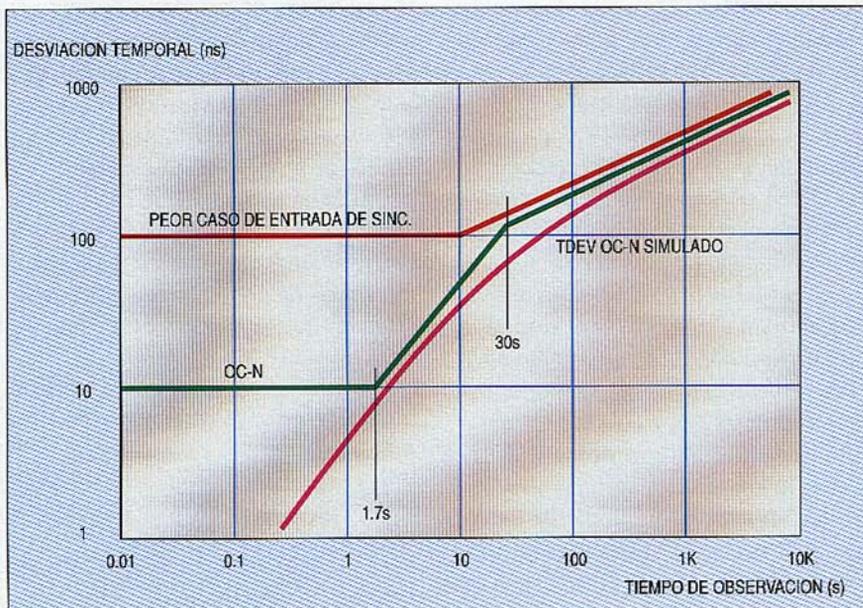


Figura 10 : Desviación del tiempo simulada y en la red

cificados en G.703, tienen una especificación muy estricta de la tolerancia de fluctuación de fase [5]. Se han ampliado recientemente a las bajas frecuencias para tener en cuenta la

oscilación del puntero que no había sido un problema anteriormente. Incluso los octetos de los grupos primarios síncronos, si disponen de un interfaz del tipo G.703, están sujetos a

estos mismos requisitos de fluctuación de fase.

Todas las velocidades PDH existentes se pueden adaptar a un contenedor síncrono adecuado por medio de un mecanismo de justificación de bits similar al especificado para multiplexores PDH. La carga útil de información, una vez incorporada a un VC, se transporta a través de la isla de la red SDH, y la fase de la trama del VC se transfiere con un mínimo retraso mediante el mecanismo de punteros. De vez en cuando se realizarán ajustes de puntero para reflejar las variaciones de retardo en la transmisión y la inestabilidad a corto plazo en los nodos de tránsito.

La señal original PDH se recupera del VC en la frontera de la isla SDH, pero la información recuperada de la temporización mostrará entonces discontinuidades de fase que se reflejarán en la estructura fija de la trama, el relleno de bits y los ajustes del puntero. La forma de la señal se debe igualar a fin de reducir las variaciones de fase hasta un nivel que no exceda la máscara de fluctuación especificada para el interfaz de el PDH. Es la misión del desincronizador. Como ejemplo, un desincronizador ETSI de 140 Mbit/s debe filtrar el paso de fase del puntero de 24 UI a menos de 0,1 UI (medidos con un filtro de referencia UIT-T de 200 Hz). Los requisitos de filtrado obligan a tener arquitecturas sofisticadas de desincronizadores con filtros digitales de banda estrecha. En la Figura 8 se ilustran los principales componentes de sincronismo requeridos para la transferencia de una señal PDH

La pérdida de sincronismo en el sincronizador producirá un relleno o vaciado de todos los registros PP antes de que el desfase creciente repercuta en ajustes periódicos del puntero en el desincronizador. Esto produce un transitorio en la señal recuperada que puede ser muy grande si el número de PP en tándem también es grande. Aunque probablemente esto va a exceder los límites dados en G.823 para condiciones normales, el nivel de deslizamiento resultante

está perfectamente dentro de la tolerancia para conexiones extremo a extremo de 64 kbit/s, teniendo en cuenta la improbabilidad de tal evento.

El comportamiento del PP esta dirigido por una combinación de procesos estocásticos y sistemáticos. Un modelo realístico de generación de punteros es un dato esencial para diseñar el desincronizador. Pueden llegar ráfagas de ajustes de punteros al desincronizador debido a una combinación del relleno del registro del procesador de punteros ascendentes y de la inestabilidad de sincronismo en los relojes elementales de la red local. En Alcatel se han realizado simulaciones que han mostrado que pueden ocurrir ráfagas de hasta tres punteros en un intervalo de 0,5 segundos tan a menudo como para merecer una secuencia de prueba de punteros de "ráfaga de triple puntero". Los desincronizadores no sólo deben producir bajos niveles de fluctuación para ajustes de puntero único sino que deben manejar con soltura ráfagas de punteros y otros comportamientos imprevistos de los PP que puedan ocurrir en la red, y además producir niveles de fluctuación de información aceptablemente bajos. La robustez y la tolerancia de diseño del desincronizador son claves para asegurar y garantizar que los problemas de intercomunicación entre SDH y PDH serán minimizados.

Modelo de sincronismo y acumulación de fluctuación

Se ha desarrollado un modelo completo de simulación para ayudar a comprender los compromisos entre estabilidad de sincronización, filtrado de excursión del reloj NE, actividad de punteros en una isla SONET y acumulación de fluctuación resultante. El modelo de la Figura 9 tiene en cuenta numerosas medidas de fluctuación lenta de fase en la red de norteamericana.

El modelo incluye todos los parámetros importantes que afectan a la acumulación de fluctuación de carga

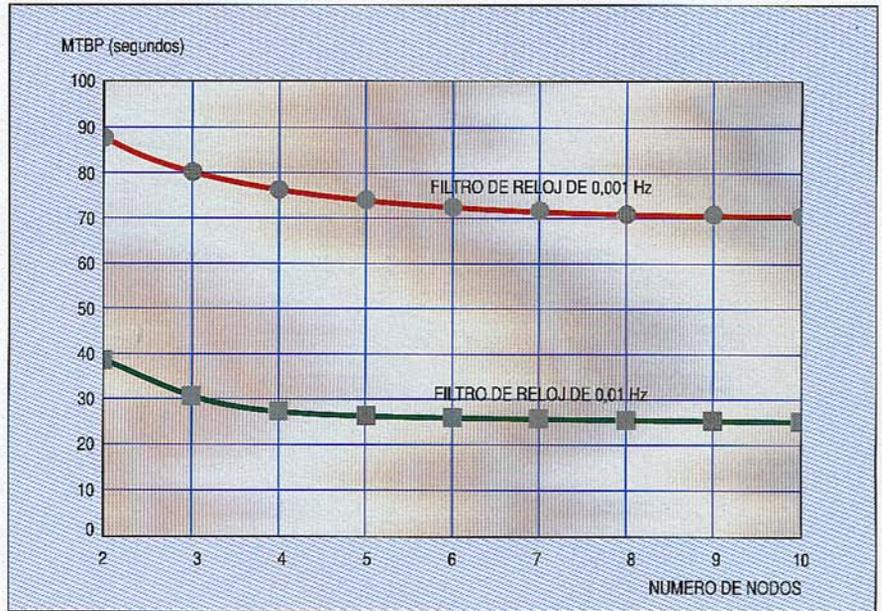
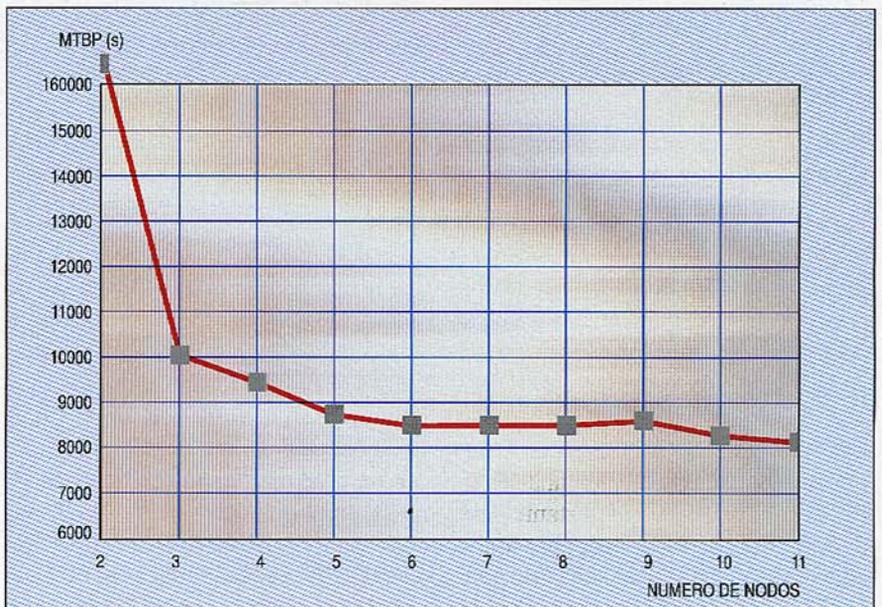


Figura 11 : Actividad del puntero AU-3 en una isla de SDH (4 octetos PP)

útil en el PDH (asíncrona) a través de múltiples islas SDH. Se han realizado simulaciones para la velocidad de carga útil de 44,736 Mbit/s (DS₃) que se incorpora en un STS-1 o en un VC-3. En las simulaciones se han utilizado niveles de inestabilidad de sincronización correspondientes al caso peor de la plantilla TDEV (Time DEVIation) de sincronismo de red acordada para

la red norteamericana (Figura 10). El parámetro TDEV se ha adoptado recientemente por los organismos normalizadores de Europa y EE.UU. para especificar la estabilidad a corto plazo. Cuando un nivel de inestabilidad alcanza este caso peor, se filtra la entrada de sincronismo mediante un filtro del tipo de fluctuación lenta de fase de 0,01 Hz, produciéndose un

Figura 12 : Actividad del puntero de nivel VT-1.5 (TU-12) (4 octetos PP)



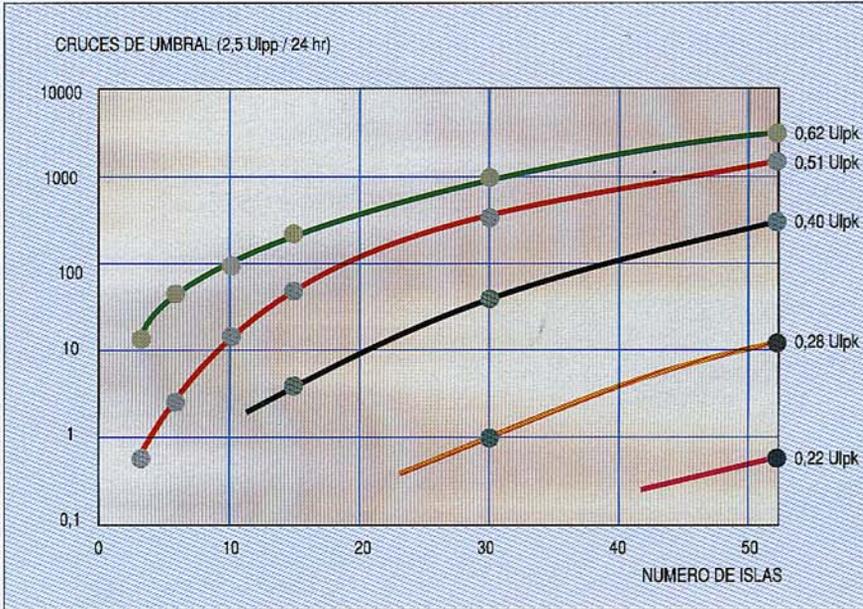


Figura 13 : Eventos cruzando el umbral de fluctuación de fase en DS3 (10 nodos PP/isla)

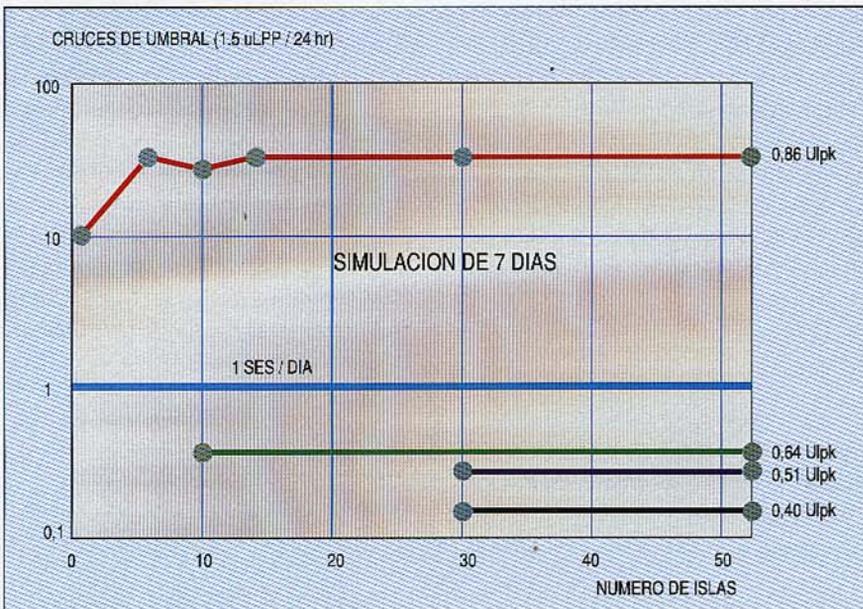


Figura 14 : Acumulación de la fluctuación de fase en DS1 debida a ajustes de puntero LOP

ros) para supervisar la frecuencia de ajuste de puntero (tiempo total de simulación en segundos dividido entre el total de punteros en un nodo PP).

La actividad del puntero alcanza un nivel asintótico después de solo 3 a 5 nodos. La Figura 12 muestra la simulación correspondiente de la actividad del puntero para islas DS1 (1,544 Mbit/s). El MTBP para esta velocidad de carga útil es mucho mayor debido a la distancia también mucho mayor entre los umbrales de ajuste de puntero para las dos velocidades (4 octetos AU-3 = 617 ns y 4 octetos TU-11 = 17,3 ms).

Se ha adoptado un procedimiento de umbral de fluctuación para caracterizar la acumulación de fluctuación de carga útil PDH a través de redes SONET/PDH mixtas. En la red norteamericana, el máximo nivel de fluctuación de red permitido para la velocidad de DS₃ es de 5 Ulpk. Este nivel se ha asignado a partir de la fluctuación debida a la conversión asíncrona entre el PDH y el SDH (2 Ulpk), de la fluctuación generada por el puntero SONET en condiciones normales de sincronización (2,5 Ulpk) y de un remanente adicional (0,5 Ulpk) para condiciones de pérdida de sincronización en islas SONET. Así, se ha fijado una asignación de 2,5 Ulpk para una fluctuación normal debida al ajuste de punteros en condiciones de sincronización. Debido a que los picos de fluctuación de múltiples islas SONET se alinean estadísticamente, los métodos simplificados de predicción del alineamiento de los punteros de islas múltiples, generando cada uno picos de fluctuación aproximadamente al tiempo, han sido insuficientes para predecir los niveles de pico de la fluctuación.

La simulación registró el número de veces por día que se cruzó el umbral especificado de fluctuación. Si se exceden los niveles de fluctuación de red, se puede producir una trama errónea o SES (severely errored second). Se han permitido ciertos niveles de empeoramiento, así 45 SES por día es la asignación para la parte

nivel de TDEV que cumple con los requisitos de nivel TDEV de OC-N aceptados, que también se muestran en la Figura 10.

Con el modelo de la Figura 9, se han realizado simulaciones con tiempos de simulación de hasta una semana. El parámetro más importante para la acumulación de fluctuación en una carga útil PDH, es la actividad de punteros percibida en el desincronizador.

La actividad de punteros cambia algo en las islas SONET/SDH con diferentes números de procesadores de punteros, y para diferentes velocidades de carga útil y formatos. En la Figura 11 se muestra la actividad de punteros para una carga útil de DS₃ en función del número de nodos PP por isla, para filtros de reloj NE a 0,01 Hz y 0,001 Hz. Se ha adoptado el parámetro MTBP (tiempo medio entre punte-

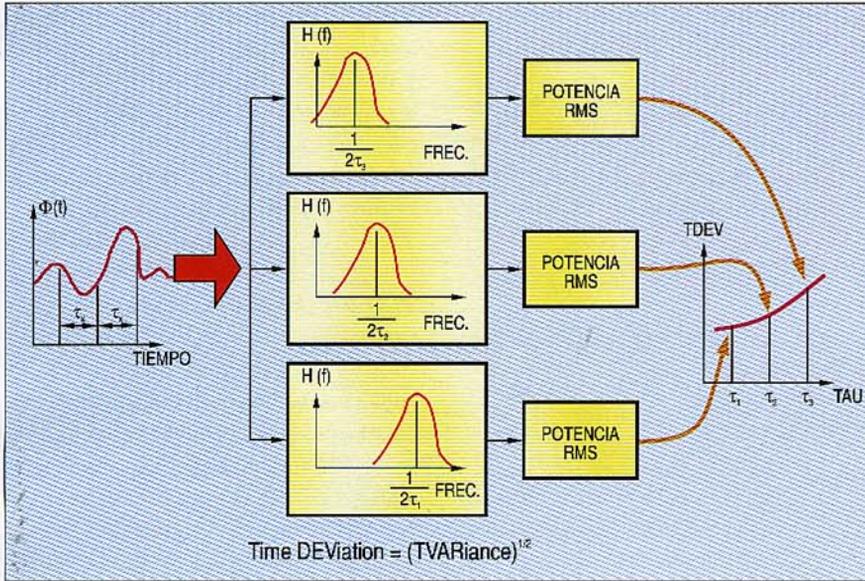


Figura 15 : TDEV conceptual

de transmisión de un circuito de referencia hipotético DS₃ de 250-millas. Se ha considerado un único SES por día como una cifra conservadora para asignar al cruce del umbral de fluctuación generado por el puntero. En la Figura 13 se muestran los resultados de una simulación típica de tres días de acumulación de fluctuación para una carga útil tipo DS₃ que cruza múltiples islas SONET.

La acumulación de la fluctuación es muy sensible al nivel de fluctuación de la carga útil por ajuste de puntero, mostrado a la derecha de la figura para varios niveles de fluctuación en los desincronizadores por ajuste de puntero. Se considera como modelo de referencia del caso peor hasta 32 islas DS₃ SDH/PDH (cada una con 10 nodos PP). Se ha encontrado que el requisito de fluctuación para DS₃ con ajuste único de puntero es de 0,30 U_{lpp}. Menores niveles de fluctuación permiten un mayor número de islas mixtas SDH/PDH y un mayor margen de seguridad. Es del mayor interés el disponer de un gran número de islas SDH/PDH para la transición de redes de PDH a SDH. Se tendrá un número máximo de islas cuando haya igual número de islas SDH y PDH, lo que

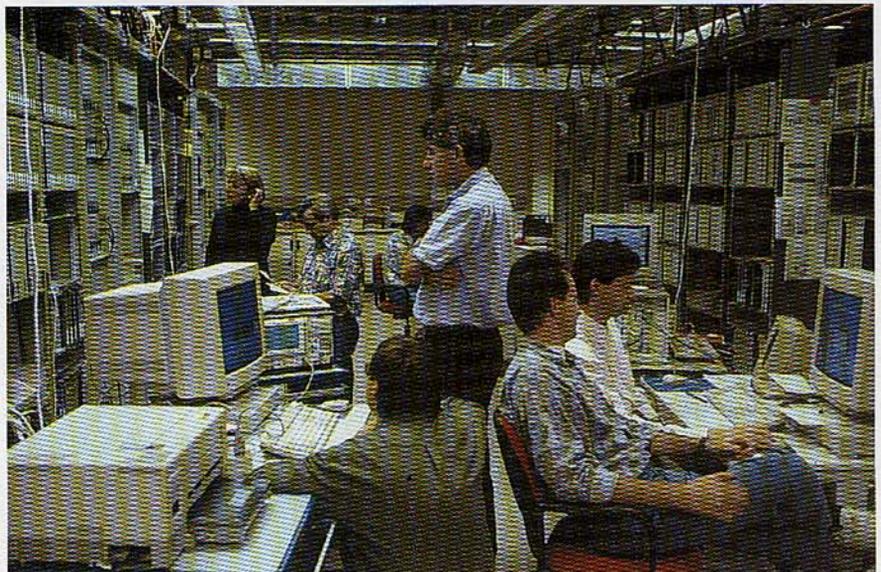
puede durar un buen número de años. A medida que aumente la penetración del SDH, el número de islas crecerá en menor cantidad y la acumulación de fluctuación se reducirá hasta que finalmente toda la red de transporte se convertirá a SDH. En la Figura 14 se muestra una simulación similar de acumulación de fluctuación para una carga útil DS₁ en un umbral de 1,5 U_{lpp} de fluctuación generado por punteros. Debido a que

la actividad de punteros es mucho más baja que en el nivel HOP, se pueden permitir mayores niveles de fluctuación por ajuste de punteros.

Técnicas de medida

Se ha encontrado que los parámetros tradicionales de medida de estabilidad de sincronización, como MTIE, RMSTIE y MRTIE (error máximo de intervalo de tiempo relativo), han sido o no convergentes (MRTIE), o unos pobres indicadores del potencial de generación del ajuste de punteros (MTIE). Se ha adoptado el parámetro de desviación de tiempo (TDEV) basado en una segunda estadística de diferencias [6]. El TDEV es un parámetro del tipo RMS que puede derivarse de las medidas de fase utilizando un filtrado por programa, que calcula la energía RMS durante un tiempo específico de observación "τ". En la Figura 15 se muestra el concepto de TDEV. Este parámetro es convergente para todos los procesos de ruido observados durante la fase de medida de la caracterización de red. Se han llevado a cabo numerosas medidas en Bellcore y en otras redes de EE.UU. y Canadá utilizando este parámetro.

Foto A : Prueba de integración del transconector Alcatel 1641SX



Conclusiones

Como puede inducirse de la exposición anterior, se puede esperar una mejor calidad de la sincronización cuando la velocidad de línea SONET/SDH constituya el mecanismo principal de transporte de la información de referencia de la sincronización. La transmisión de indicadores de calidad de sincronización mejorará de forma significativa la robustez de las redes de sincronización en condiciones de fallo de enlace, pero un adecuado nivel de prestación de sincronización será crítico en la acotación de forma adecuada de los efectos de fluctuación de carga útil transportada y de fluctuación lenta de fase.

De forma muy eficiente se está manejando la entrega de cargas útiles sincronizadas de $n \times 64$ kbit/s directamente a un registro de compensación de deslizamiento de nodo de 64 kbit/s, y no se está experimentando una degradación perceptible en el transporte. La estructura de punteros y de tramas SONET/SDH evita las limitaciones de los registros de trama fija en la red de transporte y permite estructuras muy eficaces y de bajo retardo para interconexión de cargas útiles de información utilizando ADM de bajo coste. Las señales PDH o las sincronizadas con una presentación al interfaz del nodo PDH se deben manejar con cierto cuidado para asegurar que se cumplen las especificaciones de fluctuación de la red. Se requieren desincronizadores con prestaciones mejoradas para optimizar las prestaciones de fluctuación lenta de fase y de fluctuación de fase en las interfaces PDH, y para proporcionar una arquitectura robusta en el manejo de ráfagas e intervalos vacíos en la actividad de punteros.

Se han adoptado nuevas metodologías de medidas y se han realizado numerosas medidas y simulaciones. Se están especificando requisitos de fluctuación lenta de fase y de fluctuación de fase para escenarios de transición en el caso peor que se pueda encontrar a medida que se instalan islas SONET/SDH.

Referencias

- 1 G.811
- 2 Technical Advisory TA-NPL-000436, Digital Synchronization Network Plan
- 3 ANSI T1.101-1987/1993
- 4 Arquitectura y normas SDH (en este número)
- 5 G.832 y G.824
- 6 D. Allan y otros: A frequency domain view of time domain characterization of clocks and time and frequency distribution systems. 45 simposio anual de control de frecuencias

Biografías

Robert W. Cabbage se graduó en la universidad estatal de Pennsylvania con el mayor grado BSEE (Mayo de 1984) y tiene un grado MSEE por la universidad de Stanford. En 1984 ingresó en Bellcore como miembro del Staff técnico. En Septiembre de 1987 pasó a la división de sistemas de transmisión (NTSD) de Rockwell International. Estuvo en T1X1.6 Tributary Analysis Working Group que trató temas de fluctuación de fase y sincronismo asociados a SONET. Tras la compra de NTSD por Alcatel, pertenece a Alcatel Network Systems Inc, con responsabilidad sobre planificación de productos y normas externas. El Sr. Cabbage es presidente del T1X1.3 Synchronization and Tributary Analysis Working Group, que está a cargo de las especificaciones de fluctuación de fase y sincronismo de redes SONET.

Jean Loup Ferrant nació en 1949. Se graduó en el Instituto Nacional Politécnico de Grenoble en 1974. Ingresó en 1975 en Alcatel CIT Line Transmission Division, donde trabajó en el desarrollo de equipos analógicos, MIC y de transconectores. Desde 1988 ha trabajado en el grupo

de especificaciones de sistemas y arquitectura de Alcatel CIT en la especificación y arquitectura del equipo SDH y en aspectos de sincronismo de SDH. El Sr. Ferrant participa en las reuniones del ITU y del ETSI relacionadas con la normalización SDH.

William Edward Powell nació en Camp Lejeune, Carolina del Norte, EE.UU. en 1949. Tiene los grados BS (1971) y MS (1973) por la universidad estatal de Carolina del Norte. Ingresó en ITT MacKay Marine en 1976 donde trabajó en diseños de síntesis de frecuencia para diferentes radios de la marina. Su posterior trabajo en ITT y Alcatel incluye los receptores ópticos, PLL, relojes del sistema, y asuntos de fluctuación de fase y sincronismo SONET/SDH. Actualmente está en el grupo de planificación de sistemas en Alcatel Network Systems, Raleigh, y es representante en el comité de normas de fluctuación de fase y sincronismo T1X1.3.

Michael Wolf nació en Munich en 1952. Tras estudiar electrónica en la universidad de Stuttgart trabajó durante siete años en el instituto de teoría electrónica, doctorándose con un estudio de la propagación de ondas electromagnéticas en capas superficiales estructuradas. Desde 1984 ha trabajado en Alcatel SEL en el departamento de planificación de sistemas. Aparte de su trabajo en aspectos de tecnologías de transmisión RDSI-BB y ATM, es responsable de los asuntos relacionados con sincronismo, fluctuación y desviación de fase

Componentes ópticos para SDH

L. Adnet

Alcatel Line Transmission Systems, Zaventem, Bélgica

T. Unter, G. Elze, J.P. Panafieu

Alcatel Optronics, Nozay, Francia

Introducción

Si bien la palabra "óptica" no aparece en el término "Jerarquía Digital Síncrona", sí lo hace claramente en su contrapartida de América del Norte "Red Óptica Síncrona - Synchronous Optical Network". Indudablemente, SDH es primariamente un estándar de red óptica, y uno de los principales impulsores de su normalización ha sido la expectativa de un alto volumen de componentes ópticos de bajo coste con propósitos generales de interconexión.

Los interfaces ópticos y sus prestaciones de transmisión óptica en términos de velocidad y de longitud de vano son unas de las características claves de los sistemas SDH tanto si son sistemas de líneas ópticas, multiplexores de inserción y extracción, transconectores, redes de acceso o conmutadores RDSI. Esto ha llevado a Alcatel a desarrollar una familia completa de transmisores y receptores ópticos para cada una de las velocidades STM, 155 Mbit/s de STM-1, 622 Mbit/s de STM-4 y 2488 Mbit/s de STM-16, y para un determinado intervalo de longitudes de vano.

Normalización del interfaz SDH óptico

La recomendación G.957 del UIT-T (antes CCITT) especifica que interfaces ópticos deben de cumplir los fabricantes para asegurar su "compatibilidad transversal", es decir la capacidad que permite a un operador tener el mismo interfaz a ambos lados de una determinada sección con equipos SDH de diferentes suministradores.

Las especificaciones del transmisor y del receptor óptico, en términos de longitud de vano, se definen para tres clases

de aplicaciones:

- intraoficina para unir diferentes equipos dentro de una única oficina
- corto alcance para unir equipos en diferentes oficinas en la misma área, y
- largo alcance para unir equipos de dos oficinas remotas.

En todas las aplicaciones ópticas se considera el uso de fibras monomodo utilizando las ventanas segunda y tercera. Hasta ahora sólo se considera la transmisión simplex, de manera que se requiere un mínimo de dos fibras para la transmisión bidireccional entre dos oficinas. La *Tabla 1* resume el contenido de la G.957.

Se ha prestado una atención particular a la definición de interfaces intraoficina y de corto alcance ya que estos son los que con mayor probabilidad van a generar un alto volumen de componentes, y por esta razón un bajo coste.

La definición de interfaces de largo alcance está impulsada sobre todo por el estado del arte actual en óptica para conseguir las longitudes máximas del vano. Esto concierne más a los sistemas de largo alcance que la normalización.

Parámetros claves de las conexiones ópticas

Las conexiones ópticas se caracterizan básicamente por los siguientes parámetros:

- balance óptico de referencia utilizable entre el transmisor y el receptor definido por un valor mínimo y un valor máximo (*Figura 1*)
- potencia de salida del transmisor (típicamente potencias de salida bajas para aplicaciones intraoficina/corto alcance y más altas para largo alcance)
- sensibilidad del receptor, que se entiende como una sensibilidad garantizada incluyendo todos los efectos de temperatura y envejecimiento (comportamiento de final de vida)
- penalidad del trayecto óptico del enlace debida a la degradación producida por el cable óptico y los componentes (efectos de las reflexiones, de la desviación de frecuencia del láser y de la dispersión de la fibra)
- sobrecarga del receptor, definida como el valor máximo de potencia óptica que el receptor puede aceptar manteniendo el requerido error.

Tabla 1 - Resumen de los interfaces normalizados SDH

Aplicación	Intra Oficina	Entre Oficinas				
		Corto alcance		Largo alcance		
Long. de onda nominal	1310	1310	1550	1310	1550	
Tipo de fibra	Rec. G.652	Rec. G.652	Rec. G.652	Rec. G.652	Rec. G.652 Rec. G.654	
Distancia (km)	<2	~15		~40	~60	
Nivel STM	STM-1 STM-4 STM-16	I-1 I-4 I-16	S-1.1 S-4.1 S-16.1	S-1.2 S-4.2 S-16.2	L-1.1 L-4.1 L-16.1	L-1.2 L-4.2 L-16.2 L-1.3 L-4.3 L-16.3

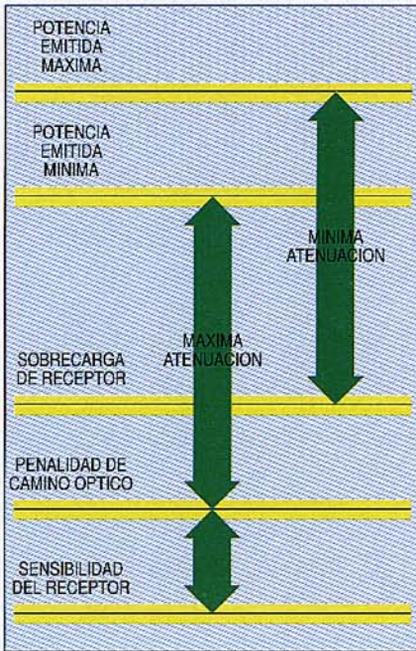


Figura 1 - Valores del receptor y del transmisor para evaluar la atenuación

Para mantener las adecuadas prestaciones hay que limitar la anchura de línea espectral, la razón de extinción para modulación directa del transmisor, la dispersión de la fibra y la reflexión en el cable de fibra.

Balances ópticos de referencia normalizados

En el contexto de la normalización SDH

para compatibilidad transversal se han definido los siguientes balances ópticos normalizados:

- 0-7 dB para aplicaciones intraoficina
- 0-12 dB para aplicaciones de corto alcance
- 10-28 dB para largo alcance STM-1
- 10-24 dB para largo alcance STM-4
- 10-20 dB para largo alcance STM-16.

Los dos primeros, intraoficina y corto alcance, se enfocan a una implantación basada en componentes ópticos de bajo coste, especialmente para las velocidades STM-1 y STM-4.

Interfaces ópticos SDH en módulos de Alcatel

Basándose en las recomendaciones del UIT-T, Alcatel ha definido un conjunto de módulos ópticos SDH para utilizar como bloques ópticos en la construcción de los productos de transmisión SDH de Alcatel. Debido al impacto de los componentes ópticos en el coste de los productos SDH, tal programa se consideró en Alcatel de importancia estratégica ya que es un factor clave en la optimización de la relación volumen/coste. Para su incorporación en productos SDH, se ha especificado una familia completa de módulos a STM-1, STM-4 y STM-16.

Se limita el número de módulos ópti-

cos, manteniendo una optimización en términos de atenuación y coste combinando las categorías intraoficina y corto alcance y especificando, para estas aplicaciones, un interfaz único a 1310 nm.

La Tabla 2 define los módulos de interfaces ópticos SDH de Alcatel.

En aplicaciones de prestaciones muy altas, como los enlaces de largo alcance, Alcatel proporciona un abanico de soluciones de sistemas de línea más especializados con prestaciones que superan a las de las normas. También, el UIT-T ha proporcionado un marco para soluciones más amplias de aplicaciones multidistribuidor. El proceso se denomina "ingeniería mixta" ya que los balances y prestaciones se acuerdan conjuntamente entre distribuidores que cooperan entre sí.

Los interfaces normalizados se identifican mediante un código de aplicación de la forma:

Aa-N.x

Atenuación

donde:

A indica una aplicación de Alcatel para distinguirla de las de códigos de la norma UIT-T

a indica la categoría de la aplicación, S para corto alcance/intraoficina ó L para largo alcance

N indica los niveles jerárquicos STM

x indica la fuente de la longitud de onda, 1 para fibra G.652 a 1310 nm, 2 para fibra G.652 a 1550 nm ó G.654 ó 3 para fibra G.653 a 1550 nm

Atenuación dos cifras que representan la atenuación en dB mínima y máxima entre los puntos de referencia S y R.

Módulos SDH (STM-1 y 4) de bajo coste de Alcatel

Estos módulos están enfocados a una implantación de bajo coste, con componentes ópticos de bajo coste y técnicas de producción automatizadas. Su objetivo son aplicaciones de intraoficina y de corto alcance.

Conceptos básicos

Cada módulo óptico se especifica como una "caja negra" que incluye todas las

Tabla 2 - Clasificación de los interfaces ópticos de Alcatel

Aplicación		Intra oficina/ Corto-alcance	Largo alcance		
Longitud de onda nominal (nm)		1310	1310	1550	
Tipo de fibra		G.652	G.652	G.652 G.654	G.653
Nivel STM	STM-1	AS-1.1 0-14	AL-1.1 10-29		
	STM-4	AS-4.1 0-13	AI-4.1 10-28	AL-42./3 10-30	
	STM-16	AS-16.1 0-13	AL-16.1 9-24 AL16.1JE 12-28	AL-16.2 10-24 AL-16.2JE 12-28	AL-16.3JE 12-28

funciones necesarias requeridas para la conversión electro-óptica, es decir convierte las señales SDH eléctricas (ópticas) en señales SDH ópticas (eléctricas).

El módulo transmisor se ilustra en la *Figura 2*. Convierte un haz de datos de entrada eléctrica en una señal óptica de una especificada potencia óptica de salida media con una razón de extinción y una forma de los impulsos definidas.

La función de temporización de entrada se aplica para regenerar una forma de onda óptica de salida independiente de la forma de onda de entrada. El módulo también proporciona importantes características de gestión requeridas en un entorno de sistema SDH. El corte del módulo transmisor se utiliza para soportar la característica de desconexión automática del láser (ALS) de los interfaces SDH. Se proporciona una salida de fallo de la salida de láser (fuera de margen), válida en la localización de la fuente de un fallo de la red. También se ofrece una degradación de salida de láser, que solamente se utiliza en aplicaciones de largo alcance donde el temprano cuidado del envejecimiento del láser es un factor importante en el mantenimiento preventivo.

El módulo receptor se ilustra en la *Figura 3*. Proporciona conversión óptica a eléctrica, recuperación de reloj y regeneración de datos. Existe una salida de alarmas para cuando haya una pérdida de señal (LOS).

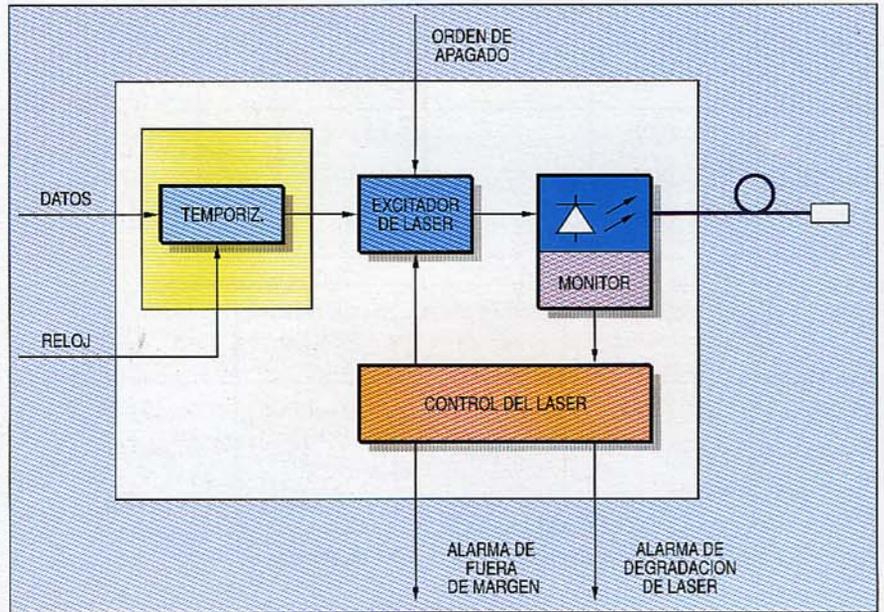


Figura 2 - Diagrama de bloques del módulo transmisor

Implantación

En la *Tabla 3* se lista la familia de módulos SDH STM-1 y STM-4 de Alcatel Optronics.

Para una alta flexibilidad en aplicaciones de sistemas, se han desarrollado estos módulos que funcionan en dos márgenes de temperatura:

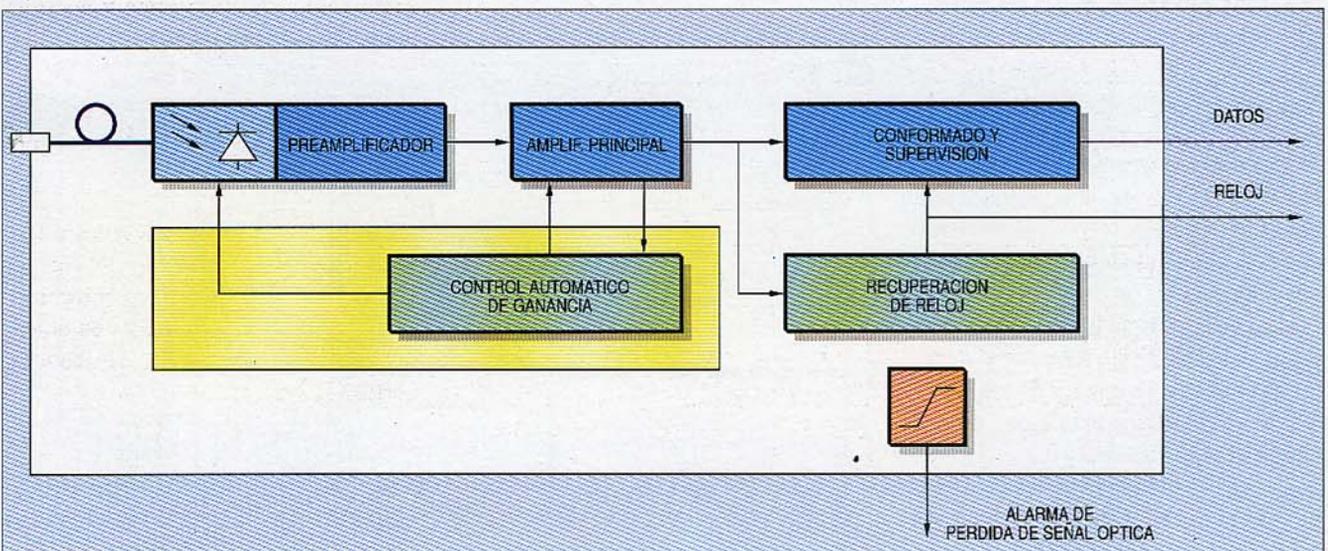
- estándar de 0 a 70°C
- extendido de -40 a +85°C.

Para conseguir los objetivos de coste y

minimizar el coste del desarrollo y de la calificación se han diseñado todos los módulos usando bloques básicos comunes de bajo coste:

- un conjunto de tres ASIC de diseño específico (transmisor, preamplificador y chip receptor)
- un par de híbridos (transmisor, receptor) que incorporan IC montados en superficie y componentes estándar adicionales
- un encapsulado en línea doble estándar

Figura 3 - Diagrama de bloques del módulo receptor



Tipo	Longitud de (nm)	Razón de extinción	Psalida (mín/máx) dBm	nm	Aplicación
LP155	1280-1335	8.2	014/-8	4	AS1.1
NP155	1280-1335	10	-4/0	4	AL1.1
LP622	1280-1335	-8.2	-14/-8	2.5	AI4, AS4.1

Tipo	Longitud de onda de operación	Sobrecarga @EBER 1×10^{-10}	Sensibilidad @EBER 1×10^{-10}	Aplicación
S155	1260-1360	-8 dBm	-29 dBm	AS1.1
L155	1280-1335	-10 dBm	-34 dBm	AL1.1
S622	1260-1360	-8 dBm	-28 dBm	AS4.1

Tabla 3 - Familia de módulos optoelectrónicos SDH de Alcatel

dar de 24 pines (común a los módulos transmisor y receptor)

- un conjunto de componentes ópticos de bajo coste y altas prestaciones (-láser Fabry-Perot y fotodiodo PIN) en encapsulados coaxiales en espiral.

Los objetivos claves del diseño han sido la compactibilidad (23 x 35 x 12 mm) y bajo consumo de potencia para permitir altas densidades funcionales en las placas del sistema. Para conseguir los máximos niveles de integración se han utilizado ASIC totalmente a medida que incorporan la función de recuperación de temporización (Figura 4).

Módulos ópticos STM-16 de altas prestaciones

El mismo concepto de "caja negra" se ha usado en la definición e implantación de módulos optoelectrónicos integrados para aplicaciones de altas prestaciones, como los enlaces terrestres de largo alcance y los enlaces submarinos sin repetidores.

Los diagramas de bloques básicos de los módulos STM-16 transmisor y receptor son los mismos que los de los módulos de velocidades más bajas que se muestran en la Figuras 2 y 3.

La prestación de los módulos definidos en el nivel STM-16 se detallan en las Tablas 4 y 5.

Dependiendo de la aplicación, se utilizan láseres de realimentación distribuida (DFB) a 1300 ó 1550 nm en el lado del transmisor, y fotodiodos de avalancha (APD) ó fotodiodos PIN III/V en el módulo receptor.

Aunque no sea estrictamente necesaria una integración de alta densidad, como ocurre con los módulos STM-1 y STM-4, se ha puesto especial atención a las dimensiones de estos módulos (130 x 65 x 14,5 y 100 x 110 x 14,5 mm) y al consumo de potencia (9W máximo) para permitir la implantación de interfaces ópticos STM-16 bidireccionales en las placas estándar de Alcatel.

Enlace STM-16 de altas prestaciones de ingeniería mixta

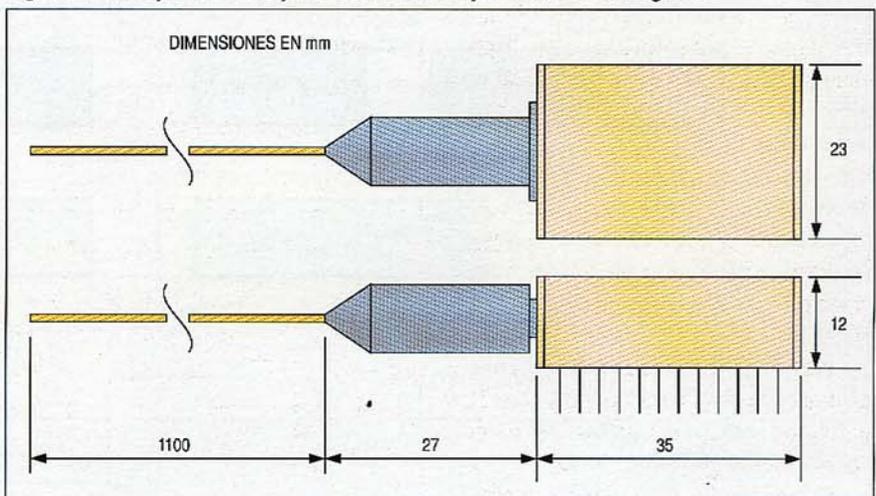
Para altas prestaciones, como las de los enlaces STM-16 de elevado balance de potencia, se utiliza la serie de transmisores especializados NP2400-AJE, NP2400-BJE y NP2400-CJE.

Basados en módulos láser DFB, se diseñan para trabajar con una atenuación máxima de 28 dB a 1300 nm en fibra monomodo estándar G.652, a 1500 nm en fibra estándar G.652 y a 1500 nm en fibra de dispersión desviada G.653, cuando se utilizan en unión del módulo receptor L2400.

Adicionalmente, empleando un módulo amplificador de fibra dopada de erbio (EDFA) de Alcatel Optronics utilizado como elevador de potencia, se puede conseguir un mayor vano de fibra y una mayor atenuación con ambos tipos de fibra, G.652 y G.653. Como ejemplo, Alcatel Optronics realizó una prueba del sistema a 2,5 Gbit/s, en donde se validaron las prestaciones del amplificador digital de potencia con medidas de la tasa de error (BER) bajo las siguientes condiciones del sistema de transmisión:

- configuración receptor-transmisor unidos sin fibra para verificar la total transparencia del elevador de potencia con una señal de 2,5 Gbit/s
- con 73 km de fibra óptica (dispersión total de 1260 ps/nm a 1550 nm) para simular la aplicación normalizada del UIT-T L.16.2.

Figura 4 - Encapsulado compacto del módulo optoelectrónico integrado



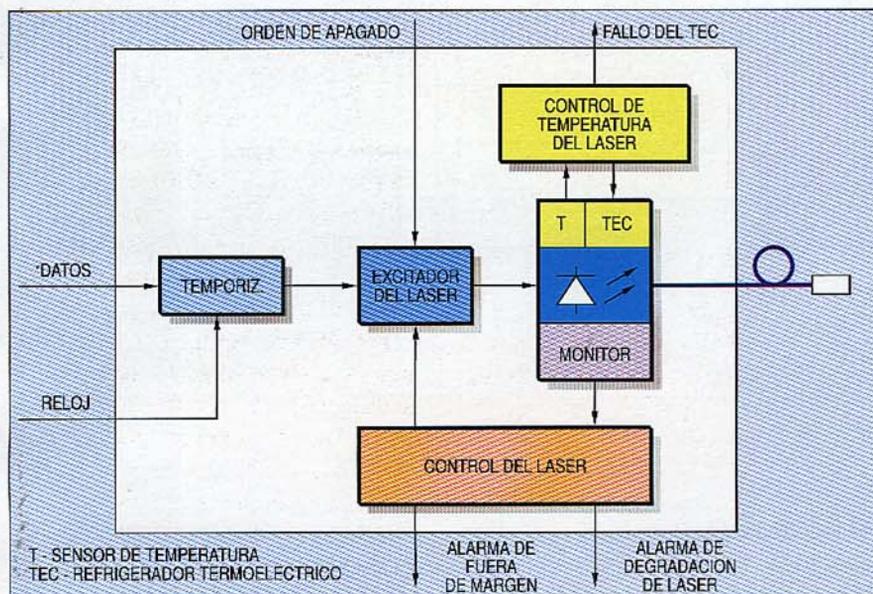


Figura 5 - Diagrama de bloques del módulo transmisor de altas prestaciones mostrando el control de temperatura del láser

Los resultados confirmaron que un camino de atenuación óptica de 45 dB, que equivale a más de 200 km de fibra de dispersión desplazada, se podría unir al nivel STM-16 usando el amplificador óptico de fibra (OFA) como elevador de potencia (Figura 7).

den láseres semiconductores compuestos o fotodetectores usados, respectivamente, para transmisión y detección de señales ópticas.

- Módulos optoelectrónicos discretos que son productos en los cuales el láser semiconductor o el fotodete-

tor se aloja y acopla ópticamente con una fibra óptica o con un conector óptico normalizado.

- Módulos integrados, que no solamente incluyen los elementos optoelectrónicos sino también la electrónica necesaria para permitir un interfaz directo entre sistema y señal.

La familia de módulos SDH pertenece al tercer nivel y se construye usando equipos del segundo nivel combinados con electrónica especializada en diferentes substratos.

En la fabricación de chips optoelectrónicos Alcatel Optronics emplea una de las más avanzadas facilidades del mundo, cuya construcción se completó en 1993. La tecnología básica desarrollada por el programa de investigación y tecnología de Alcatel Alsthom se realiza industrialmente en una fábrica de alta tecnología de substratos de fosfuro de indio de dos pulgadas, utilizando las técnicas de fabricación más actualizadas, que incluyen epitaxia por haz molecular de fuentes de gas, epitaxia en fase de vapor metalo-orgánico de baja presión, grabado por haz de ion reactivo, templado térmico rápido y bombardeo de haz iónico.

Alcatel Optronics

Alcatel Optronics ha sido elegida por Alcatel como centro competente clave para la coordinación del desarrollo y para la fabricación de la gama de interfaces ópticos SDH/SONET descritos en este artículo.

Alcatel Optronics se beneficia del alto grado de experiencia técnica disponible en los Centros de Investigación de Alcatel Alsthom y de la sinergia entre varias compañías subsidiarias, que están implicadas en el desarrollo y fabricación de sistemas de transmisión de fibra óptica. Alcatel Optronics trabaja con equipos multinacionales y multinacionales para desarrollar y fabricar las partes que componen los módulos.

Formando parte de un completo plan de desarrollo y de fabricación, Alcatel ha definido tres niveles de productos de componentes optoelectrónicos:

- Chips optoelectrónicos que compren-

Tabla 4 - Características ópticas del módulo transmisor STM-16

Tipo	Longitud de onda	Razón de extinción	Psalida (mín/máx) dBm	2 nm	Aplicación
NP2400-A	1280-1335	10	-4/0	1	AS16.1 AL16.1
NP2400-AJE	1280-1335	8.2	0/+3	1	AL16.1JE
NP2400-B	1480-1580	8.2	-3/+1	0.5	A:16.2
NP2400-BJE	1530-1560	8.2	0/+3	0.2	AL16.2JE
NP2400-CJE	1530-1560	8.2	0/+3	1	AL16.3JE
NP2400-C1JE	1530-1560	8.2	0/+3	0.5	AL16.3PJE

Tabla 5 - Características ópticas del módulo receptor STM-16

Tipo	Longitud de operación	Sobrecarga @EBER10 1×10^{-10}	Sensibilidad @EBER10 1×10^{-10}	Aplicación
S2400	1260-1360	0 dBm	-18 dBm	AS16.1
L2400	1280-1580	-9 dBm	-29.5 dBm	AL16.xyz

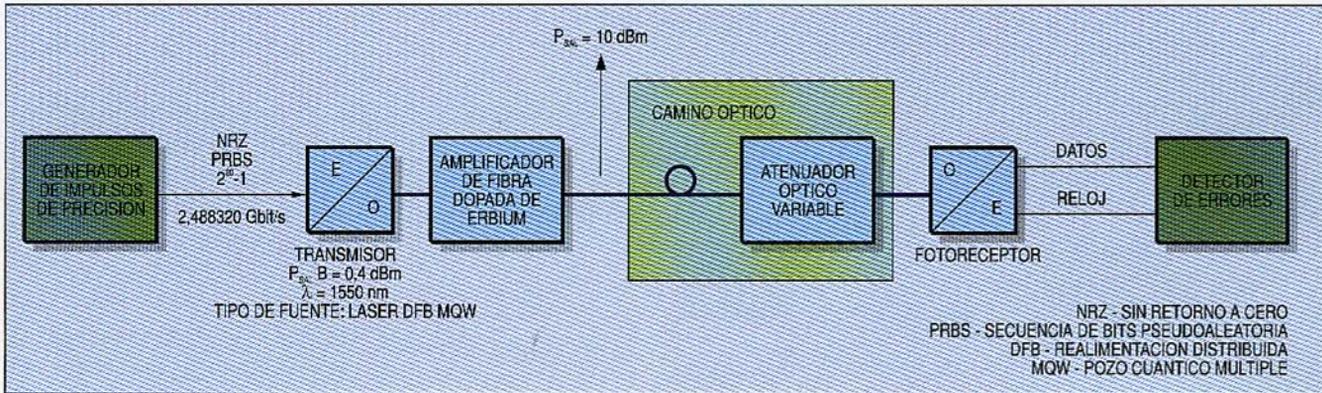


Figura 6 - Montaje experimental a 2,5 Gbit/s

Se ha fabricado una familia completa de productos de chips de láseres semiconductores conjuntamente por equipos de los centros de investigación de Alcatel Alsthom y Alcatel SEL. Emplean estructuras de pozo multicuántico de capa forzada (SLMQW) que permiten prestaciones muy altas a las longitudes de onda de interés, 1,3 y 1,55 micras, y en todo el intervalo de velocidades necesarias. La estructura del chip láser se basa en un conjunto de "bloques básicos" racionales

de tecnología avanzada que se combinan para obtener una fabricación eficaz y competitiva en coste de productos de alta fiabilidad y prestaciones. Este programa también se ha beneficiado de la estrecha colaboración entre Alcatel y CNET (centro de investigación de France Telecom) en Francia.

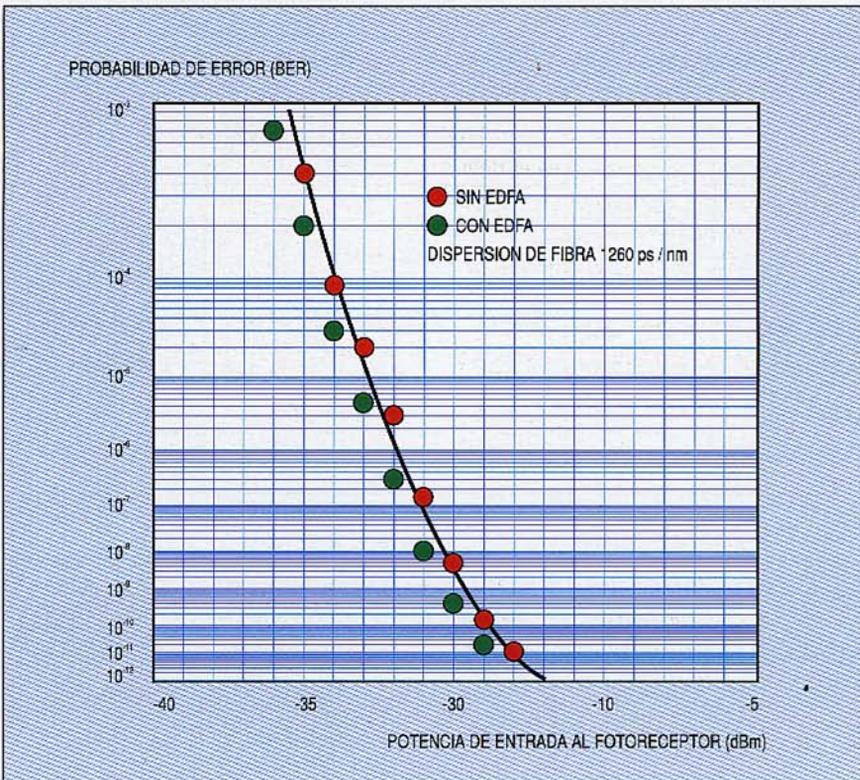
Los módulos discretos, que permiten acoplar chips de láser optoelectrónico y de fotodetector a fibras ópticas (denominados típicamente módulos terminados

con rabillo de fibra), se usan como bloques básicos en los interfaces ópticos SDH. Los chips de láser usados a las longitudes de onda de 1,3 y 1,55 micras, y a las velocidades STM-1 y STM-4 se diseñan para proporcionar unas muy altas prestaciones en un margen amplio de temperaturas que permita el uso de una tecnología físicamente compacta, sin refrigerador y con encapsulado de bajo coste (llamado encapsulado coaxial). A STM-16 se usa un equipo más sofisticado adaptado en impedancia y controlado en temperatura que incluye un aislador óptico, que es necesario para asegurar un funcionamiento con baja tasa de errores y alta velocidad en todo el margen de temperaturas de funcionamiento del equipo.

Los módulos ópticos SDH de Alcatel también incluyen sofisticados circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) diseñados por un experimentado equipo del centro de investigación de Alcatel SEL. Los substratos especializados usados en los módulos para la electrónica se han diseñado y fabricado en diferentes centros del grupo Alcatel, Alcatel CIT en Francia, Alcatel SEL en Alemania y Alcatel Network Systems Incorporated en EE.UU. Estos equipos multinacionales y multidisciplinarios permiten a Alcatel la elección óptima de todos los elementos de los bloques claves de los módulos.

La fabricación final de módulos ópticos SDH se lleva a cabo en dos centros del grupo Alcatel: Alcatel Optronics cerca de París en Francia y Alcatel Network Systems Incorporated en Richardson,

Figura 7 - Error del fotoreceptor en función de la potencia de entrada (dBm)



Texas, EE.UU. Esta fabricación en dos centros estrechamente coordinados asegura el suministro para los sistemas de Alcatel y permiten el enfocarse en los requisitos locales, en dar respuesta rápida a los picos de la demanda y en beneficiarse de la sinergia de dos equipos que trabajan conjuntamente en la mejora continua de los productos.

Alcatel Optronics, que trabaja estrechamente con otras compañías de Alcatel y con la organización de tecnología e investigación de Alcatel Alsthom, proporciona la necesaria potencia de fabricación de componentes para asegurar la puntual disponibilidad de interfaces ópticos de bajo coste, fiables y de altas prestaciones usados en la familia de productos SDH de Alcatel.

Conclusiones

Los componentes ópticos son una parte clave de los sistemas de transmisión. Capitalizando el conocimiento en optoelectrónica de Alcatel a nivel de investigación, Alcatel Optronics desarrolla una familia de módulos ópticos integrados SDH que se usarán como interfaces ópticos comunes en los productos SDH de Alcatel.

Considerando la importancia de los componentes ópticos en la determinación de la capacidad y coste de los sistemas de transmisión, esta inversión tiene una importancia estratégica para Alcatel.

Bibliografía

1. Desarrollo y fabricación de componentes optoelectrónicos activos; J.P. Pestie; Comunicaciones Eléctricas, 4º trimestre de 1992, página 22.

Lionel Adnet nació en 1963 en La Celle Saint Cloud, Francia. Se graduó en la Ecole Centrale de Lyon en 1986, y obtuvo el grado de Master en Ciencias en la Electrical Engineering de la Columbia University de

Nueva York en 1988. Ingresó en Alcatel CIT en 1988, donde trabajó activamente en el Alcatel Fiber To The Home Field Trial con Bell Atlantic, EE.UU. en 1989 y en redes de fibras al hogar de primera generación en Francia. En 1991 ingresó en Alcatel Network Systems, Zaventem. En la actualidad trabaja en componentes ópticos y fibra en el bucle.

Terry Unter nació en el Reino Unido y estudió en la Southampton University, donde obtuvo los títulos BSc Honours y PhD en microelectrónica. Tras trabajar durante varios años en Canadá en el desarrollo de tecnología de circuitos integrados, el Dr. Unter ingresó en 1984 en Alcatel Bell, en el grupo de evaluación de tecnología VLSI. Desde entonces ha sido jefe de ingeniería en Mietec Alcatel, jefe de operaciones de un fabrica de circuitos integrados de Estados Unidos, director administrador general en el comienzo del joint-venture de la fundición de silicio de Alcatel Bell en Shanghai, China. En 1991, el Dr. Unter pasó a Alcatel CIT como director de Optronics, división de fabricación de componentes optoelectrónicos de Alcatel.

Gerhard Elze nació en Berlín, Alemania. Se licenció en físicas por la Technische Universität de Berlín en 1975. Desde 1972 ha trabajado en los campos de óptica de fibras y de transmisión óptica de banda ancha. Entre 1975 y 1984 ha trabajado en el Heinrich Hertz Institut für Nachrichtentechnik de Berlín, donde fue jefe de sección en investigación de sistemas de transmisión óptica. En 1984 ingresó en Elektrik Lorenz AG (SEL) de Stuttgart, Alemania, donde fue responsable de los sistemas de transmisión óptica a alta velocidad. Desde 1993 es director de desarrollo de producto en Optronics Division de Alcatel CIT, Nozay, Francia.

Jean François Panafieu nació en Madagout, Francia, el 24 de Febrero de 1951. Se graduó en ingeniería eléctrica en 1984 por el Institut National des Télécommunications de Evry. En 1971 ingresó en Alcatel CIT, en el departamento de transmisión de París donde ha trabajado desde 1979 en el des-

arrollo de sistemas ópticos analógicos y digitales. En la actualidad es jefe de desarrollo de productos optoelectrónicos integrados en Optronics Division de Alcatel CIT, Nozay, Francia.

Planificación y gestión de redes SDH

O. González Soto Alcatel Standard Eléctrica, Madrid, España
M. Sexton Alcatel Line Transmission Systems, Zaventem, Bélgica
C. Tardini Alcatel Italia Telettra Division, Vimercate, Italia
C. Wulf-Mathies Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania

La jerarquía digital síncrona (SDH) ha introducido cambios fundamentales en la manera de planificar y gestionar las redes de transmisión. La mayor flexibilidad inherente a las redes SDH hace su optimización más compleja y asimismo proporciona una cierta protección contra los errores de predicción debido a su capacidad para adaptar rápidamente ampliaciones imprevistas sin un costoso rediseño. Ello implica un gran acercamiento entre los procesos de planificación y los de operación y gestión de red, para los que se han desarrollado modelos y herramientas que apoyan al diseño de estructuras físicas robustas y eficientes en coste.

Introducción

La planificación estratégica de red es una actividad que comprende en general un amplio campo en la extensión geográfica, en el tiempo y en el abanico de interacciones entre servicios y operaciones que deben ser tenidas en cuenta. Por tanto la introducción de la SDH no puede considerarse aisladamente de otros grandes temas actuales. La consolidación de la conmutación en la red telefónica pública conmutada o RTPC (tratada en otro número de Comunicaciones Eléctricas [1]), el crecimiento de las redes privadas, el acceso de distintos servicios basado en fibra óptica y la introducción de los servicios de banda ancha, son temas que contemplan la mayor parte de los grandes operadores. Al mismo tiempo, en el campo de los suministradores, los fabricantes ofrecen soluciones SDH interconexiónables con una integración funcional muy alta de elementos de transporte y asociados.

La competencia en la industria y las crecientes expectativas de los clientes generan una presión a los operadores para una rápida respuesta y disponibili-

dad de servicios, lo que a su vez acorta el tiempo de entrega de la planificación. Esto justifica un cierto nivel de sobredimensionado para los elementos de largo plazo de entrega, como la fibra óptica, que se pueden asignar posteriormente y de forma flexible por procesos de gestión.

Aunque la escala de tiempos de la planificación se acorte, son todavía evidentes las principales distinciones mencionadas en la *Figura 1*:

- Planificación estratégica a largo plazo, que no tiene una cuantificación precisa, pero comprende los objetivos de negocio, desarrollo de servicios, elección de tecnología y estrategia de operación en un marco temporal de cuatro a diez años.
- Planificación específica a medio plazo, en el marco temporal de uno a cuatro años, que es bastante precisa y focalizada, proporcionando la provisión e instalación de equipo y cables para la construcción y extensión de la red.
- Planificación a corto plazo, que está fuertemente asociada a la operación y gestión día a día, con tiempos de permanencia entre varios días y varios meses. Permite la ampliación de capacidad, bien por extensión de equipos o reasignación de facilidades para seguir fluctuaciones de demanda inesperadas.

Este artículo comprende principalmente la planificación a corto y medio plazo así como la gestión para la red de transporte SDH.

División de la red de transporte para los objetivos de planificación

Los transconectores de gran capacidad y los multiplexores con inserción/extrac-

ción flexible están convirtiendo la red de transporte en un gran sistema distribuido de interconexión. Para los objetivos de planificación, los sistemas de este tamaño y complejidad deben ser descompuestos en subsistemas que puedan ser optimizados independientemente. La arquitectura de red de transporte, descrita en G.803 [2], y que se muestra con mayor detalle en otro artículo de este número [3], explica los principios de estratificación y partición empleados en el diseño y gestión de la red que también son la base para la descomposición del problema de planificación.

La planificación de red conlleva la partición de la red en subredes definidas administrativamente y cada una teniendo sus propias mezclas de tráfico, eficiencias de utilización y estrategias de supervivencia. El diseñador dispone de un amplio abanico de arquitecturas de auto-restauración [4], por lo que en la partición de red el planificador debe decidir que estrategia de supervivencia provee la mejor aportación en cada escenario particular.

Actualmente, la planificación de la red de transporte está todavía dominada por los requerimientos de la RTPC como el principal cliente de recursos. Sin embargo, la demanda de servicios de transporte no-RTPC por operadores privados y segundos operadores públicos a distintas velocidades de transmisión está creciendo rápidamente.

En la búsqueda de proyectos para aplicación de la SDH, los planificadores se dirigen en primer lugar hacia las subredes bien definidas y determinadas por la estructura de la RTPC que comprenden:

- Red central o vertebral entre centrales de enlaces/tránsito completamente conectadas, que se caracteriza por su alta capacidad, diversidad física y

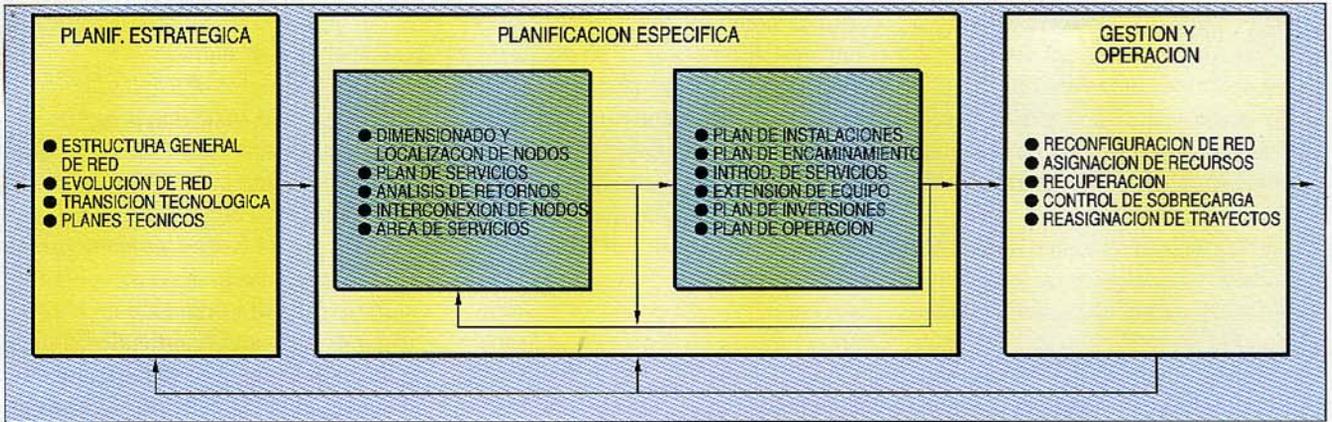


Figura 1 : Planificación y gestión de red

con requerimientos especiales de recuperación y utilización eficiente de ancho de banda.

— Redes regionales o metropolitanas entre centrales principales fuertemente conectadas dentro de la misma área, que están caracterizadas por su capacidad media, diversidad física limitada y con requerimientos definidos de recuperación y flexibilidad.

— Redes de acceso multiservicio, que conectan nodos de acceso y de distribución con la central local en el centro de una topología en estrella o en árbol que están caracterizadas por los bajos requerimientos (pero crecientes) de capacidad, la baja diversidad física pero con requerimientos especiales de flexibilidad, de reagrupamiento de servicios y una recuperación dentro de lo factible.

Los servicios alquilados, no conmutados, imponen unos requerimientos especiales de conexión extremo a extremo y de inserción y/o consolidación en los límites de la subred. Muchas instalaciones iniciales tendrán una mayor proporción de tráfico no conmutado debido a que las necesidades particulares de este tráfico se logran especialmente bien por la SDH.

Algunas planificaciones específicas de subredes y aplicaciones de gestión se discuten a continuación. Las mismas subredes se planifican y gestionan como entidades independientes con fronteras bien definidas. La optimización de la arquitectura de interconexión entre subredes (con nodos únicos o duales) se

considera en una etapa posterior. El impacto de la estructura de interconexión en la optimización dentro de la subred se considera a través de las hipótesis de modelación y datos de entrada.

Planificación con SDH

Existen dos aspectos de la SDH que producen un impacto significativo en el proceso de planificación. En primer lugar, el extremadamente bajo coste de transmisión en los sistemas de transmisión de gigabits/segundo junto con los largos vanos entre repetidores, ha desplazado el balance significativamente a favor de consolidar el tráfico lo más posible en unidades de alta capacidad para aprovechar los bajos costes de transmisión disponibles. Esta tendencia se contrarresta por la necesidad de mantener una capacidad de reserva con encaminamiento diversificado para ajustar la capacidad de trabajo. En segundo lugar, la existencia de dos capas administrativas: la capa de trayectos de orden bajo (LO) y la capa de trayectos de orden alto (HO), con facilidades de gestión flexible de capacidad en cada una, requiere un proceso de optimización recursivo a dos etapas.

El proceso general de planificación consiste en agregar las demandas previstas de cada capa de subred cliente a la capa apropiada de la SDH. Esto significa que el trayecto de orden bajo: LOP se utiliza en la RTPC y en líneas de baja velocidad o circuitos primarios, mientras que el trayecto de orden alto (HOP) se utiliza

en banda ancha, video y, obviamente, en el propio trayecto de orden bajo (LOP). La calidad de servicio en términos de requerimientos de disponibilidad es un parámetro importante, ya que determina la estrategia adecuada de supervivencia y cuanta capacidad extra debe ser reservada para dicha disponibilidad.

Las parejas de demanda de LOP se asignan a HOP, y los HOP completamente llenos se encaminan directamente con un algoritmo de encaminamiento de coste mínimo. Los HOP parcialmente llenos se pueden encaminar hacia una subred de tránsito de LOP para su consolidación. El mayor coste del encaminamiento de tránsito se compensa mediante la eficiencia en coste en las demandas consolidadas; el coste de HOP en esta etapa se estima en términos de longitud de onda y capacidad total basándose en la experiencia de diseños previos de red. Este proceso se puede reiterar posteriormente, una vez que se disponga de costes más precisos derivados de la optimización de la capa de HOP.

La topología optimizada de la capa de LOP conjuntamente con las demandas agregadas de la capa de cliente de circuitos de HOP da lugar a la matriz de demanda de HOP. El mismo procedimiento se aplica recursivamente a la optimización de la capa de HOP. Los costes de la capa de secciones pueden ser estimados de una forma similar a la estimación de costes de HOP descritos. Las estimaciones en este caso se acercarán más al valor final debido a las restricciones físicas inherentes a la limitada flexi-

bilidad en la capa de secciones, por lo que estas dos capas se pueden generalmente optimizar conjuntamente.

En ambas capas: LOP y HOP, el procedimiento de asignación de demanda será restringido por la estrategia de supervivencia elegida y las restricciones de encaminamiento que llevan aparejadas. Las principales características del proceso de planificación recursivo se ilustran en la *Figura 2*. Los costes por capa no son los costes finales, sino parámetros basados en costes a ser utilizados en los algoritmos de optimización. Los costes reales se calculan finalmente a partir de los resultados de dimensionado en tamaños, cantidades y modularidad específica.

Planificación de la red central resistente y de alta capacidad con sistemas de transconexión (DCS)

El proceso de planificación aquí des-

crita, supone que los transconectores digitales DCS para HOP se instalan en una red mallada con alta conectividad y con suficientes encaminamientos diversificados disponibles para cada pareja de demanda origen-destino. Asimismo se supone que la supervivencia se consigue por un procedimiento de restablecimiento basado en la reconfiguración de los DCS. Al mismo tiempo, la eficiencia de utilización de los HOP se consigue a través de la consolidación en las facilidades de LOP que se deben colocar de forma óptima.

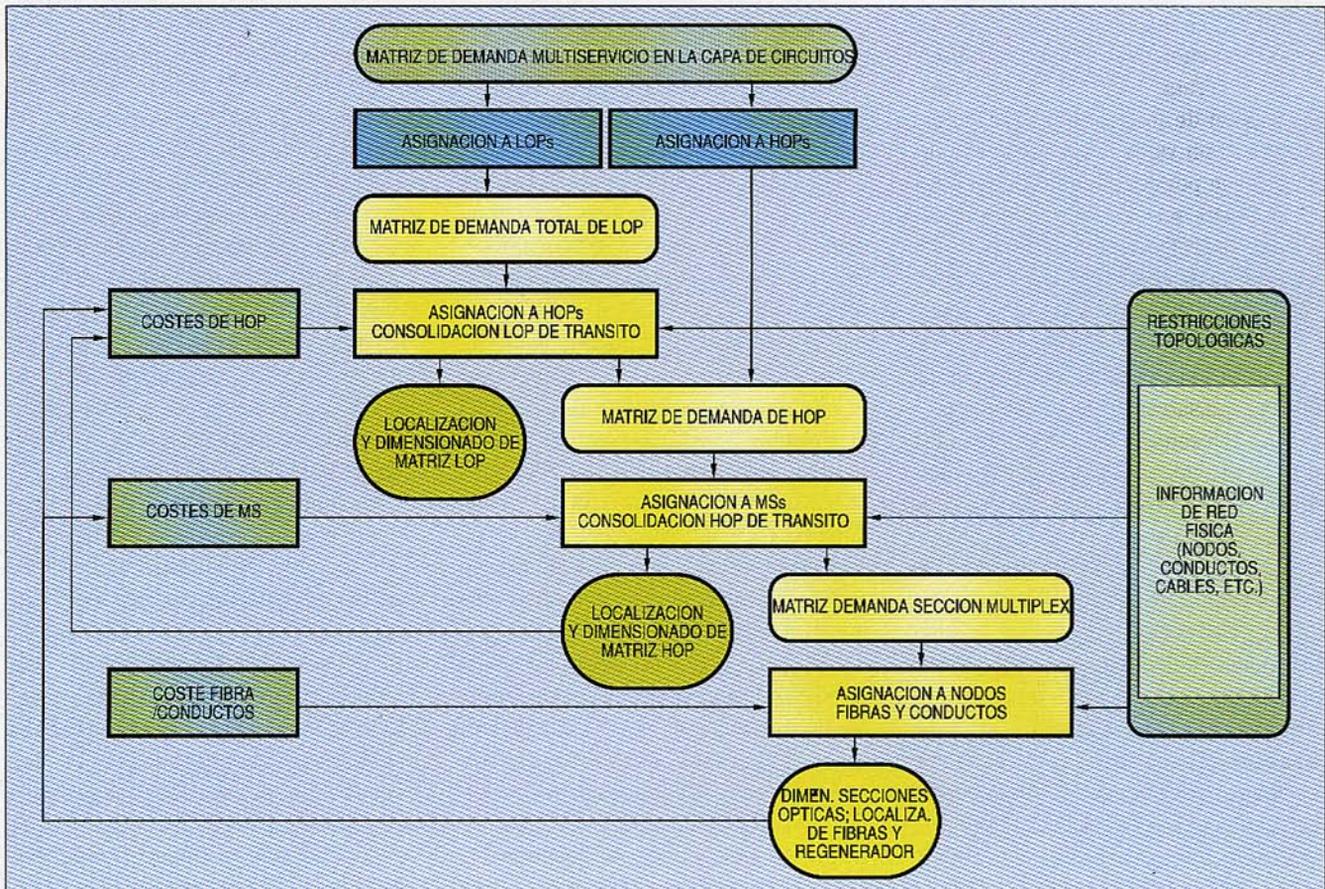
La mayor parte del tráfico componente de RTPC se ofrece a cada nodo de transporte en la red central en grupos de 24 (EE.UU.) ó 30 canales insertados en VC-11 (EE.UU.) ó VC-12 dentro de la capa de LOP. Dichos grupos habrán sido a su vez agregados en HOP bien por una gestión distribuida del ancho de banda en la red regional que ofrece el tráfico o en el nodo mis-

mo de pasarela para un transporte eficiente en la red central.

El tráfico de líneas alquiladas de banda estrecha tiene una presentación y estructura similar y habrá sido consolidado en equipos DCS a 64 kbit/s. Las líneas alquiladas de velocidad primaria (que de hecho pueden cursar tráfico conmutado de otro operador) será típicamente originado en los sectores de acceso o regionales y hará tránsito en el nodo de transferencia.

Además del tráfico en la capa de circuitos, pueden existir también requerimientos de conexión de caminos de jerarquía digital plesiócrona (PDH) a 2,34 ó 45 Mbit/s, bien entre islas PDH ó para conexión de nodos en un área PDH a través de islas SDH. Realmente, muchos despliegues iniciales pueden estar condicionados por esta clase de tráfico, especialmente en EE.UU. donde el tráfico concentrado hacia las instalaciones DS3 está bien establecido.

Figura 2 : Proceso recursivo de planificación



Modelo de coste para las capas de red

El coste de una conexión de una subred LOP a través de la subred central viene dado por la suma de los costes de sus conexiones de enlaces y de subredes componentes. El coste de una conexión de subred depende del coste de las subredes elementales (matriz de DCS) a través de las que es cursada, así como de su eficiencia de utilización. Dichos valores forman parte de la información de entrada al proceso de planificación.

El coste de una conexión de enlaces LOP depende del coste del HOP por el que es cursada y de su grado de llenado, que determina la eficiencia de utilización de las HOP. A partir de las estadísticas trazadas en diseños previos, se pueden derivar buenas estimaciones (para los objetivos de planificación en esta etapa) de los costes de HOP basados en las densidades de tráfico y las métricas de cada ruta.

A cada HOP se le asigna un coste nominal $Cost_{HOP} = A + \sum_1^n (BI + C)$, siendo A un factor fijo que representa el coste de la terminación del HOP, B un factor (dependiente de la densidad de tráfico en la ruta) que representa el coste por unidad de longitud de la sección soporte, C un valor medio del coste de terminación por enlace, I la longitud de la ruta entre nodos y n el número de enlaces por HOP.

El coste de conexión de la matriz de tránsito de LOP está incluido en el coste fijo por terminación de enlace. Esta representación es válida siempre que el coste de tránsito esté justificado por una función de inserción en acceso y por tanto no esté influida significativamente por el uso relativamente pequeño de volumen de tránsito.

Por tanto, el coste medio de una conexión de enlace LOP viene dado por $Cost_{HOP}/n$, donde n es el número de conexiones de enlace LOP usadas en el HOP utilizado y a su vez el coste de un LOP es la suma de las conexiones de enlace que lo constituyen. De esta forma los trayectos utilizados ineficazmente son penalizados apropiadamente.

Los factores A , B y C se basan en ésta etapa en estimaciones típicas deriva-

das en función de las características de demanda de LOP obtenidos de la experiencia de numerosos diseños previos de redes. El proceso de optimización de la topología de LOP puede ser iterativo con los costes reales de HOP una vez que la capa de HOP haya sido planificada.

Optimización de la topología de los LOP

El objetivo en esta etapa es optimizar la localización de las capacidades de tránsito de LOP equilibrando el menor coste de los enlaces altamente utilizados con el extracoste del encaminamiento de tránsito más ineficiente. Para definir la estructura óptima, se utiliza alguno de los dos algoritmos que se resumen a continuación:

El algoritmo de composición comienza con una topología simplificada (p. ej., en árbol) que garantice la conectividad suficiente aunque no sea óptima en coste. Sobre esta red inicial se asignan las demandas y se evalúa el coste total de red. Esta solución inicial se modifica añadiendo enlaces de bajo coste que permitan encaminamientos directos entre nodos seleccionados, reasignando las demandas de tráfico para un encaminamiento de coste mínimo. El coste global de la nueva solución se compara con la solución previa y, siempre que sea menor y se garantice la conectividad mínima, se incorpora el nuevo enlace. Este proceso es reiterativo hasta que no se obtengan mejoras adicionales. La red optimizada tendrá más enlaces que la red de la solución inicial.

El algoritmo de descomposición utiliza el método opuesto comenzando por una red en malla (p. ej., completamente conectada) donde cada encaminamiento de HOP se realiza por enlace directo en la solución inicial. Una vez ordenados los enlaces por rango de coste se comienza a eliminar el de mayor coste y reencaminar las conexiones en el resto de la red manteniendo las restricciones. La nueva solución se utiliza como base para la próxima prueba siempre que haya bajado el coste y se mantengan las restricciones de conectividad. Este procedimiento se itera hasta que no se observen mejoras adi-

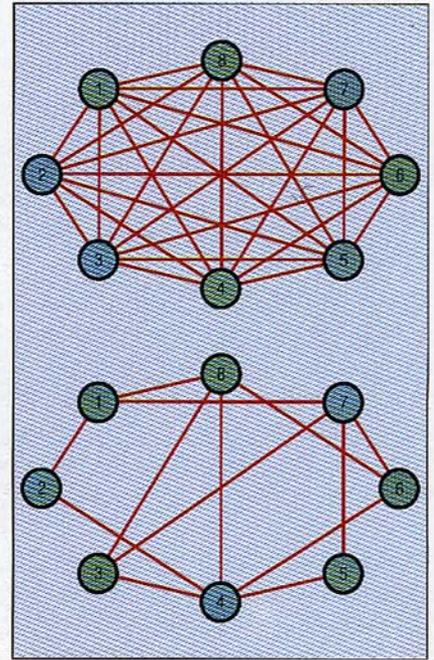


Figura 3 : Optimización de red con 8 nodos

cionales, lo que conducirá a una red optimizada con menor número de enlaces que la red inicial.

Este proceso se ilustra en la red de 8 nodos en la Figura 3 en la que una topología inicial totalmente conectada con 28 enlaces se optimiza hacia una solución que contiene 13 enlaces.

A partir de aquí es posible construir una matriz de demanda de HOP por agregación de las demandas de LOP modificadas por la estrategia de consolidación de demanda descrita previamente, de las demandas directas de HOP debidas a tránsitos PDH (140 Mbit/s en Europa. DS3 en EE.UU.) y de las demandas de usuarios de banda ancha (distribución de video y RDSI-BA). Este proceso proporciona la matriz de demanda de entrada al diseño de la capa de HOP.

Optimización de la topología en la capa de los HOP

El procedimiento utilizado es esencialmente el mismo con la salvedad de enfatizar la supervivencia. Esto implica que las demandas de HOP se deben distribuir entre dos o más rutas alternativas separadas y que debe ser planificada la suficiente capacidad extra para permitir el

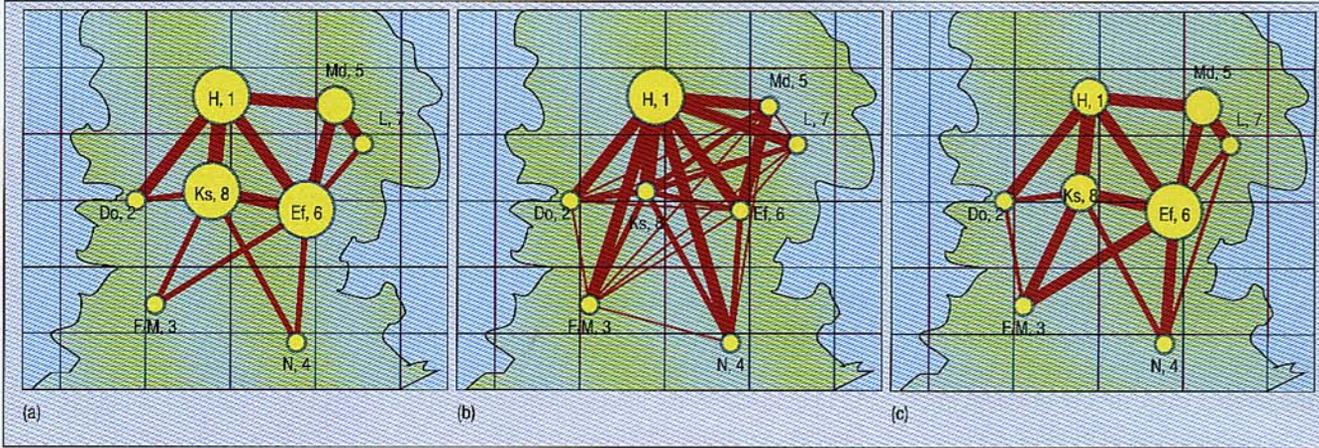


Figura 4 : Asignación de capacidad de HOP con CARO

reencaminamiento de las demandas interrumpidas por los principales fallos. Los encaminamientos de nodos separados originarán mejor comportamiento en términos de disponibilidad con un incremento de coste. En caso de menores restricciones, se utilizan encaminamientos de enlaces separados como una solución de compromiso intermedia.

En esta etapa se optimiza la red en coste para una supervivencia al 100% contra fallos singulares de enlaces o nodos. El algoritmo de descomposición forma la base del procedimiento de optimización, pero el proceso de asignación de demanda es más elaborado para reflejar la necesidad de supervivencia.

Se comienza con una topología en malla y alta conectividad en la que para cada pareja de demanda de HOP se construye una lista de k alternativas de encaminamientos separados. Las demandas C_{ij} se distribuyen uniformemente entre las $k-1$ rutas alternativas de menor coste, reservando una capacidad extra de $C_{ij}/(k-1)$ en la alternativa de mayor coste. Los costes por HOP se obtienen de los costes reales de secciones de múltiplex MS de igual forma que en el algoritmo de composición. Se deben proporcionar enlaces de reserva a partir del conjunto de enlaces contenidos en los $k-1$ encaminamientos de menor coste.

Una vez asignadas todas las demandas, se puede disminuir la capacidad excedente para considerar el reparto inherente a toda estructura mallada; lo que significa que donde se hayan considerado varias reservas de un enlace de

protección para un enlace operativo, dichas reservas deben ser agregadas. La reserva resultante será suficiente para resolver la mayor de todas las reservas contra fallos singulares de enlaces.

Los costes de los HOP se evalúan en base a los costes de las secciones componentes, de la misma forma general mencionada anteriormente $Cost_{HOP} = A + \sum^n (BI + C)$, donde A , B y C representan aquí los costes reales de las MS utilizadas en cada enlace. C es un factor que depende del nivel de capacidad empleado, de tal manera que: $C_{STM-16} < 4C_{STM-4} < 16C_{STM-1}$. La red inicial se modifica por eliminación, agregación o intercambio de enlaces y se reevalúa hasta que no se observe reducción adicional de coste.

Para conseguir supervivencia en la red, es necesario que $k > 2$. Valores altos de k pueden originar coste bajos siempre que la dispersión en costes de las alternativas separadas no sea grande y que la capacidad a ser servida sea suficientemente grande para que el reparto de demanda no atenúe las economías de escala. Frecuentemente estos criterios no se cumplen, en cuyo caso $k=2$ sería el óptimo.

Estos procedimientos aplicados en la forma descrita no se ven influenciados por el tamaño de los DCS, por lo que se puede aplicar un procedimiento adicional en el que cada nodo se analiza para identificar los grupos de HOP en tránsito que excedan un tamaño umbral. Los grupos en tránsito son grupos de HOP que comparten en un nodo los mismos enla-

ces de entrada y de salida. Dichos grupos se pueden encaminar circunvalando el DCS a través de una sección de múltiplex, con o sin repetidor, en función de la longitud de la sección. En el caso que dicho cambio reduzca significativamente el coste de DCS (produciendo, por ejemplo, una fuerte discontinuidad en el tamaño de la matriz de demanda) las demandas se pueden reasignar por este cambio topológico para minimizar costes.

Finalmente, el diseño se debe validar haciendo fallar cada enlace y cada nodo alternativamente, aplicando el procedimiento de restauración y verificando que todas las demandas se pueden encaminar.

Sensibilidad al coste de transmisión

Los procedimientos del tipo descrito permiten diseñar redes de transconectores que cumplen de forma óptima los requerimientos de supervivencia, explotando completamente la conectividad de diversificación física disponible y el bajo coste de la fibra de transmisión. El impacto debido a la eficiencia de coste de los sistemas de fibra con alta capacidad en el diseño de red se ilustra en las Figuras 4(a), 4(b) y 4(c), que reflejan la asignación de capacidad de HOP en la herramienta de optimización de coste y fiabilidad (CARO).

La capacidad se ha asignado en base a dos encaminamientos alternativos en

cada caso. La Figura 4(a) representa el caso en que el coste de la sección STM-N es idéntico para cualquier N y por tanto el diferencial de coste por HOP transportado en las distintas secciones es muy alto; 4(b) representa el extremo opuesto, en donde el coste de STM-N es proporcional a N y por tanto no hay diferencial de coste de HOP; finalmente 4(c) representa un caso intermedio más típico.

Construcción y extensión de red

En la práctica, estos planes de red se basarán en predicciones de demanda para años futuros. Un plan de instalación basado en los requerimientos conocidos al comienzo se puede obtener utilizando los mismos principios pero asumiendo el diseño de red física objetivo planificada para la localización de transconectores y fibras ópticas. Con ésta base, se utiliza la carga de tráfico inicial para generar las topologías lógicas óptimas.

Esta información de "construcción de red" se proporciona al proceso de gestión a nivel de red. Durante la vida operativa, en la que se experimentará normalmente un crecimiento y variación de tráfico, se aborda la provisión de LOP por un proceso de tipo cliente-servidor bajo demanda (RTPC, etc.) y la utilización del recurso de LOP es controlada por el proceso de gestión. En el caso de que se agoten las matrices específicas de HOP o LOP, detectado por los niveles de utilización umbral, se genera una petición de provisión.

En caso de agotamiento de la matriz, la petición se dirige a la organización de provisión física, para añadir capacidad extra por ejemplo a un determinado transconector. En el caso de agotamiento de la capa-servidor, se dirige la petición de provisión de HOP al proceso de establecimiento de trayectos en la capa de HOP, donde se puede atender automáticamente o por el personal de operaciones. Dicha flexibilidad operativa puede reducir significativamente la precisión de la predicción de la demanda a largo plazo.

Un proceso similar de gestión de demanda en la capa de HOP envía peticiones de provisión a la capa de seccio-

nes (nuevos tributarios en los multiplexores, nuevos sistemas de fibras ópticas, etc.) o de ampliación de capacidad en los transconectores de HOP. El proceso de gestión de demanda se basa en versiones reducidas y on-line derivadas del proceso de planificación descrito. La demanda real durante el periodo de planificación podría diferir significativamente del objetivo planificado inicialmente, por lo que será normal repetir el proceso de optimización en planificación basado en la demanda real o en nuevas predicciones para verificar que las extensiones generadas por los procesos "on-line" son suficientemente óptimas.

La experiencia con un abanico de escenarios de evolución indica que el proceso descrito es relativamente insensible a una amplia gama de crecimientos de red y variaciones de hipótesis. Solamente en circunstancias excepcionales puede ser necesario rediseñar la red en la capa física para permitir grandes desviaciones de la predicción. Para este caso se están desarrollando procedimientos y herramientas que permitan la implantación de planes de reestructuración con una mínima interrupción de servicio.

Planificación de anillos para redes regionales y de acceso

Las estructuras en anillo han generado un gran interés debido a su capacidad de alta disponibilidad con la mínima diversidad física (sólo dos rutas diversas entre cualquier pareja de nodos). Esta propiedad es especialmente atractiva en aplicaciones regionales y de acceso, donde la diversidad topológica es frecuentemente limitada. Existen especificaciones detalladas para multiplexores de inserción-extracción (ADM) y transconectores digitales que soportan un conjunto de tipos de anillos con propiedades diferentes desde la perspectiva del planificador. A continuación se describen algunos de los procedimientos de planificación que se han desarrollado para anillos, o combinaciones de anillos, apropiados en el despliegue en redes regionales y de acceso. Alcatel ha desarrollado un conjunto de herramientas de planificación, llama-

do ALCALA [5], que ayuda al operador en el diseño y optimización de la red para todos sus segmentos.

Los anillos de LOP construidos a partir de ADM basados en STM-1 ó STM-4 funcionan generalmente con la matriz de máxima capacidad de LOP en cada nodo; o, dicho de otro modo, todos los LOP que cursan HOP se extraen de la matriz en cada nodo y por tanto cada HOP se cursa en una única sección de multiplex que termina en los mismos nodos que el HOP. El procedimiento recursivo a dos etapas descrito anteriormente para el caso general se reduce a una optimización en una etapa de LOP sobre HOP que se cursan en una sección de multiplexación. En caso de ADM basados en STM-16 no siempre se justifica una matriz completa de LOP por lo que en este caso particular se sigue aplicando el proceso general de optimización a dos etapas.

El problema en esta fase es similar al tratado previamente para la red central, esto es, la matriz de demanda de LOP se obtiene a partir de las demandas agregadas en la capa de circuitos y de la topología física de los nodos y de los ductos y fibras que los interconexiónan. Antes de proceder a un diseño más detallado, se deben resolver otras consideraciones generales que se resumen a continuación.

Elección de la estrategia de protección en el anillo

Los anillos de protección con MS compartidas (también llamados anillos bidireccionales con auto-restauración o SHR) son más eficientes siempre que el tráfico en el anillo sea uniforme. Las aplicaciones regionales y metropolitanas ofrecen frecuentemente patrones de tráfico uniformes, sin embargo si la subred es suficientemente grande para justificar anillos múltiples, el tráfico de interconexión de anillos ocasionará que los anillos singulares sean fuertemente focalizados. Este tipo de redes generará una proporción importante de tráfico de larga distancia que se concentra hacia la red central.

La protección dedicada de conexiones en subred (llamada frecuentemente

de auto-restauración unidireccional) muestra una eficiencia equivalente en la capa de LOP para patrones predominantemente concentrados. También muestra flexibilidad en el sentido de permitir proteger algún tráfico mientras que el restante se comparte entre rutas diversas. Esta protección se considera como un buen compromiso en un entorno predominante de POTS/RTPC. La siguiente exposición detallada considera una protección de subred dedicada.

Sistemas de transconexión digital (DCS) y ADM

La decisión de usar DCS de LOP en las intersecciones de anillos y/o como pasarelas hacia la red central está influenciada por consideraciones estratégicas y de coste. Hay ganancias de eficiencia debidas a reagrupamientos y a la consolidación de tráficos tratada previamente. Los requerimientos de conectividad flexible y de rapidez de respuesta para líneas

alquiladas con sus beneficios asociados están fuera del campo abordado en el presente artículo.

En general, las mejoras en la red central y la gestión flexible de servicios se programan para una fase posterior de la evolución de red, en cuyo caso es necesario optimizar una solución basada inicialmente sólo en ADM.

Directrices en la planificación de anillos

El principal principio director en la optimización de costes es el uso eficiente de los recursos, que en este caso comprenden una alta utilización de canales en la fibra óptica y un alto valor medio de la tasa de extracción en los ADM. El último objetivo es equivalente a minimizar el número de nodos ADM en cada anillo.

En una solución basada exclusivamente en nodos ADM es importante minimizar el tráfico entre anillos buscando afinidades de interés de tráfico, lo que

lleva a grandes anillos múltiples y superpuestos que pueden ser ineficientes. En el caso de que la demanda total encaminada entre las subredes sea lo suficientemente baja como para utilizar un solo anillo, la solución de sólo ADM es la mejor, pero el coste medio por trayecto será mayor que en una red más grande donde se pueden lograr beneficios por economía de escala. El problema de interconexión de anillos puede ser resuelto de forma eficiente usando transconectores digitales para reducir la demanda de instalación de cables.

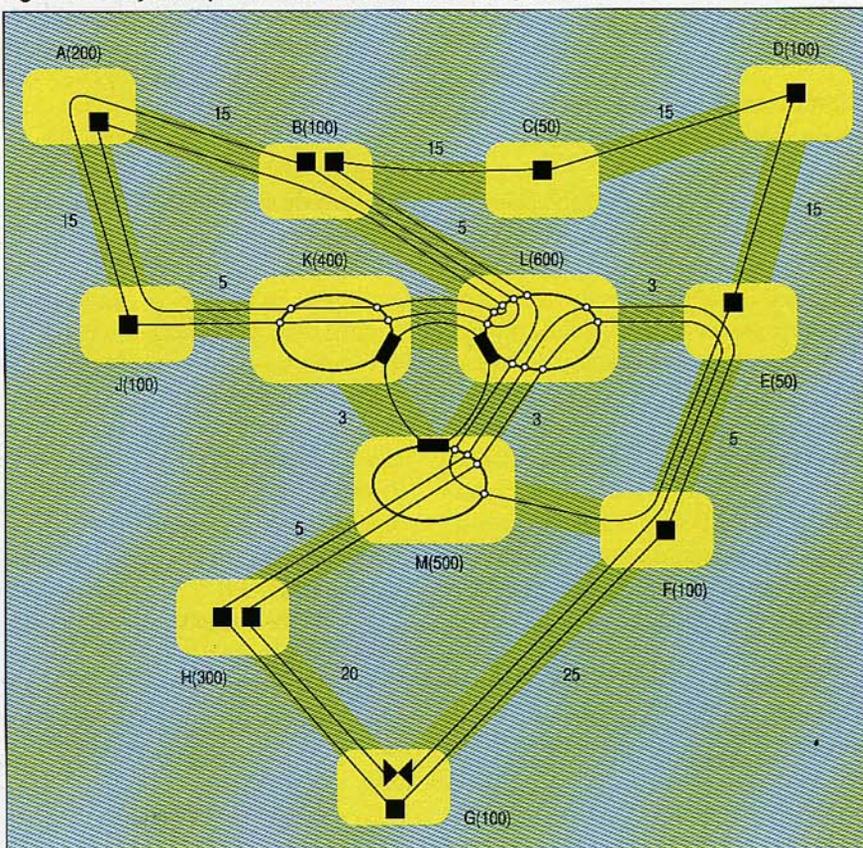
Se pueden adoptar distintos procedimientos según se requiera o no una solución con concentración. Incluso si no son necesarios, los datos de la matriz de demanda y de topología pueden conllevar una fuerte concentración natural, en cuyo caso la optimización se aplicará como si la concentración fuera con requisito.

Procedimiento de planificación de anillos

La matriz de demanda de LOP constará en general de una combinación de tráfico con protección y tráfico sin protección, pero que necesita ser repartido entre dos rutas separadas. La mitad del último componente de tráfico se agrega al primer componente para formar una única matriz de demanda. Esta demanda se asigna a la subred de parejas de conexiones diferentes y de coste mínimo.

En el caso de que un conjunto de nodos se hayan definido como concentradores, cada conexión de subred de cada pareja se obliga a pasar a través de uno de los nodos definidos como de concentración. En el caso que no se hayan designado nodos de concentración, los encaminamientos separados iniciales ayudarán a identificar como candidatos a nodos de concentración a aquellos con el máximo número de conexiones de subred en tránsito. Dichos nodos serán localizaciones naturales para las matrices de transconectores de LOP. En general, se necesitan dos nodos concentradores, aunque pueden ser convenientes más en función del tamaño de la subred y de la demanda total. Las asignaciones

Figura 5 : Proyecto típico de extensión de red metropolitana



dé demanda que no atraviesan alguno de estos concentradores naturales se reen-caminan para conseguirlo.

Con este procedimiento se ha identi-ficado un conjunto de nodos de concen-tración interconexiónados y un conjunto de anillos potenciales en función de encaminamientos diversificados de míni-mo coste desde los nodos satélites hacia los concentradores. En la *Figura 5* se ilustra un ejemplo típico simplificado de un proyecto de extensión de red metro-politana. Dicho ejemplo contiene 12 nodos $X(x)$, donde x es la capacidad segregada en el nodo X después de la asignación inicial de conexiones separa-das, tres de dichos nodos se han designa-do como de concentración, y justifican el despliegue de transconectores digitales de LOP. Se supone que no existe capaci-dad instalada remanente significativa (y por tanto no se muestra). El propósito es visualizar una solución de coste mínimo para la localización de ADM y la utiliza-ción de fibra óptica.

Se examinan los nodos satélites para identificar si existe alguno cuya capaci-dad exceda significativamente la de la solución en ADM, esto es, 252xVC-12 para un ADM de STM-4 que considere protección-dedicada de subred. Cual-quiera que cumpla la condición mencio-nada se elige para definir anillos de tres nodos (1 satélite y dos concentradores). El anillo AbLKj es un ejemplo con 200 VC-12 equivalentes. (La designación en minúscula indica que su fibra óptica se encamina directamente a través del nodo sin terminación en equipo alguno).

Incluso cuando los vanos son lo sufi-cientemente largos como para necesitar un repetidor, ésta es todavía la opción más efectiva, aunque la modularidad de la segregación de tráfico hacia los tribu-tarios penalice innecesariamente las rela-ciones de alta capacidad (el anillo H(g) de LM, donde g indica una localización de repetidor).

Generador de anillos

El problema básico de la planificación de anillos es identificar qué conjunto de los nodos restantes se debe colocar en el mismo anillo. La herramienta ALCALA

proporciona un mecanismo para identi-ficar anillos candidatos en base a maximizar la afinidad de interés de tráfico y minimizar el tamaño de anillos.

Se construye una matriz de distancia de anillos [D"] a partir de la matriz de distancia en la subred [D], donde cada entrada D''_{ij} es igual a la suma de las lon-gitudes de los encaminamientos de coste mínimo, de los nodos de coste mínimo y de enlaces separados. Esto es, se definen factores de ponderación W_{dist} y W_{traff} para los coeficientes de afinidad de las futuras matrices de distancia y de afini-dad de tráfico.

El operador puede realizar algunas transformaciones en la matriz de tráfico para reducir la dispersión. Por ejemplo, se pueden eliminar de la matriz de tráfico los valores extremos (muy altos o muy bajos). También se pueden eliminar nodos en los que finalizan valores extre-mos de tráfico comparados con el valor medio. Una vez calculada la matriz de afinidad de tráfico con las exclusiones mencionadas, los valores extremos se reemplazan con el valor de la unidad en caso de alta afinidad o con cero para afinidad muy baja. El efecto combinado de la afinidad de tráfico y la afinidad de distancias se consolida en una única matriz de afinidad [6].

Este procedimiento genera un coefi-ciente numérico único para cada pareja de nodos, indicando su afinidad basada en su tráfico mutuo y su proximidad lógi-ca. Se aplica un procedimiento específi-co nuevo de clasificación automática para seleccionar grupos de nodos como candidatos potenciales a ser colocados en el mismo anillo siguiendo el criterio de fuerte afinidad en cada grupo y afini-dad débil entre grupos.

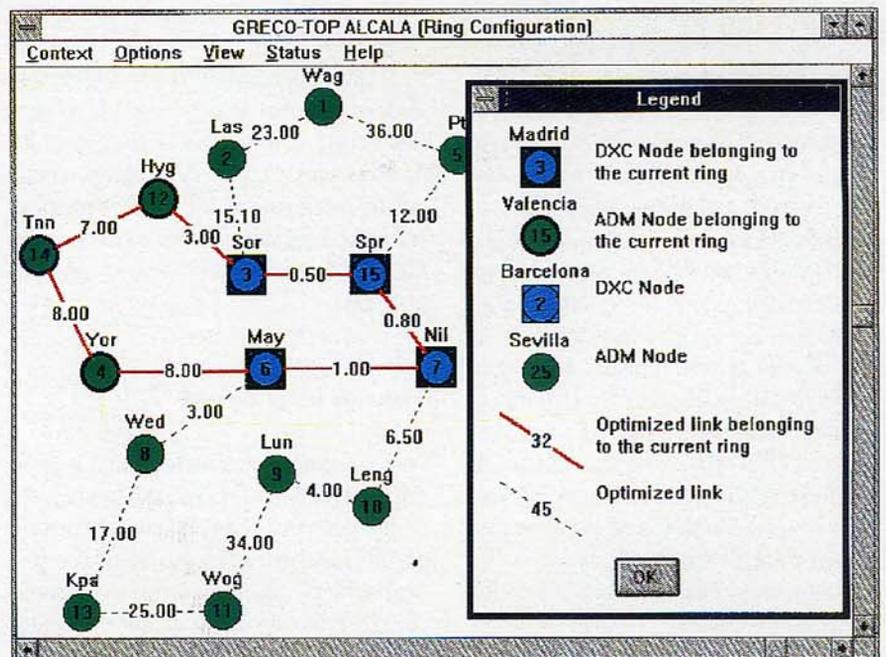
La *Foto A* ilustra una de las salidas de pantalla de la herramienta ALCALA vista por el operador al interactuar con el generador de anillos.

Las subredes construidas con anillos de ADM, que se interceptan en concen-tradores de DCS y a su vez dan acceso a un nivel más alto de la red, son en general muy rentables; también son flexibles y se pueden extender fácilmente para cumplir con crecimientos de tráfico no predecibles o no uniformes.

Gestión a nivel de red

La gestión a nivel de red (NLM) se pre-senta aquí como una extensión on-line del proceso de planificación, tratado pre-viamente. El proceso de planificación determina la localización, dimensionado

Foto A : Muestra de pantalla en la herramienta ALCALA



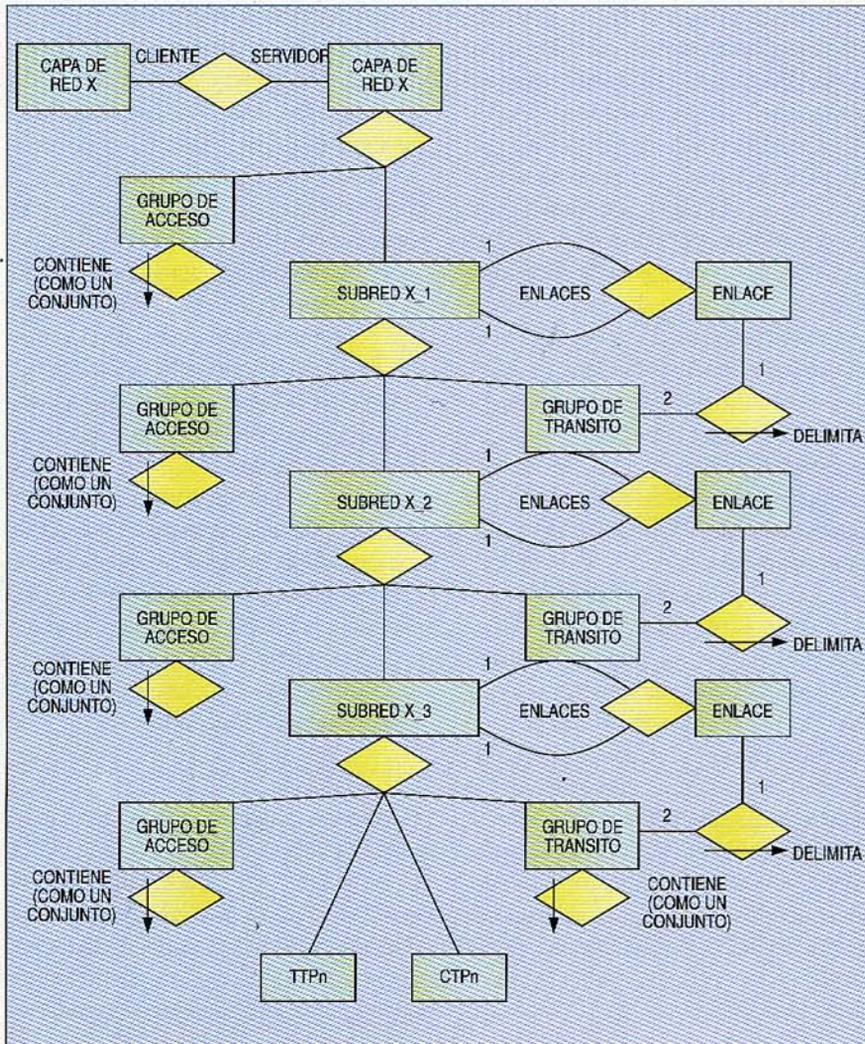


Figura 6 : Diagrama de relación de entidades

y características funcionales de los enlaces básicos de transmisión y de los equipos de nodos. El establecimiento real de los trayectos de transporte entre los puntos de acceso a la red se realiza por procesos de gestión a nivel de red.

Una vez establecidos, los trayectos y las conexiones que los componen se supervisan por los procesos de NLM en cuanto a su disponibilidad y eficiencia. Cualquier fallo o degradación es notificado por el elemento de red (NE). Los procesos de NLM son los responsables de la asociación de las notificaciones particulares de los NE a través de las entidades específicas a nivel de red.

Las extensiones típicas en los nodos y los enlaces, hasta el máximo planificado, son activadas por los procesos de

NLM que supervisan la utilización de los enlaces y las matrices, pero implican una interacción con los procesos de gestión de elementos de red (EM) y alguna interacción física para añadir nuevos puertos o extensiones de matrices de acuerdo a las facilidades disponibles en el equipo instalado.

Visión a nivel de red

Los conceptos fundamentales de la gestión a nivel de red no son inherentemente difíciles, pero el amplio abanico potencial del nivel de red ("dominio de competencias") introduce una cierta complejidad. De nuevo se utiliza el procedimiento de G.803 para descomponer el problema.

La relación cliente-servidor entre capas y la partición dentro de cada capa se describen con detalle en otro artículo de este número especial [3]. En la Figura 6 se muestra un diagrama de relación de entidades basado en descomposición funcional.

Uno de los principales aspectos de la planificación a largo plazo es fijar las fronteras administrativas en la red de acuerdo con estas directrices de arquitectura y decidir la profundidad de la jerarquía de mantenimiento entre capas en cada capa. Este es el mecanismo más importante para limitar los dominios de competencia en el proceso a nivel de red.

Se ilustran tres niveles de abstracción en la Figura 6. El nivel más alto de la subred representa al principal operador o subred nacional, el nivel siguiente representa las principales entidades administrativas nacionales y el nivel inferior representa las matrices en los elementos individuales.

La topología y la conectividad se definen en términos de relaciones entre los puntos de referencia de acceso (AP) y de conexión (CP) de la red G.803. El establecimiento de un trayecto entre dos AP en el servidor, provee una capacidad extra de enlaces entre dos grupos de tránsito de CP en la topología de la capa cliente. Las entidades AP y CP en la Figura 6 son equivalentes a nivel de red a los objetos de gestión TTP y CTP del modelo de información a nivel de elemento [7] con los que tienen una correspondencia 1:1. Cuando un elemento de red está disponible para el servicio, sus puntos terminales (TP) se pueden asignar al NLM. Esto implica su introducción en la base de datos del NLM como AP y CP, marcándose como disponibles. Al mismo tiempo sus correspondientes TP en el nivel de gestión de elemento se desbloquean administrativamente, lo que implica que se restringe el proceso EM debido a este estado de red; sin embargo pueden responder a peticiones de conexión desde el NLM.

Aplicación a gestión de anillos

La Figura 7 ilustra una subred del tipo de anillo. La entidad de subred actúa

cómo un agente de control para el conjunto conectado de subredes que contiene; por tanto acepta peticiones de conexión de un agente de subred superior en el que está contenido de forma recursiva, o bien de una entidad a nivel de servicio. Dicha entidad de subred calcula un encaminamiento a partir de la información topológica en las relaciones de enlaces entre las subredes que la forman; realiza y valida la conexión confirmando su terminación al solicitante.

Las peticiones de conexión deben hacer referencia a los puntos (AP ó CP) a conectar que, por supuesto, deben estar en la subred. Dichas peticiones se pueden referenciar explícitamente o en términos de pertenencia al conjunto. Por ejemplo, se puede solicitar una conexión entre cualquier AP en el grupo de acceso X y cualquier CP en el grupo de tránsito Y, en cuyo caso la confirmación contiene la notificación del CP elegido.

Cada petición de conexión se tipifica por un parámetro de servicio que define cualquier atributo especial del servicio. Típicamente, se sustentan tres clases de conexiones por las subredes como las indicadas en la Figura 7 en cada una de las capas VC-12, VC-2 ó VC-3, para cualquiera de los modos unidireccional, bidireccional o punto a multipunto. Dichas clases son:

1. Conexión simple sin protección a través de la subred.
2. Pareja de conexiones sin protección que deberán ser encaminadas con diversificación de rutas (las dos conexiones de la pareja pueden terminar o no en los mismos nodos).
3. Conexión simple protegida. Cuando una conexión protegida se encamina hacia un enlace que tiene dos subconjuntos separados (por ejemplo enlace A en la Figura 7), entonces los dos componentes de la conexión protegida se encaminan a cada uno de los dos grupos de tránsito separados.

Por convención, se utiliza el mismo intervalo de canal para los dos componentes separados de la conexión. Esta misma restricción se mantiene por conveniencia en la pareja de conexiones separadas no protegidas.

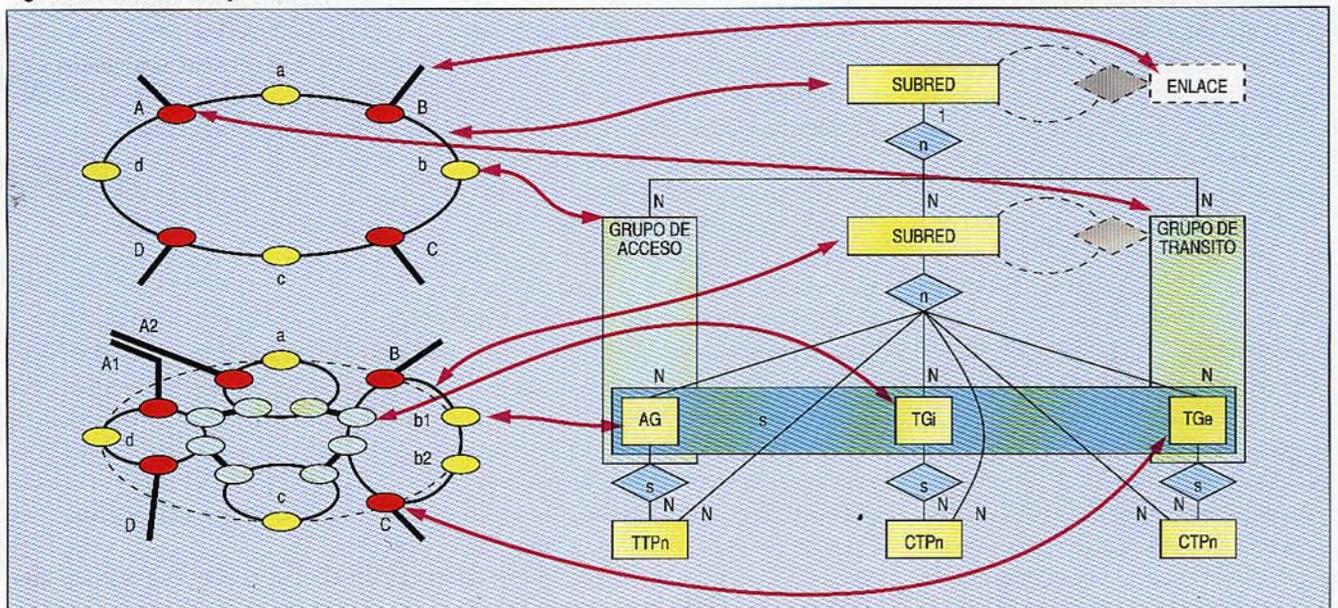
Construcción de la red

El proceso de planificación provee información importante para los sistemas de gestión on-line. Dicha información contiene un inventario completo del equipo, información de la configuración inicial para cada elemento de red (esta información se puede cargar en los NE por los archivos de configuración desde un ter-

minal remoto), localizaciones de NE, direcciones de DCN para las comunicaciones de gestión e identificadores a nivel de red para la conectividad física de los puertos físicos (en términos de identificadores únicos de puertos).

La instalación de equipo y la provisión tienen lugar bajo el control del gestor de elemento. Cuando el elemento de red (NE) esté listo para el servicio, tendrá una dirección DCN y los identificadores únicos de puertos físicos proporcionados por el proceso de planificación. Puede también haber creado todos los TP (incluyendo los TP de puertos físicos) según un plan previsto específico o por defecto. Su asignación a la red permite al proceso de NLM construir una representación de datos en términos de CP y de AP. Las relaciones intercapa se obtienen de cada elemento de red y se pueden leer en la estructura de nombrado de TP en la notificación de asignación a elementos de red. El proceso de NLM, asocia la información de puerto físico con la información de conectividad física (fibras, pares de cobre, coaxiales, etc.) prevista por el proceso de planificación para construir una representación de datos de la topología física, lo que determina los enlaces VC-4 clientes. Así los trayectos de alto orden (HOP) se pueden establecer según la demanda o con un plan pre-

Figura 7 : Subred de tipo anillo



establecido. En el sencillo ejemplo de la *Figura 7*, un conjunto de trayectos VC-4 se crea automáticamente para cada sección de múltiplex como única posibilidad. Cada AP de VC-4 provee un conjunto de CP de la capa de LOP determinado por la relación cliente-servidor entre capas. Esta información es obtenible de nuevo desde la relación de nombrado entre los puntos asignados. Los trayectos VC-4 proveen las relaciones topológicas de enlaces en la capa de LOP que formarán la base para el cálculo operacional de trayectos a través de la subred. Cualquier establecimiento inicial de la capa de LOP se puede cargar directamente desde un archivo de planificación, o bien a través del interfaz de servicio del operador utilizando el proceso normal de operación.

Operación de red

La disponibilidad de las entidades de transmisión durante la fase de operación se refleja en el estado operacional de los TP por los que está delimitado. Los cambios de estado se notifican al NLM y, normalmente, aquellas notificaciones que tengan correlación se descartan en el NE, pero se pueden considerar desde el NLM. Esta información se utiliza para localizar entidades en fallo que complementen la información disponible desde los sistemas de gestión de elementos de red locales. También se utiliza por los sistemas de restauración a modo de iniciador y para modificar la información de encaminamiento que tenga en cuenta el fallo.

Los errores en las prestaciones de las entidades de transmisión se cargan en el proceso de gestión de elemento, desde donde se pueden recuperar por el NLM para preparar informes o para diagnósticos retrospectivos. Los informes de las prestaciones de los trayectos requieren normalmente la recuperación de los registros de prestaciones de un sólo extremo (la terminación de trayecto). La preparación del informe de prestaciones en una conexión de subred donde no exista la facilidad de supervisión de la conexión, requiere normalmente la recuperación por separado de la información de cada uno de los enlaces HOP compo-

nentes y su agregación posterior.

El proceso de gestión de capas se puede establecer como indicador de identificación de la saturación de los recursos. Por ejemplo, 60 conexiones de 63 VC-12 ocupadas en un trayecto particular de VC-4 se pueden utilizar como indicadores para solicitar capacidad extra de VC-4. En una red mallada con capacidad extra, ésta solicitud se puede realizar automáticamente desde el indicador correspondiente o como una acción de gestión remota una vez haya sido aprobada por el operador. La sobrecarga de los elementos de VC-4 entre dos anillos puede necesitar la instalación de tributarios adicionales y de un enlace entre ellos. Algunas condiciones de agotamiento de recursos podrían solicitar iteración del proceso de planificación para re-optimización y propuesta de mejora de la capacidad de red bien a un mínimo coste o con una mínima interrupción. En estos casos, el proceso de planificación utiliza la información recuperada de la base de datos real en el NLM.

Conclusiones

La planificación y la gestión a nivel de red se han tratado como actividades fuertemente relacionadas que tienden a estar cada vez más integradas. Se ha dado especial énfasis a aquellos aspectos de la SDH que han dado lugar a mejoras específicas del proceso de planificación más allá que lo que se considera típico en un entorno estático PDH.

Se han discutido las fuerzas para adoptar las arquitecturas que materialicen las economías de escala disponibles en los sistemas de alta capacidad de fibra óptica y eficientes en coste. Sin embargo el creciente abanico de potenciales fallos inherentes a los sistemas de alta capacidad acentúa la necesidad de diseño para la supervivencia. La aplicación de diseñar subredes para supervivencia a dos áreas específicas de la red se ha descrito con ilustraciones tomadas de las experiencias reales con las herramientas de planificación CARO y ALCALA específicamente desarrolladas para el diseño de redes SDH.

Los principios básicos de la gestión a

nivel de red se han discutido e ilustrado por medio de la descripción y aplicación de la gestión de la conectividad y la topología de un anillo. Dichos principios se han utilizado para ilustrar la naturaleza del cambio de información entre los procesos off-line de planificación y los procesos on-line de gestión. También se ha explorado la incorporación de métricas de eficiencia en la utilización de recursos que proporcionan indicadores a los procesos de planificación y a los procedimientos de planificación a corto plazo como extensiones de los procesos on-line.

Referencias

- 1 Planificación de redes nacionales de telecomunicaciones, *Comunicaciones Eléctricas*, 2º trimestre 1993
- 2 Recomendación G803 del UIT-T: arquitectura funcional de las redes de transporte
- 3 Arquitectura y normas SDH (en este número)
- 4 Disponibilidad y supervivencia de las redes SDH (en este número)
- 5 E. Lafuente: Descripción de las especificaciones funcionales del sistema de diseño y planificación SDH ALCALA, informe de Alcatel Standard Eléctrica, Julio 1993
- 6 A. Nitchiporenko: Algunas consideraciones sobre la optimización multiobjetivo, informe de Alcatel Standard Eléctrica, Julio 1993
- 7 Gestión de los elementos de red SDH: una aplicación del modelado de información (en este número)

Biografías

Oscar González Soto se graduó en Ingeniería de Telecomunicación en 1979 por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid. Desde entonces ha desarrollado su actividad en el Centro de Investigación de Standard Eléctrica en las áreas de modelación de teletráfico, optimización de sistemas, planificación de red y estudios estratégicos de telecomunicación. Tam-

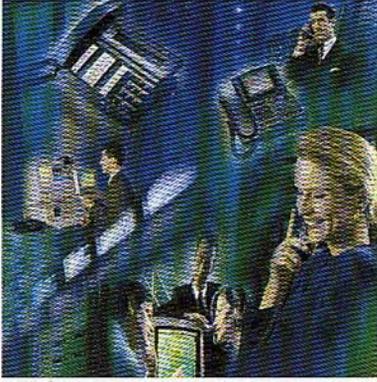
bién ha sido responsable de la coordinación de los grupos de trabajo en Alcatel para las actividades de teletráfico y planificación de redes. En la actualidad es el Jefe del Departamento de Análisis de Redes en el Centro de Investigaciones de Alcatel Standard Eléctrica en Madrid y Gerente del Programa de Investigación en redes para Alcatel.

Michael James Sexton, Bsc (eng), C.Eng, MIEE, se graduó por la universidad de Londres en 1963, incorporándose a la Compañía Standard Telephones and Cables donde trabajó en diversos proyectos de investigación y desarrollo basados en proceso digital de señal y transmisión. Desde el comienzo de los 80 ha estado involucrado con amplios campos de la provisión de redes de telecomunicación, considerando los fuertes cambios reguladores y de mercado en el Reino Unido. Ha participado en la especificación e introducción de algunos de los primeros ejemplos de equipos de transmisión flexible en la red de acceso con capacidades de gestión. Ha jugado un papel fundamental en los desarrollos de nuevos estándares internacionales de transmisión basados en la jerarquía digital síncrona en el T1, el UTT-T y el ETSI, primeramente como representante de STC y luego de BNR Europa. Actualmente es gerente de arquitectura de red en la división de Line Transmission Systems de Alcatel donde desarrolla responsabilidades en planificación y gestión de redes así como en la definición de nuevos productos.

Carlo Tardini completó sus estudios en el Politécnico de Milán, donde recibió el cum laude en Electrónica de Telecomunicaciones en el 1969. En 1970 se incorporó al departamento de software de los Laboratorios de Telettra formando parte de un amplio proyecto para centrales públicas digitales SPC; en dicha actividad lideró un grupo encargado del software de procesamiento de llamadas. En 1984 se incorporó al Laboratorio Central de Comunicaciones aportando soluciones generales para procesadores y software a otras divisiones de Telettra, tanto para redes públicas como privadas. Desde 1986 a 1989 ha dirigido un amplio proyecto de gestión de red para redes móviles para un importante cliente italiano. En 1989 comenzó la actividad de gestión de redes SDH en cooperación con otros

fabricantes de telecomunicación. Desde 1991, el Sr. Tardini ha sido responsable de la investigación y desarrollo de gestión de red para sistemas de transmisión por línea de Alcatel Italia Telettra Division.

Carsten Wulf-Mathies recibió el diploma y el PhD en físicas por las universidades de Hamburgo y Bonn respectivamente. Ha sido profesor adjunto y ha trabajado en el campo de investigación espacial. Se incorporó a Alcatel SEL en 1986, donde trabajó en la investigación y desarrollo de sistemas de comunicación espacial. Ha sido gerente técnico en Alcatel SEL responsable del desarrollo de herramientas de planificación en redes de transmisión.



Panorámica de futuro de los sistemas de comunicaciones de empresas

El 8 de junio de 1993 el grupo Alcatel Business Systems presentó oficialmente a nivel internacional un plan de evolución, llamado "Orchestra", para sus sistemas de comunicaciones de empresas. En dicha ocasión el Sr. Hugues Garin, jefe ejecutivo del grupo, dijo: "Orchestra significa que si su compañía está equipada con un sistema Alcatel, usted puede proteger las inversiones realizadas cuando incorpore progresivamente las nuevas tecnologías y servicios siguiendo su propia planificación y requisitos".

Orchestra identifica los cinco elementos que caracterizarán los sistemas de comunicaciones a finales de esta década: información multimedia, total libertad de movimientos de los usuarios, terminales con interfaces naturales de usuario, sistemas realmente a la medida y operación transparente y unificada entre diferentes lugares. Además, Orchestra representa para Alcatel un compromiso de ofrecer a nuestros clientes las soluciones que ellos esperan, de forma que puedan mejorar la competitividad de su compañía con un mejor control de la información. Tales soluciones, que deben dirigirse a todos los clientes de empresas, desde las más pequeñas a las más grandes, para únicas o múltiples localizaciones, se apoyan en una red de comunicaciones que incluye un conjunto de nodos de comunicaciones (CN) que suministran servicios de valor añadido (*Figura 1*).

Estos nodos de comunicaciones soportan los tres principales productos necesarios en las comunicaciones de empresas:

- servicios de valor añadido y gestión de red: aplicaciones de comunicaciones que suministran servicios y aspiran a reducir costes y mejorar la productividad de los clientes
- terminales con multimedia: estaciones de trabajo y terminales dedicados que permiten a los usuarios el acceso a estos servicios
- conectividad: infraestructura de comunicaciones que conecta terminales, estaciones de trabajo, ordenadores centrales y servidores de redes de área local (LAN) y que proporciona todo tipo de canales de comunicaciones

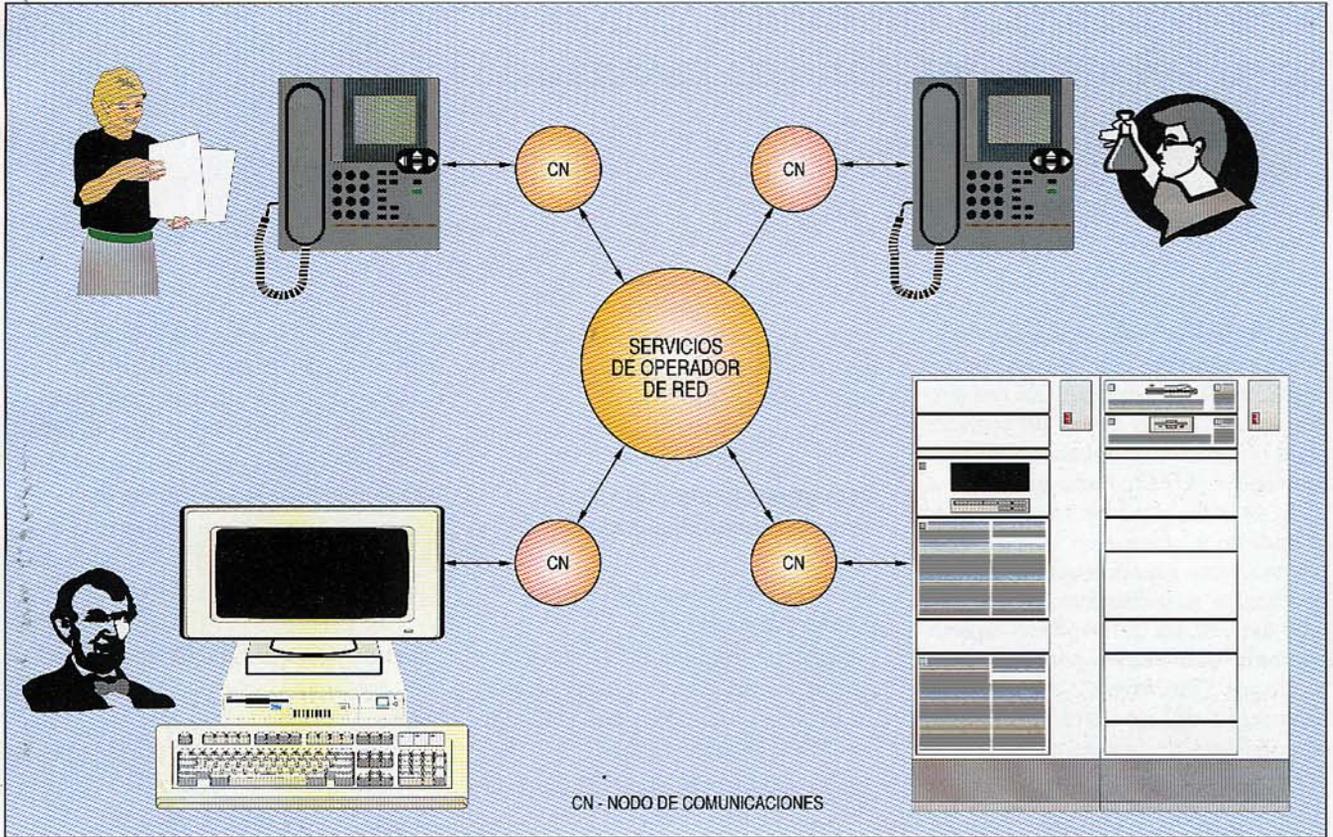


Figura 1

Estas tres importantes categorías de productos se complementan con servicios al cliente, que incluyen ingeniería, entrenamiento, consultoría, instalación y mantenimiento.

En esta ampliación de este número de Comunicaciones Eléctricas se ha incluido una pequeña selección de artículos que se concentran en las dos primeras categorías de productos. Esperamos que otros miembros de Orchestra aparezcan en futuros números de la revista.

François Sévèque
Director del Departamento de Estrategia de Producto
 Alcatel Business Systems, Colombes Francia

François Sévèque nació en París en 1945. Se doctoró en química y física por la Facultad de Ciencias de Orsay. Ingresó en Thomson CSF Téléphones en 1975 como jefe de producto de grandes centralitas. En 1984 fue promocionado a director de Marketing de producto. El Sr. Sévèque entró en Télec Alcatel en 1986, donde es director de estrategia senior del grupo Alcatel Business Systems.

Nueva pantalla telefónica "intuitiva" para servicios telefónicos avanzados

S. Lenane

Alcatel Business Systems, Illkirch, Francia

En la búsqueda de nuevas oportunidades de negocio con los abonados regulares, los operadores de red proponen una nueva gama de servicios en la red telefónica pública conmutada analógica (RTPC). Para asegurar el éxito de estos servicios se requiere en el aparato telefónico un interfaz hombre-máquina especialmente amigable que facilite su utilización. Alcatel Business Systems ha desarrollado específicamente una nueva generación de teléfonos "intuitivos", en donde la operación del aparato se aprende rápidamente de una forma natural y progresiva, proporcionando un fácil acceso a los nuevos servicios. Se han desarrollado soluciones innovadoras, en especial un procesador de señalización digital integrado (DSP) y una pantalla de cristal líquido económica, para satisfacer los objetivos económicos del mercado de consumo.

Introducción

El despliegue de estos servicios de valor añadido es estratégico para los operadores de red por dos razones principales, incrementar el tráfico telefónico y diferenciarse en la ya existente o emergente competencia que hay en el entorno liberalizado de la telecomunicaciones. La RDSI, considerada hoy un éxito en el entorno de las empresas, no ha alcanzado todavía las expectativas en el mercado de los abonados regulares. Actualmente, la red telefónica pública conmutada (RTPC) analógica, ofrece al usuario soluciones intermedias atractivas a precios asequibles. Este artículo presenta la nueva generación de teléfonos de Alcatel que atiende los requisitos de los consumidores para acceder a los nuevos servicios de la red analógica. El artículo detalla el concepto en el que se basa el

desarrollo, su originalidad, las soluciones técnicas y la arquitectura de los dispositivos.

La primera generación de servicios de valor añadido

La transmisión de voz: Una tradición de los operadores de red

Los operadores de la red telefónica tienen un objetivo común: ofrecer servicios de telecomunicación a sus abonados. Para los abonados regulares, el servicio telefónico básico ha estado siempre asociado al propio teléfono; un abonado marca un número y se conecta a su interlocutor en unos segundos. Un operador de red telefónica era considerado como el suministrador de una línea, un enchufe y un teléfono. La tarificación era extremadamente sencilla debido a lo limitado de la oferta: el número de pasos consumidos y la cantidad total a pagar. El servicio básico de telecomunicaciones era sencillo y fácil de usar.

Centrales digitales de conmutación: una nueva cultura de usuario

La instalación de centrales digitales de conmutación y del equipo de transmisión asociado ha ampliado grandemente la oferta de servicios. Redes de transmisión de datos, fabricantes de procesos de datos, operadores de redes nacionales y usuarios profesionales han invertido en nuevos equipos de comunicaciones elaborados, pero han sido las empresas las principales beneficiarias de estos nuevos servicios. Con una clientela profesional, los fabricantes podrían ofrecer productos elaborados y extremadamente técnicos con interfaces de usuario y métodos de operación complejos. Enterados de estos avances tecnológicos en el sector

profesional, el segmento de mercado de los abonados regulares desafortunadamente se equivocó al creer que también ellos pronto podrían usar e interconectar con facilidad en sus casas sus ordenadores personales, teléfonos, videoteléfonos y, a la larga, la televisión por cable.

La liberalización mundial de la operación de red, el coste excesivo del equipo final del usuario y la baja rentabilidad de las inversiones cambió la perspectiva de los operadores de red, que ahora deben dar prioridad a la realidad de ofrecer servicios en vez de ofrecer la mejor tecnología.

El coste de los servicios de la RDSI aún es un obstáculo para la penetración en el mercado de abonados regulares

El uso de la RDSI en el sector profesional crece constantemente: la transmisión de datos a alta velocidad y los nuevos servicios profesionales (marcación directa de extensiones, redes privadas de voz/datos, etc.) son las claves del éxito, las empresas comienzan a ver las ventajas de la RDSI. Sin embargo, los costes de la instalación y del equipo RDSI siguen siendo un obstáculo para una penetración masiva en el mercado.

Las primeras series de servicios analógicos básicos para el mercado de abonados regulares

Buscando nuevas oportunidades de incrementar los beneficios con la infraestructura existente, los operadores de red han desarrollado un nuevo servicio basado en la red analógica existente. Se creó la primera generación de servicios: "Service Confort" en Francia, "Custom Calling Services" en los Estados Unidos y "Network Services" en el Reino Unido (anexo I), y los usuarios descubrieron

Servicios básicos

Los servicios básicos proporcionados en casi todas las redes son el desvío de llamadas, la indicación de llamadas en espera (respuesta a la llamada en espera o llamada alternativa), la conferencia, y el servicio despertador.

El desvío de llamadas permite a un abonado transferir sus llamadas entrantes a otro abonado.

La indicación de llamadas en espera permite, por medio de un tono corto intermitente (beep), avisar a un abonado que está utilizando su teléfono que otro está intentando comunicarse con él. Después del aviso, el abonado puede coger la llamada del tercer abonado acabando su primera llamada o no. Si decide no terminar la primera llamada, puede hablar con los dos llamantes de manera alternativa (llamada alternativa). La señal correspondiente a la indicación de llamada en espera se puede cancelar temporalmente para que no interfiera la transmisión de datos (p. ej., un facsímil).

Todos estos servicios se pueden usar con un teléfono de teclado (DTMF) y con pocas y sencillas órdenes de usuario.

Anexo I**Ampliaciones de los servicios**

*57, *traza de llamada*, a petición del usuario, consiste en almacenar el número del abonado llamante en la central. El número se puede proporcionar a la justicia para determinar el origen de las llamadas.

*60, *filtrado de llamadas* (o bloqueo del número del llamante) que permite al usuario componer una lista de abonados llamantes autorizados (*64) ó no (*60). El usuario registra una lista de números de abonados en la central que se declaran como llamantes filtrados o privilegiados (autorizados)

*61, *tono de llamada personalizado* (o alerta VIP) consiste en la identificación de un grupo específico de llamantes variando el ciclo del tono de llamada. El usuario, como en el caso del filtrado de llamadas, registra en la central el grupo de números asignados a un ciclo de tono de llamada específico.

*63, *desvío de llamada condicional* es una variación del desvío de llamada normal que sólo se puede usar si el llamante pertenece a una lista de números de abonados previamente registrada en la central.

*66, *rellamada automática sobre abonado ocupado* evita que el usuario tenga que llamar de nuevo al abonado que está ocupado. Tan pronto como el llamado libera su línea, la central envía corriente de llamada al llamante, y si hay respuesta llama de nuevo al llamado que ya se encuentra disponible.

*69, *rellamada automática (auto rellamada)* consiste en volver a marcar inmediatamente la última llamada que permanece sin respuesta.

Anexo II

rápida su utilidad a pesar de su complejidad. Los servicios básicos muestran ahora una tasa de crecimiento anual del 20%. Indudablemente, el mayor obstáculo es la capacidad del usuario para aprender como acceder y manejar los servicios (*anexo II*). Aunque en Europa estos servicios presentan una baja tasa

de penetración, debido en parte a problemas de cobertura, despliegue y promoción de los servicios, algunos segmentos particulares del mercado presentan tasas elevadas de penetración. El segmento de las pequeñas empresas y negocios familiares, que por definición tienen escasas infraestructuras pero un tráfico de tele-

comunicaciones intenso, ha superado la barrera de la complejidad del servicio proporcionado y muestra tasas de penetración de suscripción de 20 a 70%.

Nuevos servicios más avanzados, pero más complejos de usar

Una segunda generación de servicios, algunos ya existentes en la red digital o en las centralitas privadas, está siendo planificada por operadores de redes telefónicas públicas conmutadas. Salvo la identificación de abonado llamante, estos servicios no requieren equipo adicional ni en la central ni en la instalación del abonado; se puede acceder a ellos con un teléfono normal. El servicio de identificación de abonado llamante requiere un dispositivo adicional en el teléfono.

Varios de estos servicios se pueden usar con un simple teléfono y teclado, pero exigen al abonado memorizar un inimaginable número de códigos y órdenes. Algunas de esas órdenes son o demasiado largas o demasiado complejas: por ejemplo, la transmisión de una lista de abonados autorizados a la central. Para poder acceder a estos servicios con facilidad, Alcatel Business Systems ha desarrollado una nueva gama de teléfonos, Alcatel 2590, diseñados con una pantalla integrada donde se visualiza por ejemplo una lista de nombres y números para su verificación antes de su transmisión a la central. La mayoría de estos servicios están relacionados con el servicio de identificación de abonado llamante.

Para asegurar la evolución y el futuro de unos servicios analógicos mejorados se está desarrollando una tercera generación de servicios analógicos, American Display Services Interface ó ADSI*SM. Este protocolo permite la interacción entre servicios de red o plataformas de servicio (como el acceso a bancos o la compra desde el hogar, menús visuales para servicios de audiotext, etc.) y un equipo compatible en la instalación del abonado mediante un interfaz de presentación normalizado. Es sin duda una de las más prometedoras oportunidades para los operadores de red y suministradores de servicios en los próximos años por el gran volumen de mercado implicado.

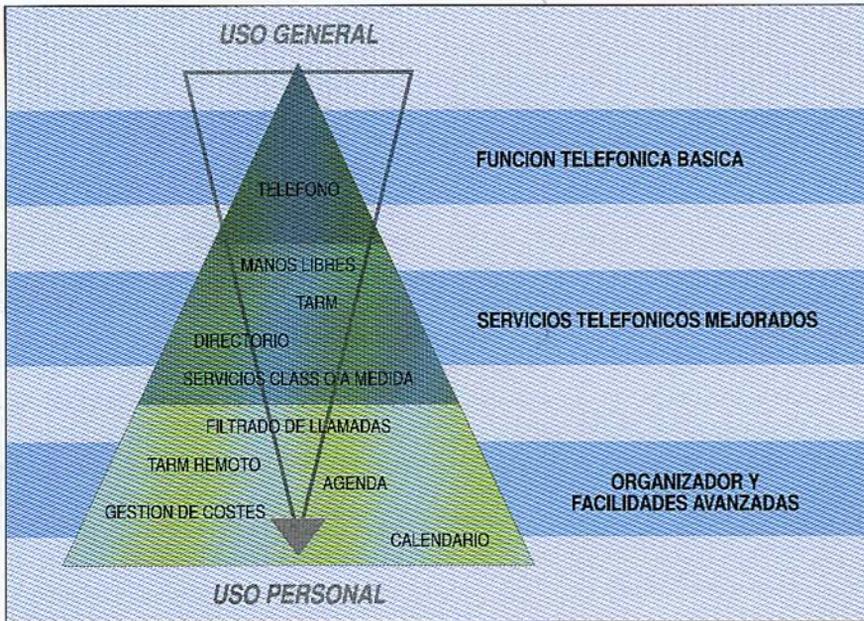


Figura 1 - Representación del interfaz usuario-teléfono "intuitivo"

Identificación de abonado llamante (CLI)

El servicio de identificación de abonado llamante es una "revolución cultural" para los usuarios telefónicos, ya que ahora es la persona llamada la que controla sus comunicaciones. En cada llamada telefónica, la central transmite por un modem el número de teléfono del abonado llamante al teléfono de la persona llamada, donde se presenta en la pantalla del teléfono o en un dispositivo de presentación adicional, mientras el teléfono suena.

El número de teléfono se transmite con la fecha y hora exacta, el tipo de dispositivo desde el cual se está realizando la llamada, (teléfono de monedas, etc.), el tipo de llamada (número de desvío de llamada, un indicador de mensaje en servicios de mensajería, etc.).

Sería preferible la recepción del nombre del llamante en vez de su número de teléfono, pero no se dispone de él en la central y, hasta la fecha, no se ha tenido en cuenta en la señalización entre centrales.

Facilidades asociadas a la identificación de abonado llamante

La identificación del abonado llamante permite una amplia variedad de facilidades telefónicas. Un directorio telefónico

integrado permite asociar el número telefónico CLI recibido con el nombre del interlocutor almacenado en el directorio en el aparato telefónico.

Se puede almacenar una lista de llamadas recibidas con su CLI. Ello permite, por ejemplo, identificar a los llamantes en ausencia del abonado. Esta lista, asociada a un contestador telefónico automático digital (TARM), proporciona información complementaria al mensaje de voz grabado: fecha, hora y el número de teléfono del llamante. Todas estas funciones facilitan el que se complete la llamada, lo que conduce inevitablemente a un incremento del tráfico.

El número de teléfono del llamante recibido puede permitir integrar en el equipo del abonado funciones habitualmente realizadas en las centrales: tecla de marcación directa, diferentes tonos de llamada, llamada al último llamante, etc.

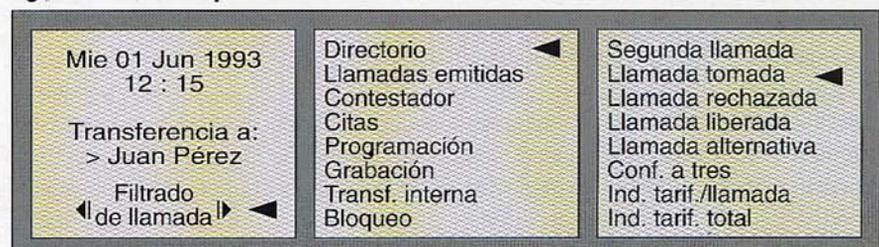
Transmisión del número de un tercero durante la llamada en espera

El servicio de llamada en espera está actualmente incompleto ya que el abonado no puede identificar la llamada entrante y decidir si acepta a un tercero o no. Este servicio no está disponible, aunque sea actualmente factible técnicamente. El abonado debe interrumpir su conversación, marcar un código, para pedir la identificación de la llamada en espera antes de decidir si acepta la interrupción o seguir la llamada.

El interfaz teléfono/usuario del teléfono "intuitivo" de Alcatel

El método de Alcatel para los interfaces teléfono-usuario de la nueva generación de teléfonos de abonados regulares, como el Alcatel 2590, es el resultado de varios años de permanente investigación y desarrollo en el campo de los dispositivos terminales avanzados de valor añadido. Diseñar un interfaz satisfactorio, entre el usuario y los cada vez más sofisticados servicios de red, es uno de los ingredientes esenciales de un producto para su adaptación con éxito a dichos servicios. Los otros componentes característicos se eligieron con un minucioso análisis de investigación del mercado previo a la definición del producto. Este estudio llevó al adecuado "producto mixto" para el segmento de mercado considerado. La creación de un producto amigable al usuario, por la complejidad de los nuevos servicios, utiliza un LCD integrado como ayuda visual. Aunque de diseño sencillo, el producto integra también un amplio directorio telefónico de hasta 150 entradas de "llamadas con nombre", con un teclado alfabético y un contestador automático digital opcional o una versión

Figura 2 - Menús de pantalla



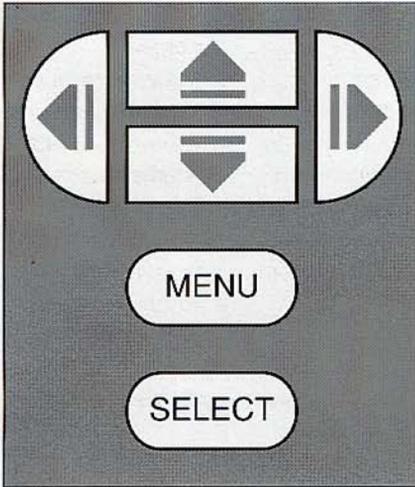


Figura 3 - Teclas de "navegación"

de dos líneas. Este impulso tecnológico se equilibró cuidadosamente con la demanda del producto por el mercado, o se correlacionó su jerarquía funcional con una curva de precios razonable.

El concepto de interfaz del Alcatel 2592

La nueva generación de teléfonos de abonado Alcatel 2592 integra un innovador interfaz basado en una pantalla, que es esencial para facilitar el uso de servicios de red y facilidades telefónicas avanzadas. Los menús de lenguaje natural presentados en la pantalla asisten al usuario al recordarle los servicios y modos de operación mediante ayudas comprensibles acerca del estado u opciones del teléfono.

Es importante enfatizar que las expectativas y requisitos de los usuarios son amplias, pero que van asociadas al rechazo de las operaciones complicadas. Esto ha llevado al diseño de un interfaz teléfono-usuario basado en sucesivos niveles de facilidades, representados simbólicamente por la Figura 1. La cima de la pirámide simboliza la primeras impresiones suscitadas en el usuario al contacto inicial con el teléfono, al familiarizarse el usuario con el dispositivo, una serie de menús y sugerencias le ayudan a descubrir fácilmente los nuevos servicios y facilidades. Consecuentemente, el usuario progresa de una manera natural y rápida aprendiendo a usar los nuevos servicios y a elegir las facilidades disponibles.

Presentación del interfaz "intuitivo"

La "pantalla de reposo" del dispositivo permite al usuario reconocer espontáneamente el estado del teléfono y de los servicios de la red (Figura 2). Pulsando la tecla MENU se presenta una familia de servicios disponibles al usuario, y si están orientados al equipo o a la red. Los sucesivos menús permiten visualizar los servicios de red por defecto (o los programados por el usuario). La pantalla presenta la fecha y la hora permanentemente.

El usuario selecciona la aplicación desplazando el cursor con las teclas llamadas de "navegación": cursor a la izquierda, cursor hacia arriba, cursor a la derecha y cursor hacia abajo (Figura 3). Tras situar el usuario el cursor, representado por una flecha, al pulsar la tecla "yes" ó "SELECT" se abre la aplicación (familia de servicios) seleccionada. De esta forma, la selección de una aplicación moviendo la flecha, se proporciona un interfaz de visualización totalmente independiente del soporte hardware específico (ratón, joystick, teclas de función, etc.). Cada aplicación abierta presenta un menú en la pantalla, en donde se eligen los servicios y facilidades mediante las teclas de navegación (Figura 3). El usuario puede elegir una facilidad ("yes" ó "SELECT") o cerrar el menú ("no" ó "MENU").

Este interfaz de usuario del teléfono permite al usuario descubrir y usar estos servicios fácilmente sin necesidad de aprender órdenes inusuales, gracias a la interactividad visual y a las propuestas de menús lógicos.

Arquitectura del teléfono "intuitivo" de Alcatel

El teléfono Alcatel 2590 ofrece muchas funciones telefónicas y telemáticas mejoradas: CLASS, contestador automático digital (TARM), organizador y, pronto, la de emulación del Teletel Videotex (anexo II). Estos servicios son posibles gracias a un grupo de funciones y módulos técnicos que se pueden elegir en una amplia y variada biblioteca que asegura una rápida adaptación a los requisitos particulares de un operador de red (Figura 4).

La pantalla

Tras un análisis de las diferentes tecnologías de pantallas utilizadas en varios productos comerciales se eligió la solución más apropiada y rentable. Su peso, diseño y complejidad ha eliminado el uso de la tecnología de pantallas de tubos catódicos al no satisfacer ya las expectativas del consumidor. Las calidades técnicas de contraste, resolución y tamaño de la tecnología de pantallas de cristal líquido (LCD) satisfacen las necesidades del consumidor. La legibilidad de la pantalla está influenciada por distintas variables: el tamaño del pixel y de la celda de los caracteres, la luminosidad del entorno ambiental y la tecnología de la pantalla. Las pantallas con iluminación de fondo aumentan de forma considerable el precio y el consumo de energía y reducen la fiabilidad del producto (debido a la vida limitada de la fuente luminosa y a la elevada temperatura). Cuanto mayor sea la resolución mayor es la legibilidad. Sin embargo, se puede mejorar la imagen seleccionando el espaciamiento y el tipo de letra. El tamaño de la pantalla es un factor determinante en la calidad del pantalla, pero el precio es también proporcional a su tamaño. Alcatel ha elegido la tecnología clásica STN (que puede soportar diferentes definiciones de resolución). El controlador LCD depende del tamaño de la pantalla y de los protocolos de presentación empleados.

El contestador

Consta de varios módulos:

Foto A - El teléfono "intuitivo" Alcatel 2590



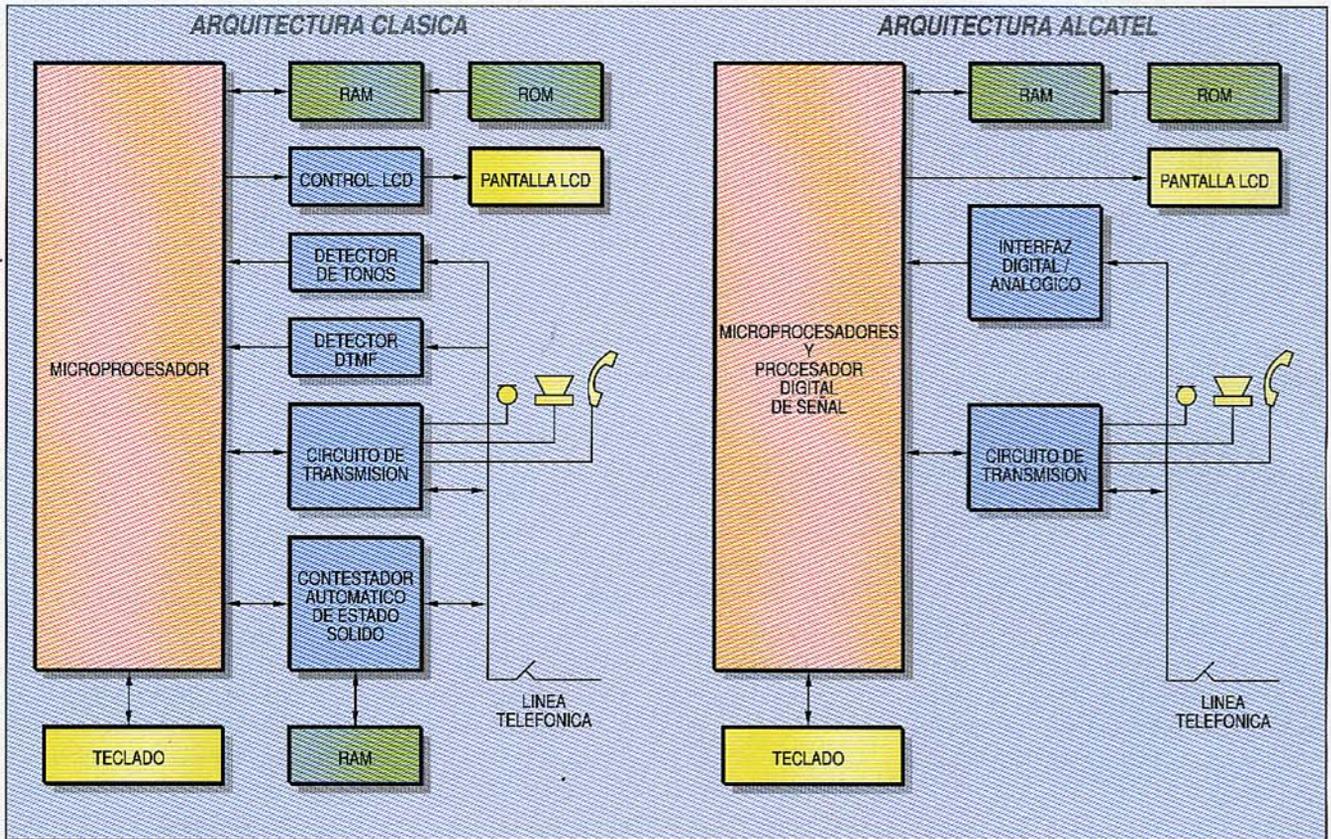


Figura 4 - Arquitectura del teléfono Alcatel 2590 comparada con la del teléfono tradicional

- grabación y reconocimiento de voz
- detección de tono y temporización para liberación de la línea
- recepción de frecuencias vocales Q.23 para la función de control remoto

El contestador se puede implantar de dos maneras diferentes, una basada en componentes discretos, y otra basada en un circuito integrado que combine los tres módulos (procesador de señales que integra los tres módulos). En ambos casos, el almacenamiento es en RAM dinámica, con una de reserva para el caso de fallo de la alimentación. Al contrario de la RAM estática, la dinámica requiere más consumo de potencia y la reserva sólo se puede asegurar durante unos pocos días u horas. La duración del almacenamiento es de unos 10 minutos, pero hay una tendencia a aumentarla a 20 minutos para atender las necesidades esenciales de profesionales y oficinas.

La primera solución consiste en almacenar los datos de voz en un chip capaz de realizar codificación adaptativa

y modulación de pulsos (MICDA). Estos chips de interfaz, que generalmente incluyen la capacidad de almacenamiento, garantizan una buena calidad de voz pero trabajan a una velocidad elevada (entre 32 y 20 kbit/s). Sin embargo, estos chips de precio altamente competitivo compensan la necesidad de memoria adicional. Existen diferentes chips para la transmisión de frecuencias vocales R.23, pero hay que añadir componentes analógicos para cumplir con las normas. Las funciones incluyen detección de tono y silencios por software y filtros para el reconocimiento y validación de señales.

Fue elegida la segunda solución, que se basa en un procesador de señales capaz de integrar los tres módulos, y de gestionar eficazmente los algoritmos de compresión de la voz, con una velocidad de unos 10 kbit/s. Dependiendo del algoritmo elegido y de la calidad deseada pronto estas velocidades se situarán entre 4,8 y 8,6 kbit/s. Algunos algoritmos permiten el almacenamiento en memorias degradadas (chips de audio) menos

caras. La segunda solución es más rentable ya que requiere menos memoria de almacenamiento que la primera, pero hay que tener en cuenta el coste del procesador.

La función modem

Una función modem es indispensable en los videotex V.23, V.22, ó V.22bis y para la identificación del llamante que necesita un Bell 202 ó V.23 en Europa.

Transmisión de la identificación del abonado llamante

La tecnología de los modem fue la preferida en esta segunda generación de servicios ya que se puede enviar una información más detallada que con la frecuencia vocal Q.23 (DTMF), y se puede integrar fácilmente usando baterías. Por el elevado consumo de potencia de los modems no es aconsejable explorar permanentemente la línea, lo que implica activar el equipo correspondiente antes de cada transmisión.

La primera señal de la llamada con suficiente potencia disponible realizaría esta función. En Europa será de unos 64 ms, lo necesario poder enviar la notificación de mensajes de carga sin molestar al abonado con el sonido del teléfono. Esta señalización depende completamente de la red, así el número del llamante se transmitirá antes de la primera señal en el Reino Unido, y entre la primera y la segunda en Francia.

Después de ser activada, la unidad conecta el modem a la línea telefónica y escucha. Esta conexión se realiza con una impedancia alta para permitir a la central detectar con normalidad el despegue del aparato del abonado. Medio segundo después de la primera señal de la llamada, la central comienza a emitir una secuencia de cabecera que permite al identificador distinguir con claridad el tipo de transmisión. Esta cabecera va

seguida por la identidad del llamante, el cual se puede validar con verificación de redundancia cíclica (CRC) - ver *anexo III*.

Las funciones del modem del Alcatel 2590 están implantadas bien por software integrado en el DSP en las versiones TARM, o por un componente dedicado a la identificación del abonado llamante en las pantallas telefónicas básicas.

Anexo III

Identificación del abonado llamante

Tipo de modem y formato

El modem se usa en modo semi-dúplex. Los tipos de modem son el Bell 202 en EE.UU. y la recomendación V.23 del UIT-T en Francia. Ambos utilizan el principio de modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) y son compatibles en este tipo de aplicación. El formato de transmisión adoptado es el de ocho bits sin paridad.

Formato de mensajes y coordinación de la transmisión

Existen dos formatos:

- mensajes de campo único:	SOT	M. type	M.l	M.val	Checksum					
- mensajes de campo múltiple:	SOT	M.type	M.l	0 type	0 l	0 val	N type	N l	N val	C.sum

- siendo:

- SOT:** el comienzo del texto: 30 bytes formados por series de niveles lógicos 0 y 1 (de 240 ms duración). Seguidamente viene la señal portadora de 250 ms con el estado lógico 1.
- M type:** el tipo de mensaje.
- M l:** la longitud de mensaje total, longitud del mensaje, número de campos y variables del campo.
- M val:** el contenido del mensaje en mensajes de campo único.
- 0 l, N type:** la longitud de cada mensaje para mensajes de campo múltiple. La longitud de cada campo puede ser variable.
- 0 val, N val:** los contenidos de cada campo.
- Checksum:** para verificar el mensaje. Si es incorrecto, el mensaje no es válido y se ignora.

Contenidos de los mensajes y de los campos:

Para ambos formatos, existen dos tipos de mensajes:

- mensajes de mantenimiento que suministran pruebas de líneas y del equipo del abonado.
- mensajes de identificación del abonado llamante:
 - identificación del número del llamante
 - identificación del número del abonado llamante para llamada en espera (reservado para su futura implantación)
 - espera de mensajes (X.400 ó videotex servicios de correo electrónico, etc.)

Para los diferentes mensajes, los diferentes campos previstos son:

- * fecha y hora de la llamada
- * identificación del número del abonado llamante
- * número del llamante inicial en el caso de desvío de llamada con seguimiento (follow me)
- * razón de la ausencia de la identidad del número del abonado llamante (fuera del área, etc.)
- * desvío de llamada en ausencia de respuesta, sobre abonado ocupado, etc.
- * tipo de llamada (abonado, servicio de mensajería, teléfono móvil, kiosco, etc.)
- * nombre del abonado (reservado para su uso en el futuro)

Las normas CLASS*SM las desarrolló BELLCORE, organización que agrupa varias compañías telefónicas norteamericanas. Serán adoptadas con pocas variaciones por varios operadores europeos (hasta la fecha France Telecom y British Telecom) debido a la naturaleza de la red y a los tipos de servicios ofrecidos. Estas normas definen los tipos de modem, tamaño y formatos de la palabra, temporización y formato de los mensajes, y campos y codificación de los mensajes.

os para operadores de red y suministradores de servicios. Desde entonces ha asumido la responsabilidad de la gestión del producto de pantallas telefónicas y el desarrollo del producto CLASS/ADSI en la división de tecnologías y productos.

CLASS*SM es un servicio registrado de BELLCORE

ADSI*SM es un servicio registrado de BELLCORE

Conclusiones

Los operadores de red ofrecen servicios cada vez más y más sofisticados que deben ser amigables al usuario para asegurar su máximo despliegue.

Alcatel proporciona soluciones que permiten a los operadores de red ofrecer servicios a abonados con equipo adaptado en sus instalaciones, integrando un interfaz "intuitivo" mejorado para facilitar el uso de esos servicios a un precio de mercado aceptable.

El Alcatel 2592, ya comercializado en Francia, Alemania y en Reino Unido, es un ejemplo de la línea de productos de telefonía avanzada, y proporciona una perspectiva de lo que se espera en el futuro de los interfaces "intuitivos" hombre-máquina basados en pantallas para los servicios de red.

Biografía

Susan Lenane nació en Chicago en 1956 y posee dos graduaciones, licenciada en Ciencias de la Información y en Ciencias Políticas. Su trabajo dentro de la telecomunicaciones comienza en telemática en 1988 definiendo el desarrollo de un servidor, la producción de periféricos, y especificando aplicaciones profesionales para su desarrollo por compañías de ingeniería francesas. Esto la llevó a la división de productos de consumo de Alcatel Business Systems en 1990, donde la mayor parte de su contribución fue el Marketing de terminales europe-

Ventajas, tecnología y conectividad de los terminales multimedia

J. Dampz, R. Klotsche, M. Weiss

SEL Alcatel, Stuttgart, Alemania

El progreso en las tecnologías de comunicaciones y ofimática ha conducido a una extraordinaria variedad de equipamientos y servicios para los usuarios. Solo a través de la integración de diferentes aplicaciones, servicios, funcionalidades y medios en un único terminal (terminal multimedia) es posible poner a disposición de los usuarios un terminal universal que les ayude en sus trabajos y tareas de comunicación. Esto, a su vez, ha conducido a unas nuevas demandas en los campos de las tecnologías de transmisión y conmutación. La idea que hay detrás del terminal de usuario es la de aportarle acceso a servicios de valor añadido de la manera más simple posible.

Introducción

Los recientes avances de la tecnología digital han conducido a la producción de ordenadores con interfaces gráficas de usuario y programas de aplicación a unos precios razonables. Estos ordenadores pueden ser usados por cualquiera sin necesitar un conocimiento previo de informática. Con ampliaciones hardware se pueden procesar sonidos, voz e imágenes en movimiento además de textos, gráficos y fotografías. Con la RDSI (red digital de servicios integrados) ya es posible la transmisión de información audiovisual junto a la transmisión estándar de datos, con una calidad aceptable y a un precio asequible. La integración de ordenadores, equipos audiovisuales y redes digitales nos llevan a unos equipos amigables que se pueden usar en una amplia gama de aplicaciones. Este artículo intenta mostrar que la integración no solo es técnicamente factible sino también beneficiosa para el usuario.

Con el término multimedia se define la integración de texto, gráficos e infor-

mación audiovisual en una única unidad de trabajo. Crea un espacio de trabajo integrado y permite a los usuarios combinar, cuando lo deseen, las facilidades que ofrecen los diferentes medios. Así pueden utilizar las ventajas de cada uno de los medios y combinarlos para aumentar la efectividad y eficiencia al ahorrar tiempo y esfuerzo.

El uso simultáneo de diferentes medios y servicios de red permite a los usuarios comunicarse casi intuitivamente y trabajar de manera conjunta de forma interactiva. Los intentos mundiales de normalización tienen como objetivo asegurar la compatibilidad necesaria entre sistemas.

Los terminales multimedia (MMT) pueden usarse en cualquier lugar de una oficina. La versatilidad que tienen para presentar información permitirán, además, conquistar aplicaciones tan diversas como presentaciones de Marketing, formación, control de producción y en el sitio, servicios de marcación directa y diagnosis remota.

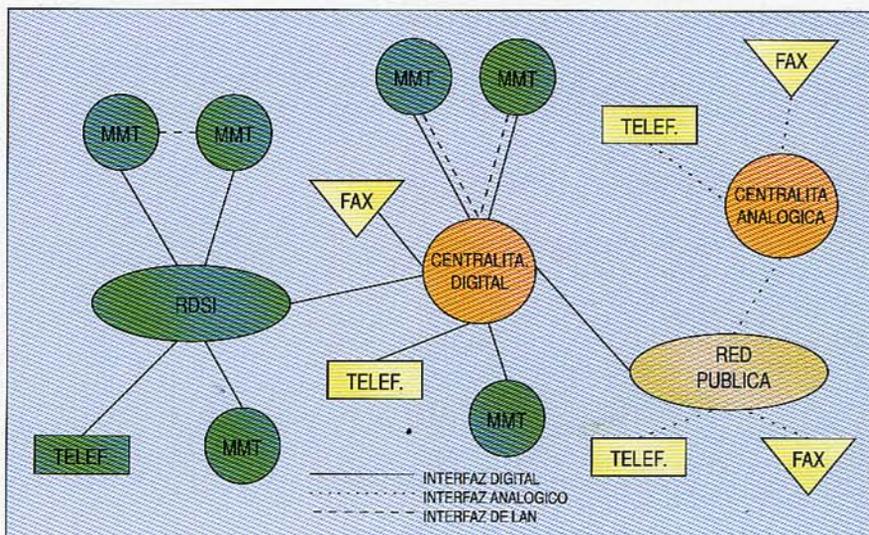
Entorno de telecomunicaciones

Los terminales MMT no solo deben comunicarse entre ellos sino también con otros equipos y servicios disponibles, lo que requiere su integración en el entorno de comunicaciones existente. Las facilidades básicas de los MMT son el teléfono, el fax y el contestador (TAM). Estas facilidades son compatibles con el equipo de cada día. Se dispone de facilidades avanzadas tales como la videotelefonía y la edición conjunta entre los MMT y, dependiendo de la aplicación, entre los MMT y los videoteléfonos estándar.

Los MMT se equipan con adaptadores de línea digital (LA) para la transmisión de señales audiovisuales y datos. Estos terminales también se pueden conectar a una red de área local (LAN) para transferencias rápidas de datos.

La Figura 1 muestra la integración de terminales MMT en el entorno existente de telecomunicaciones.

Figura 1 - El MMT dentro de un entorno común de telecomunicaciones



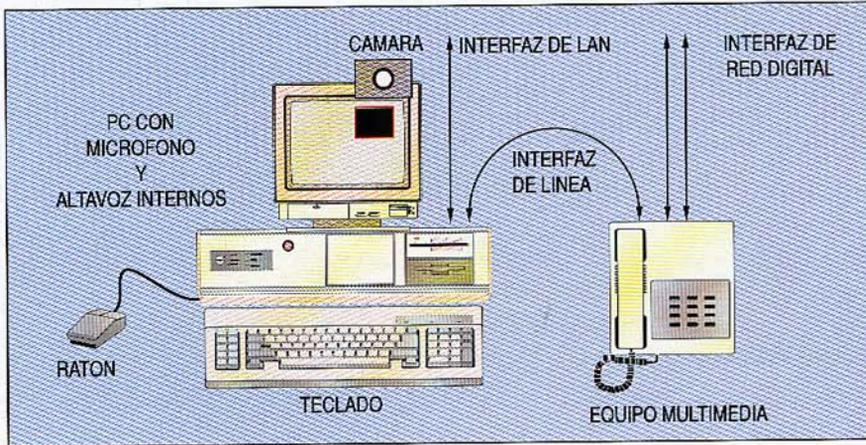


Figura 2 - Componentes del sistema MMT

Componentes del sistema

La Figura 2 muestra los componentes de un terminal MMT. Los únicos componentes reconocibles que identifican su funcionalidad multimedia son la cámara situada sobre el monitor y la unidad de disco CD-ROM integrada. El equipo multimedia se asemeja a un teléfono con teclado numérico pero sin pantalla ni teclas de función. El PC está equipado con periféricos estándar tales como teclado, ratón y unidades de discos flexibles (FDD). La Figura 3 muestra la expansión de la funcionalidad multimedia dentro del PC. Los MMT tienen una gran integración y aportan de manera significativa más facilidades que los PC convencionales. La configuración básica consta de un procesador (486DX/33 MHz)

con 4 Mbytes de memoria RAM, componentes periféricos (controladores de teclado, etc.), y ranuras de expansión ISA. Habitualmente, los PC se amplían con tarjetas insertadas en la placa base del sistema; sin embargo, aquí todas estas facilidades separadas están integradas en la placa base del terminal MMT. La placa base se hace más flexible con extensiones multimedia. Gracias a su diseño altamente integrado, el terminal es relativamente pequeño a la vez que ofrece amplias funcionalidades.

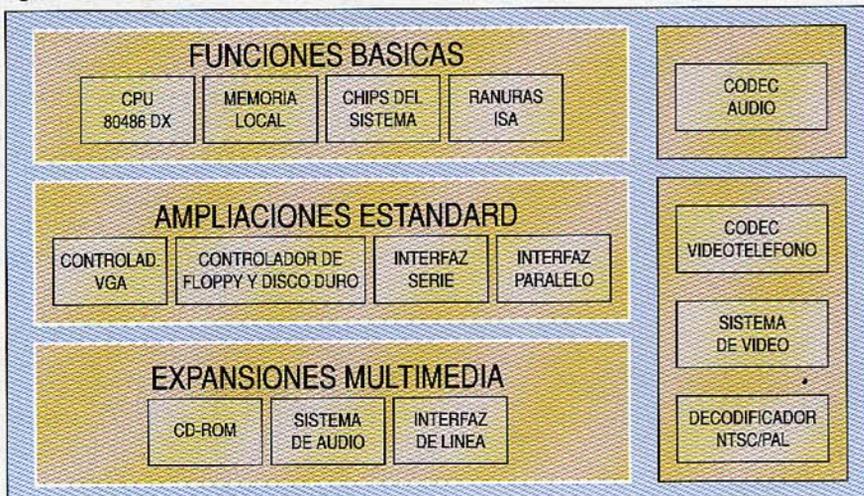
El LA está situado en la carcasa del teléfono y se conecta a través del interfaz de línea. Sus principales características son el interfaz telefónico digital, el multiplexor y el microcontrolador (Figura 4). Cada una de ellas ha sido diseñada por Alcatel; el resto son componentes estándar.

dar. El LA está alimentado remotamente, práctica habitual en telefonía, haciéndolo independiente del PC. Incluso cuando éste está apagado, el LA opera como si fuera un teléfono a través de su auricular y su teclado.

La línea 1 ofrece transmisión total de audio y datos mientras que la línea 2 solo puede usarse para datos. El sistema está gobernado por el microcontrolador el cual canaliza la información a través del interfaz de teléfono digital intercambiándola con el terminal MMT por el bus del PC. El multiplexor recopila los datos de un flujo de datos y usa después el concentrador de alta velocidad (CHI). El bus CHI es un bus serie con varios canales de 64 kbit/s que utiliza cuatro líneas - frecuencia, transmisión, recepción y tierra. El bus serie del PC tiene tres líneas - frecuencia, datos y tierra. Un puerto independiente envía la información del estado: PC activo (conectado) y activar PC.

El sistema operativo del LA se almacena en una EPROM y se basa en el sistema operativo ISOS desarrollado en Alcatel. Consta de módulos para la gestión de protocolos y del hardware. El software del MMT está organizado en capas y es versátil; su eficiencia se logra al dividir sus tareas en las ejecutadas por las funciones básicas del PC y por las extensiones multimedia (Figura 5). Una capa del software del PC contiene los controladores, el sistema operativo, el interfaz de los programas de aplicaciones (API), las bibliotecas de enlaces dinámicos (DLL) y las aplicaciones. Los tipos de medios (datos, servicios) definen una capa ortogonal posterior. Además del interfaz API estándar de Windows, existen también el interfaz estándar de control de medios (MCI), el de aplicaciones telefónicas (TAPI) y los API específicos para el control de los codecs de audio y video. Interfaces independientes de las aplicaciones se ubican a nivel de controlador: el SPI (interfaz suministrador de servicios) es un interfaz uniforme que adapta distintas infraestructuras de telecomunicación y el NDIS es el encargado de redes de área local. Las comunicaciones de datos se procesan en la unidad de expansión multimedia del PC. Los algoritmos de compresión y descompresión de las señales

Figura 3 - División de funciones dentro del MMT



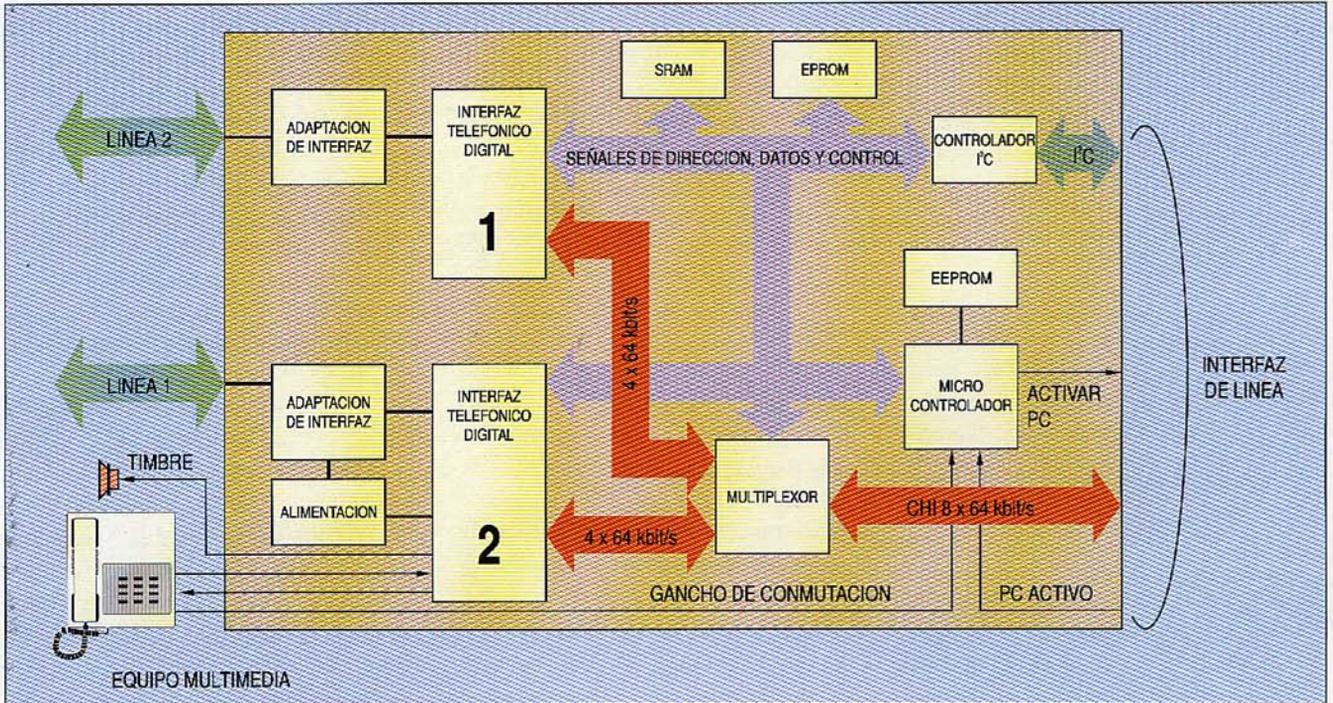


Figura 4 - Vista de un adaptador de línea del MMT

de audio y video, fax, TAM y transferencia de datos se pueden cargar en los codecs o en los procesadores de señales digitales (DSP) según se desee. Esto permite el uso paralelo de funciones, servicios y aplicaciones. Además, estos algoritmos son abiertos para permitir extensiones y modificaciones futuras.

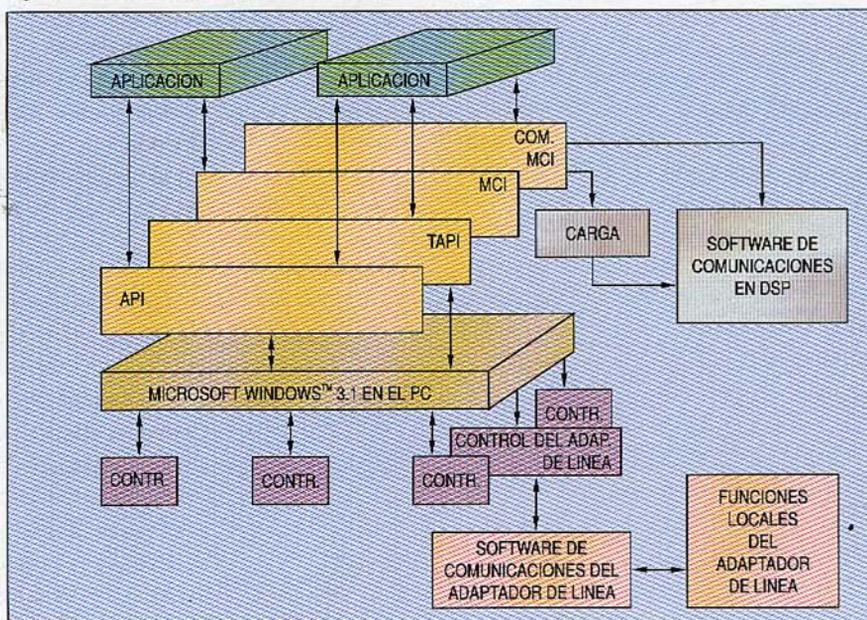
Estandarización y multimedia

La nuevas aplicaciones multimedia y la comunicación multimedia estarán influenciadas por actividades que buscan un alto grado de estandarización. Estas actividades afectan a diferentes capas de la arquitectura del sistema y han sido ini-

ciadas por comités ISO, UIT-T (antes CCITT), IEEE, etc. Las compañías líderes de software están intentando establecer cuasi estándares para las aplicaciones. Además será necesario establecer una estructura que cubra los objetos multimedia y los hipermedia. Esta es la tarea que lleva a cabo el grupo experto para la codificación de información multimedia a hipermedia (MHEG) basándose en la normativa ISO (SC29/WG21). También hay que mencionar la extensión hacia la arquitectura de documentos de oficina (ODA) llevada a cabo por el UIT-T (rec. T.410). Otro campo para la estandarización son los formatos de los datos para codificar, decodificar y almacenar información multimedia: actualmente los métodos más comunes de compresión para imágenes, video y audio son JBIG, JPEG, MPEG1/2 y H.261. Los formatos de ficheros GIF, TIF, WAV, AVI, etc. describen métodos para almacenar imágenes instantáneas, señales de audio e imágenes en movimiento.

El establecimiento de los estándares se completa con las necesarias actividades en el campo de las telecomunicaciones. Los estándares relevantes para servicios audiovisuales se describen en el artículo H.200 del UIT-T. Este artículo

Figura 5 - Estructura software del MMT



cubre servicios planificados tales como la videotelefonía, la videoconferencia, la vigilancia remota, el video correo, etc., e incluye las redes más relevantes (RDSI, RDSI-BB, RTPC, redes de área local, comunicaciones móviles).

Uso de los MMT

La característica más destacada de un MMT radica en el nuevo modo que tiene de satisfacer a los usuarios. Un interfaz gráfico flexible soporta el comportamiento intuitivo e interactivo de los usuarios, y los adapta a cada situación de trabajo. Para tener un sistema lo más simple posible hay que ocultar los procesos complejos. Las funciones de ayuda hacen un uso completo de las capacidades multimedia del terminal. El uso de sistemas sin manuales de instrucciones ya puede convertirse en una realidad al usarse ayuda en línea de voz, demostraciones de video, animación, etc. Para que el usuario se sienta familiar con un nuevo entorno de trabajo y sistema de comunicaciones, el diseño del interfaz de usuario requiere la mayor armonización posible con otros productos Alcatel (common look and feel - identidad de la compañía).

El vídeo y el sonido o la música de alta calidad imponen un análisis crítico de la ergonomía de todos los componentes que componen el espacio de trabajo. El desvanecimiento de imágenes durante las conexiones videotelefónicas, la realimentación mientras se está hablando por teléfono, la resolución insuficiente de fotografías e imágenes borrosas son algunos de los criterios de evaluación más importantes. Los nuevos estándares tienen que guiarse por los requerimientos de los usuarios y por una estructura que conlleve un coste realista.

Aplicaciones

Durante toda la jornada de trabajo, y sin restricción, los usuarios disponen de los MMT y sus aplicaciones, incluyendo redes y servicios. Todas las aplicaciones que usan las comunicaciones con protocolos de trabajo se basan en el TAPI (Figura 6).

Teléfono

La telefonía juega un papel muy especial entre todas las aplicaciones. Las llamadas telefónicas son posibles incluso cuando el PC está desconectado ya que siempre está disponible la línea a través de un teléfono. La aplicación se soporta por el interfaz de programación de aplicaciones telefónicas (TAPI), que proporciona independencia respecto a los protocolos de cooperación y comunicación usados, y sus futuras evoluciones. El TAPI se adapta al interfaz de centralitas específico mediante un controlador conocido como interfaz proveedor de servicios (SPI). La aplicación se parece a la de un teléfono de expansión de características que ofrece a los usuarios su manejo habitual de terminal y que aporta una transición "suave" desde la posición de apagado hasta la de terminal totalmente operativo. Independientemente del videoteléfono y del teléfono puede usarse un contestador (TAM) integrado:

Videotelefonía

La videotelefonía es otra de las aplicaciones centrales de los terminales MMT. Ofrece un soporte de las comunicaciones mediante expresiones faciales, gestos y contacto visual. Esta aplicación es muy versátil ya que permite la transmisión de cualquier clase de imagen en movimiento. Un puerto de entrada de vídeo separado se puede usar por una cámara u otra fuente de imágenes de vídeo. Para la transmisión de cualquier fichero de datos se puede usar un canal de datos que está integrado en el flujo de datos de vídeo. Los ficheros de datos de imágenes y sonido se identifican automáticamente en el receptor y se reproducen de manera instantánea si se requiere. Los codecs son compatibles con los estándares H.261, JPEG y MPEG. Los canales de audio se codifican de acuerdo a las normas G.711, G.728 ó G.722 del UIT-T. El uso de los estándares H.221, H.230, H.242 y H.261 aporta un alto grado de compatibilidad con una variedad de terminales y un gran número de redes.

La videotelefonía ofrece a los usuarios un gran número de posibilidades de

una forma clara y sencilla. Por ejemplo, la ventana de aplicaciones adopta la resolución gráfica del PC (tarjeta de vídeo), y el OLE (*Object Linking and Embedding*) posibilita el intercambio de datos con otras aplicaciones. La marcación es sencilla al usar marcación abreviada o marcación directa a través de una base de datos de ficheros. En el caso de la transmisión de ficheros de datos en paralelo con la videotelefonía, los usuarios pueden determinar la anchura de banda, permitiéndoles optimizar la relación entre la pérdida de la calidad de vídeo y la velocidad de transferencia de los datos. Además se puede efectuar un control remoto de la cámara desde el otro extremo de la línea si ambos terminales son MMT. El receptor puede controlar directamente el enfoque y el zoom de la cámara remota. Un cursor puede situarse sobre la imagen de vídeo para facilitar la comunicación. Las minutas de una reunión se pueden enriquecer con grabaciones e imágenes individuales.

Intercambio de datos y documentos

En cada aplicación se puede integrar un fax del grupo 3. Por ejemplo, los resultados de una aplicación gráfica se pueden enviar a través del fax. Se pueden intercambiar ficheros sencillos de datos en una LAN, a través de la conexión del videoteléfono o directamente sobre el canal B. Cada uno de estos tipos de transmisión opera con protocolos estándar. Las aplicaciones que requieren conexiones basadas en LAN pueden usarse en redes conmutadas.

Una característica muy importante de los MMT, además de su alto grado de integración en todos los equipos de comunicaciones, es la oportunidad que se ofrece a las personas de trabajar y discutir temas a larga distancia sin necesidad de usar documentos de papel. Esta característica se puede subdividir en varios niveles. El método más simple es la transmisión de una imagen y de un cursor, el cual se puede mover en el extremo receptor. Un editor gráfico superpuesto transmite objetos y acciones al otro extremo y, a la vez, crea un documento relacionado con la reunión que se

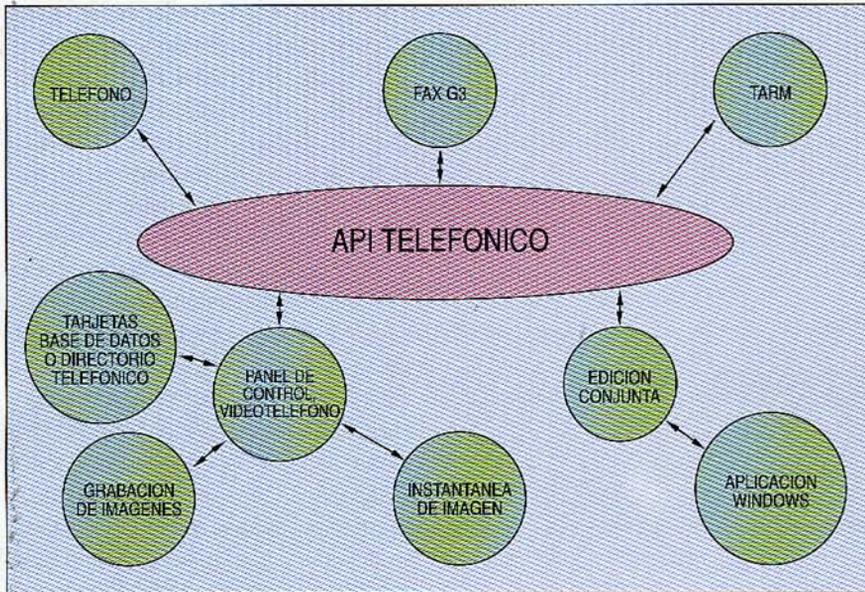


Figura 6 - Aplicaciones y sus enlaces TAPI

está llevando a cabo. Una vez que se termina el trabajo, el documento se puede transferir al original. Este método de trabajo puede acabar con el esfuerzo que se tiene que emplear en la producción, corrección y reparto de las minutas después de las reuniones.

En un nivel más avanzado se encuentra la elaboración conjunta de un documento. En este caso, el editor del documento está influenciado por los demás participantes. El nivel más complejo de trabajo conjunto es la operación remota de un terminal MMT en una red donde todas las aplicaciones y ficheros se pueden acceder desde el exterior. Para este tipo de trabajo, el teclado, el ratón y el monitor se enlazan y trabajan en un solo ordenador.

Escenarios multimedia

El uso paralelo de aplicaciones crea hábitos de trabajo eficientes. Las nuevas maneras de organizar los medios y la información dan la oportunidad de crear presentaciones persuasivas. El desarrollo de proyectos distribuidos geográficamente requiere contactos particularmente intensos con todos los participantes durante la fase de pruebas. Se tienen que efectuar muchos viajes para corregir pequeños detalles. Las conferencias

pueden hacerse más fáciles usando los elementos de comunicaciones de los MMT. Por ejemplo, una reunión podría comenzar con el videoteléfono mientras que se explica, al tiempo, el estado actual del proyecto a través de gráficos, que pueden intercambiarse mediante la transferencia de ficheros. El estado actual de un objeto - un prototipo, por ejemplo - se puede fotografiar o filmar con la cámara, y transmitir las imágenes. El receptor de la imagen de vídeo copia una trama única de la ventana de vídeo en las minutas o en su informe. Posteriormente, las minutas se editan de forma conjunta - con o sin videoteléfono - y se toma una decisión común para una acción posterior. Como resultado de todas estas operaciones, cada participante en la reunión tiene en su poder el documento inmediatamente después, evitándose así los viajes de negocios.

Una agencia de publicidad necesita frecuentes contactos con sus clientes para coordinar su trabajo. En este caso, también encontramos motivos para la reducción de los viajes de trabajo: las fotografías para un folleto de publicidad se pueden transmitir como mapas de bits junto con el texto, sin bien esto repercute en la calidad de la imagen. Durante una conversación videoteléfono, se pueden efectuar correcciones

sobre los mapas de bits y más tarde transferirlas a material gráfico. La transmisión de imágenes de alta resolución, con el software apropiado, permitiría cambios sobre el material gráfico durante la conversación videoteléfono.

Aparte del trabajo en común, los MMT también ofrecen la posibilidad de presentar la información de forma inteligente. Una visita de una empresa, una autoridad o una muestra se pueden guiar hacia su destino final mediante el uso interactivo del MMT. El usuario sólo tendrá la información que necesite para posteriormente seleccionar detalles. Las conexiones lógicas entre documentos permiten la organización estructurada o casi hipermedia de la información. El resultado podría ser una llamada telefónica a la persona encargada de los temas en cuestión, una impresión de un mapa indicando la forma de localizar una determinada ubicación, o la producción de una respuesta completa a la pregunta de una visita. Una agencia de viajes puede vender con la ayuda de un MMT mostrando los folletos publicitarios, aportando información sobre los hoteles y vuelos, y completando la reserva. La información diaria acerca de actividades culturales, por ejemplo, puede obtenerse directamente del destino.

El uso de la multimedia hace que las presentaciones sean más informativas y atractivas. Los usuarios reciben solo la información que necesitan tomando decisiones rápidamente. En aquellas situaciones en las que no basta una simple llamada telefónica, donde unir y dividir trabajos es cosa normal, donde se están haciendo continuamente fotocopias, donde ideas de lo más variado tienen que presentarse de la forma más persuasiva, clara y fácil posible, el entorno multimedia integrado en un PC puede incrementar la eficiencia y efectividad de la producción, distribución y presentación de la información.

Las redes y la calidad de las aplicaciones

Dependiendo del contenido y tipo de la información, los requerimientos de los documentos multimedia en cuanto a

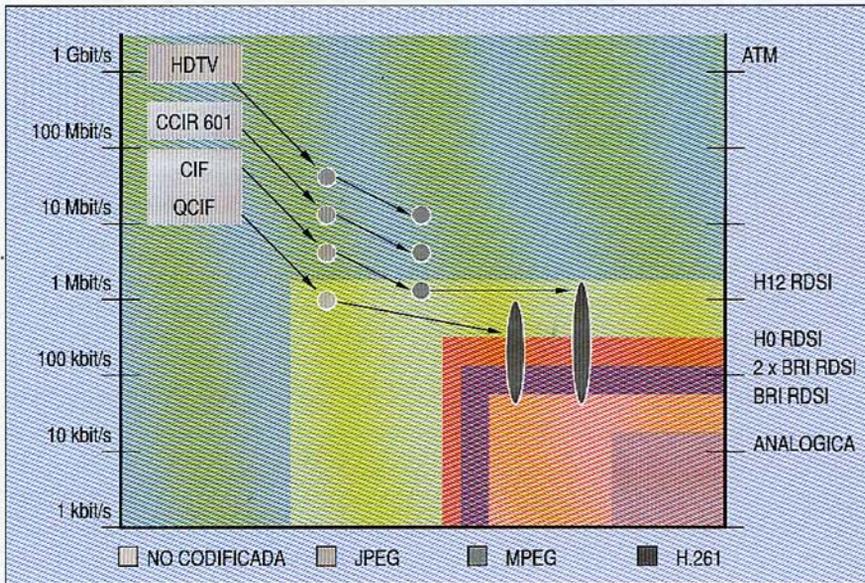


Figura 7 - Anchura de banda, redes públicas y procedimientos de compresión de vídeo

capacidad de almacenamiento y redes de comunicaciones varían mucho. Si se espera que los documentos se recuperen a través de una red se requieren variaciones significativas en la anchura de banda o tiempos de espera de longitud variable. Las redes de área local se deben configurar con una gran anchura de banda y una gran capacidad de reserva si se va a usar la videotelefonía. La cuestión a plantear es si es posible siempre, ya que la videotelefonía requiere un continuo flujo de datos. Las redes públicas aún crean problemas en este sentido: las conexiones para acceder a documentos que son capaces de manejar la máxima velocidad de transferencia, si están disponibles, son demasiado caras para muchas aplicaciones. Las conexio-

nes en banda estrecha reducen la calidad ya que es necesario comprimir los datos o imponer tiempos de espera durante la transmisión de fotografías, gráficos, secuencias de vídeo o audio, interfiriendo así el trabajo continuo. Por ejemplo, una imagen de resolución 500 x 500 pixels y representación de color de 24 bits requiere un espacio de almacenamiento de 6 Mbit. La transmisión a través de un canal de 2 Mbit/s dura tres segundos. Por el contrario, un usuario tendría que esperar 94 segundos si la transmisión fuese con RDSI a través de un canal de 64 kbit/s. Este tiempo se reduce a cinco segundos si se efectúa una compresión JPEG con un factor de compresión de veinte, pero la pérdida de calidad sería apreciable. Los poten-

tes estándares de compresión como JPEG, MPEG ó H.261 pueden hacer posible estas transmisiones a un precio razonable pero con una alta demanda de anchura de banda. La Tabla 1 muestra el flujo de datos de los estándares JPEG, MPEG y H.261 para diferentes formatos de vídeo:

Las imágenes en movimiento con una calidad cercana a la que proporciona la televisión requieren canales de más de 2 Mbit/s si se quiere grabar, por ejemplo, con formato CIF de vídeo y MPEG (Figura 7). Una red ATM, que ofrece anchuras de banda similares a las de los requerimientos de los usuarios, es la solución óptima para los problemas de las comunicaciones multimedia. Las estructuras de datos en mallas y los documentos con referencias cruzadas requieren conexiones punto-multipunto. Dichas conexiones deben establecerse a velocidades que hagan estos procesos casi imperceptibles al usuario.

Conclusiones

Las comunicaciones multimedia ofrecen a los usuarios una nueva dimensión en el intercambio de información. Las comunicaciones entre personas y la comunicación hombre-máquina están soportadas por los MMT, al igual que los nuevos servicios flexibles de comunicaciones. El estado actual de la tecnología permite producir sistemas para usuarios finales altamente complejos e integrados, que trabajan sobre las redes tradicionales y las nuevas. La tasa de aceptación del nuevo sistema de comunicaciones se mejora con conceptos amigables en todo el sistema.

Tabla 1 - Comparación de los requerimientos de anchura de banda requeridos para diferentes estándares de compresión y de vídeo

Formato	Resolución de vídeo	Velocidad MPEG	Velocidad JPEG	Velocidad H.261
QCIF	176 x 144	—	—	0.064 - 2 Mbit/s
CIF	352 x 288	1.2 - 3 Mbit/s	3 - 8 Mbit/s	0.064 - 2 Mbit/s
CCIR601	720 x 486	5 - 10 Mbit/s	15 - 25 Mbit/s	—
HDTV	1920 x 1080	20 - 40 Mbit/s	60 - 100 Mbit/s	—

Biografías

Joachim Dampz, nació en Pforzheim en 1959, y se formó como ingeniero electrónico en Alcatel SEL de Pforzheim antes de obtener el título de ingeniero de comunicaciones en la Fachhochschule de Kassel. Trabajó tres años como ingeniero de desarrollo en el centro de desarrollo de Porsche en Weissach donde realizó tareas de

desarrollo, instalación y mantenimiento de sistemas de medidas controlados por microprocesador para bancos de pruebas de coches. En 1989 se incorporó al centro de investigación de Alcatel SEL en Pforzheim donde fue responsable del desarrollo de "sistemas de video para personas de edad" dentro del marco de un proyecto RÁCE. A finales de 1992, se incorporó al grupo de diseño multimedia donde actualmente realiza tareas de diseño y desarrollo del sistema operativo para adaptadores de línea.

Ralf Klotsche, nacido en Oberlingen en 1962, obtuvo la licenciatura en electrónica en la especialidad de informática en 1988 en la Fachhochschule de Bielefeld, donde desarrolló un sistema para análisis modal. Ha trabajado para la compañía de ingeniería IKS, desarrollando soluciones hardware y software específicas para clientes. Se incorporó a Alcatel SEL en 1990 y trabaja en terminales multimedia de banda ancha en el departamento de I+D.

Manfred Weiss completó su licenciatura en electrónica e ingeniería de comunicaciones en la Universidad de Stuttgart en 1976. A comienzos de 1977, se incorporó al centro de desarrollo de Alcatel SEL trabajando sobre terminales de datos para un programa conjunto entre Alcatel SEL y IIT Creed. Posteriormente este centro de desarrollo se integró en el departamento de equipos avanzados de usuario final del centro de desarrollo de Alcatel SEL. Desde 1988 está al frente del proyecto RACE R1038 (representación, procesamiento y comunicaciones multimedia) como principal socio contractual. En 1992 se hizo cargo del desarrollo de terminales multimedia de la división de comunicaciones de empresas de Alcatel SEL.

Comunicación multimedia empleando el teléfono RDSI Alcatel 2824

F. Bergler, E. Foth

Alcatel SEL, Office Communications, Stuttgart, Alemania

El moderno teléfono RDSI Alcatel 2824 puede soportar de manera simultánea, telefonía pura y otros servicios de comunicaciones y aplicaciones tales como fax, comunicaciones de datos y texto de ordenadores personales, así como radio búsqueda regional. El teléfono hace posible las comunicaciones multimedia usando voz, texto, datos y gráficos, conjuntamente con el adaptador terminal integrado V.24 y el programa asociado gestor de datos y de teléfono Alcatel 2880 para ordenadores personales.

Introducción

Los teléfonos convencionales sólo se pueden usar para comunicaciones de voz. También fue el caso de la primera generación de teléfonos RDSI. Para las comunicaciones de datos a través de la RDSI se disponía de adaptadores de terminal separados o de tarjetas de PC de RDSI. Sin embargo, el teléfono RDSI Alcatel 2824 sigue otro camino. Este teléfono, con un interfaz S_0 en la parte de red, es capaz de soportar las comunicaciones multimedia. El teléfono se puede equipar con diferentes adaptadores de terminal integrados. Esto tiene la ventaja sobre la tradicional estructura de ahorrar espacio y explotar todas las facilidades disponibles a un coste más bajo, debido simplemente al hecho de que sólo se requiere un componente S_0 y un convertidor CC/CC, en vez de los dos que se necesitaban anteriormente. Otra ventaja adicional de integración se encuentra al incorporar el Alcatel 2824 un adaptador de terminal V.24 con una tarjeta S_0 . El adaptador de terminal en el teléfono RDSI permanece en funcionamiento aunque se apague el PC, y es

Visualización de dos líneas, 32 caracteres por línea
Marcación de tonos con volumen ajustable y tono variable
Altavoz y conversación manos libres
Interfaz de usuario soportado por pantalla
Opción de adaptador de terminal V.24
Opción de adaptador de terminal a/b
Alimentación de emergencia
Equipo integrado de diagnósticos y pruebas
Visualización del llamante
Conferencia a tres (consulta, va y viene, conferencia)
Rellamada automática
Desvío de llamadas (inmediato, tras un tiempo)
Seguridad de datos por contraseña
Almacenamiento temporal de llamadas no contestadas
Redireccionamiento de llamadas
Ofrecimiento de llamadas
Conexión en espera
Rellamada
Marcación abreviada
Marcación rápida
Visualización de tarificación
Visualización de fecha y hora del día
Silenciador
Bloqueo de llamadas salientes
Selección de números llamantes
Función agenda
Preparación de llamadas
No molestar

Nota: algunas de estas facilidades dependerán de los servicios RDSI específicos de cada país o del cuadro conmutador telefónico usado.

Tabla 1 - Algunas facilidades del teléfono RDSI Alcatel 2824/2

capaz de activar al PC si aparece una llamada de datos entrante. Como una tarjeta S_0 tiene que tener una alimentación constante, el PC no se debe desenchufar. También hay que mencionar que se pueden implantar transmisiones de datos entre terminales que carecen de un dispositivo de marcación (p. ej., para conectar un contador a una impresora remota) gracias a la capacidad de establecer y eliminar una conexión de datos desde el teléfono RDSI.

Actualmente se dispone de adaptadores de terminal con un interfaz V.24,

un interfaz a/b, y con ambos interfaces en una placa (PCB).

El interfaz V.24 ó RS232 es uno de los interfaces de comunicaciones de datos más usados y económicos. A través de él, se pueden conectar PC, impresoras y otros terminales de datos. El adaptador de terminal V.24 en el Alcatel 2824 soporta tanto la transmisión de datos síncrona como la asíncrona a través del interfaz V.24, con velocidades de transmisión de hasta 64 kbit/s. El programa gestor de datos y teléfono Alcatel 2880, que

corre bajo Windows, fue desarrollado para PC permitiendo una plena explotación de las características del teléfono Alcatel 2824 con adaptador de terminal V.24 integral. Este programa ofrece un entorno amigable para comunicaciones de datos y textos RDSI, una función organizadora y un acceso de radio búsqueda una vez el PC se conecta a un teléfono RDSI Alcatel 2824. Hay que tener en cuenta que este programa no requiere un hardware especial en el PC. El disco de instalación del software y el cable V.24 se suministran junto con el Alcatel 2824 con adaptador de terminal V.24. El interfaz a/b de dos hilos permite la conexión de teléfonos analógicos (p. ej., sin hilos), fax del grupo 3 y modems.

El adaptador de terminal a/b requiere una fuente de alimentación externa adicional. Con este propósito se suministra un transformador enchufable. Por el contrario, si se usa en el Alcatel 2824 el adaptador de terminal V.24, es suficiente la alimentación suministrada por el circuito de energía combinado de S₀.

El teléfono RDSI Alcatel 2824 se ha desarrollado de acuerdo con las recomendaciones especificadas en las normas ISO 9000. La especificación del teléfono puso un particular énfasis en suministrar una amplia gama de facilidades (Tabla 1) con un uso amigable a un precio aceptable. En comparación con otros teléfonos RDSI, y gracias a una minimización racional del número de teclas, el uso de teclas programables, es decir teclas de función variable, y del interfaz de usuario basado en un visualizador, ha sido posible alcanzar una mejora apreciable en la amigabilidad. Esto significa que, por primera vez, se dispone de un teléfono RDSI que se puede usar inmediatamente sin necesidad de un tedioso estudio de las instrucciones de uso. Las facilidades del teléfono RDSI Alcatel 2824, la mayoría suministradas por software, permite un mínimo desembolso en hardware. Se ve la gran flexibilidad de esta solución por la gran variedad de protocolos específicos de cada país desarrollados. Ya se disponen de ver-

siones del software para Alemania, Australia, Austria, Bélgica, España, Francia, Inglaterra, Italia, Portugal, Países escandinavos, Singapur, Suiza, y para la norma europea, ya cerca de ser introducida. Las especificaciones de protocolo más conocidas soportadas son las siguientes:

- ITR6 y DKZE en Alemania
- VN2/3/4 en Francia
- V1/2 en Bélgica
- Swissnet 2 en Suiza
- BTNR 191 en Inglaterra
- EDSSI en todos los países de la CEE

La Tabla 2 lista las normas que cumple el teléfono RDSI Alcatel 2824, con la excepción de las especificaciones de protocolo RDSI ya mencionadas.

Hardware

La Figura 1 muestra la estructura del teléfono RDSI Alcatel 2824 con adaptador de terminal integrado. Todo el teléfono RDSI se controla con el controlador de teléfono RDSI (ISC). Este ASIC (circuito integrado específico de apli-

Tabla 2 - Normas internacionales cumplidas por el teléfono RDSI Alcatel 2824

Categoría	Designación	Comentarios
Normas de función específica	I.430 del UIT-T ETSI prETS 300 012	Capa 1 del interfaz S ₀
	V.24 del UIT-T V.25bis del UIT-T V.28 del UIT-T V.110 del UIT-T ECMA 102 Conjunto de órdenes AT estándar Hayes®	Adaptador de terminal V.24
	G.711 del UIT-T G.714 del UIT-T Q.23 del UIT-T	Adaptador de terminal a/b
Normas de seguridad del producto	CENELEC EN 60950 CENELEC EN 41003 ETSI ETS 300 047 IEC 950	
Normas de compatibilidad electromagnética	ETSI prENV 55102-1 ETSI EN 55022	Radiación (clase B)
	ETSI prENV 55102-2	Resistencia a las interferencias
Normas de pruebas atmosféricas	IEC 68-2-1/Ad IEC 68-2-1/Bd IEC 68-2-3/Ca IEC 68-2-14/N IEC 68-2-1/Ab IEC 68-2-2/Bp IEC 68-2-14	Arranque en frío a 0°C Calor seco, +40°C, 72h Calor húmedo, +40°C, 93% humedad relativa, 4 días Temperatura alternativa de, -10/+55°C, 4 ciclos Condiciones de frío, -30°C, 72 h Condiciones de calor, +70°C, 72 h Temperatura alternativa en almacén -25°C/+55°C, 5 x 3h
Normas de resistencia mecánica	IEC 68-2-27/Fc IEC 68-2-27/Ea IEC 68-2-31/Ed	Vibración, 2g, 6h Impacto, 500g, 1ms Caída 1m

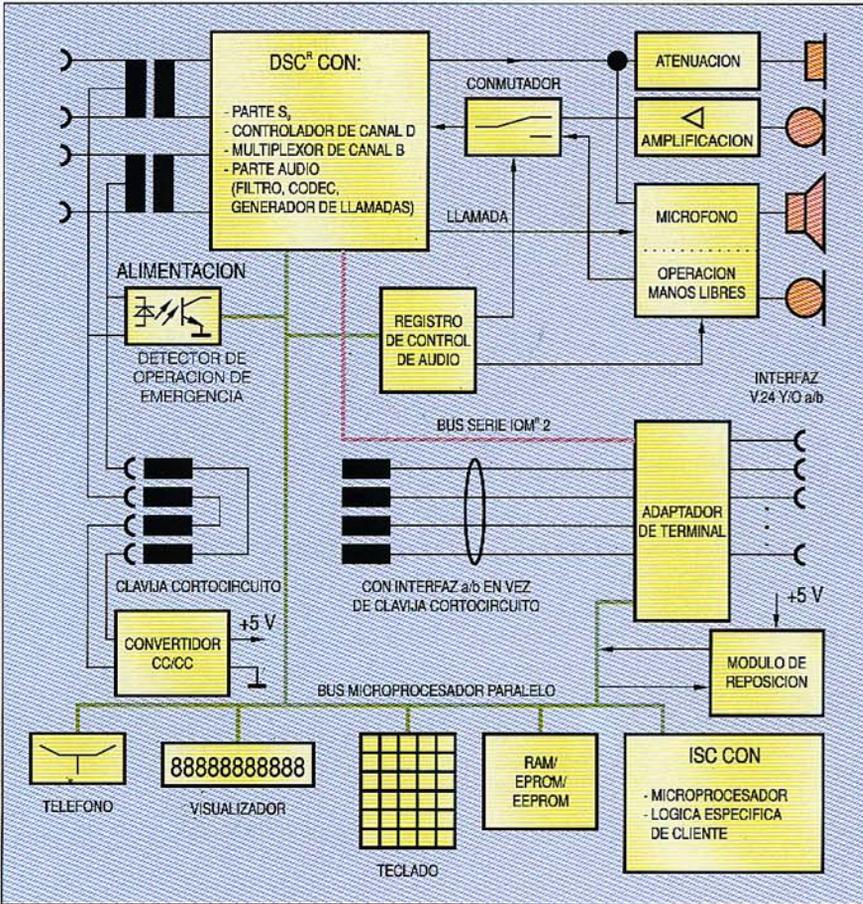


Figura 1 : Hardware del teléfono RDSI Alcatel 2824

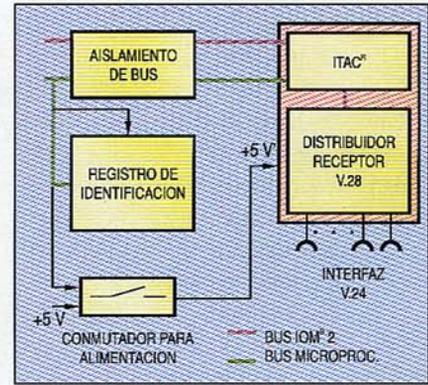


Figura 2 : Hardware del adaptador de terminal V.24

opciones, se montan en una placa de circuitos diferente con otros componentes de circuitería. Los interfaces internos al adaptador se suministran por el bus del microprocesador, el bus del IOM-2 y, donde se suministre un interfaz a/b, por la conexión de la fuente a cuatro hilos.

La Figura 2 muestra la estructura del adaptador de terminal V.24. Gracias al aislamiento del bus y al conmutador de alimentación se puede reducir el consumo total de energía del adaptador a menos de 1 mW. Ello es necesario para asegurar que la corriente usada por el teléfono en una operación de emergencia pueda ser drásticamente reducida. El registro de identificación en el adaptador permite la detección del tipo de adaptador. El núcleo del adaptador de terminal V.24 es el ITAC® (circuito adaptador de terminal RDSI). El ITAC suministra la base hardware del mecanismo de adaptación para la velocidad de datos requerida, según la recomendación del V.110 del UIT-T (antes CCITT). Se conecta al interfaz V.24 por un distribuidor/receptor V.28. Los distribuidores V.28 se cierran cuando el interfaz V.24 está inactivo. Sin embargo, los receptores V.28 están siempre activos, ya que las líneas receptoras V.24 se deben supervisar constantemente. Para la transmisión de la información de datos entre ITAC y DSC se usa un canal B en el bus de IOM-2.

El adaptador de terminal a/b (Figura 3) tiene también un conmutador de alimentación, una separación del bus y un registro de identificación. Sin

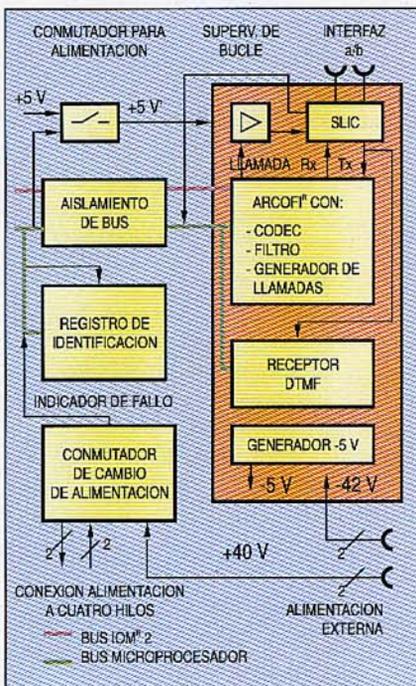


Figura 3 : Hardware del adaptador de terminal a/b

cación) contiene un microprocesador y circuitos específicos de clientes. Accede al DSC® (controlador de abonado digital) a través del bus del microprocesador. El DSC constituye la terminación del interfaz S0 y conecta sus canales B con el componente de audio integrado y/o el interfaz IOM®-2 serie (interfaz modular orientado a RDSI). El micrófono y el auricular del teléfono y la unidad base separada con su altavoz y micrófono se conectan al componente audio del DSC. Se dispone de un registro de control de audio que permite ajustar el volumen en modo altavoz y para habilitar/deshabilitar la comunicación manos-libres. La polaridad de la tensión de alimentación S0 se puede supervisar por el detector en modo emergencia. El ISC recibe la notificación de cada cambio de polaridad mediante una interrupción no-enmascarable. Los adaptadores de terminal disponibles como

embargo, este componente sólo se suministra una vez que se montan los adaptadores de terminal a/b y V.24 en la misma tarjeta adaptadora. La unidad de alimentación conectable externa requerida para el componente a/b se conecta a través de un conmutador de conexión de alimentación. Este conmutador consiste esencialmente en un relé que conmuta los 40 V suministrados por la PSU externa a través del convertidor CC/CC interno. En el caso que falle la PSU externa, el relé conectará la conexión de energía S_0 con el convertidor CC. Al mismo tiempo, se avisa al ISC del fallo de la PSU externa de manera que pueda cerrar el adaptador. La terminación del interfaz a/b es un circuito de interfaz de línea de abonado (SLIC). Este circuito realiza las funciones de terminación de línea, alimentación CC, alimentación de llamada, conversión dos-hilos/cuatro-hilos y supervisión del bucle. A este módulo híbrido se conecta un ARCOFT® (*Audio Ringing Codec Filter*). La información de datos digitalizada se intercambia entre este dispositivo y el DSC a través de un canal B del bus del IOM-2. Un receptor DTMF soporta la marcación de tonos y la marcación de pulsos.

Software

El software controlador del teléfono RDSI Alcatel 2824 se programó en lenguaje C. La Figura 4 muestra su estructura funcional. Cada bloque funcional está formado por uno o más procesos, gestionados por un sistema operativo multitarea. Las conexiones entre los bloques funcionales se realizan mediante el intercambio de mensajes. El gestor de datos y teléfono Alcatel 2880 es una aplicación Windows® que soporta, de manera eficaz, la cooperación entre los PC y el teléfono RDSI Alcatel 2824. Sus facilidades incluyen un interfaz de usuario gráfico fácil de entender. Requiere la siguiente configuración mínima:

- un PC con microprocesador 80286, 80386 ó 80486,
- sistema operativo MS-DOS®, versión 5.0 ó superior
- extensión de sistema operativo

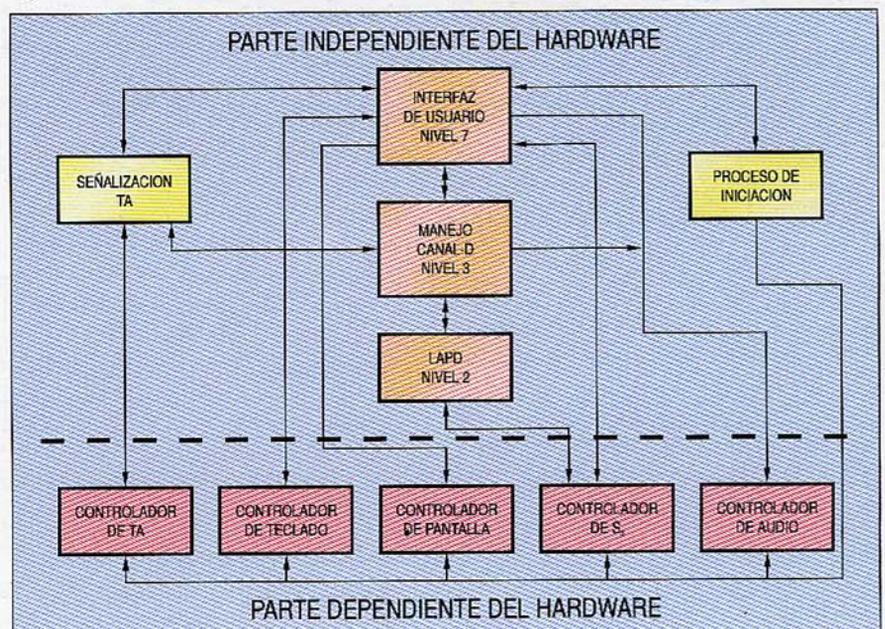


Foto A : Alcatel 2824

- Windows, versión 3.1 ó superior
- un mínimo de 1 MB de memoria RAM®
- disquetera de baja densidad de 3.5" (720 KB)
- disco duro, con aproximadamente 3 MB de espacio libre para el Alcatel 2880
- ratón compatible Microsoft®
- interfaz V.24 (preferiblemente en COM1).

El teléfono RDSI Alcatel 2824 está controlado por el programa gestor de datos y teléfono Alcatel 2880 a través del interfaz V.24 del PC. Se basa en el conjunto de órdenes AT estándar de Hayes®. Se dispone actualmente de menús en alemán e inglés. La Tabla 3 resume las funciones más significativas de este programa gestor de datos y teléfono Alcatel 2880.

Figura 4 : Estructura funcional software del teléfono RDSI Alcatel 2824



Función	Explicación
Emulación del teléfono Alcatel 2824	<ul style="list-style-type: none"> - Operación del teléfono usando PC y ratón - Disponibilidad de todas las funciones telefónicas
Transmisión de datos	<ul style="list-style-type: none"> - Modo operacional manos libres como modo por defecto para comunicaciones de voz - Posibilidad de acceso interactivo a un directorio específico y protegido con contraseña mantenido por el llamado, con el cual se puede hacer intercambio de datos
Activación remota	<ul style="list-style-type: none"> - Suma de comprobación (checksum) para asegurar la fiabilidad de la transmisión - Uso del PC como terminal remoto.
Acceso al servicio de radiobúsqueda regional	<ul style="list-style-type: none"> - Valores por defecto para usar el programa Windows "terminal.exe", que simula terminales estándares DEC-VT100 sobre terminales ASCII
Teclas de marcación directa extendidas	<ul style="list-style-type: none"> - Transmisión de textos usando DTMF después de la recepción del llamante - Accesibilidad a receptores numéricos y alfanuméricos
Interfaz DDE	<ul style="list-style-type: none"> - Directorio de marcación que puede usarse para establecer conexiones de voz y datos - Posibilidad de hasta 30 entradas por letra del alfabeto
Diario	<ul style="list-style-type: none"> - Opción de usuario para desarrollar sus propios programas de comunicaciones usando el interfaz DDE
Planificador	<ul style="list-style-type: none"> - Almacén de todas las llamadas entrantes y salientes con fecha, hora, número llamado, duración, tipo de llamada, actividades ejecutadas en conexión de datos, etc. - Filtro para visualizar información (p. ej., llamadas entrantes sin respuesta)
Pizarra	<ul style="list-style-type: none"> - Recordatorio para mantener una conversación telefónica o ejecutar una transferencia de datos a una hora predeterminada - Capacidad de hasta 780 eventos
Encaminamiento, regeneración y determinación de llamadas	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación y transmisión de dibujos y texto durante la conversación telefónica - Evaluación automática de las llamadas de datos entrantes por criterios de evaluación predeterminados que se pueden usar para decidir el encaminamiento y la emisión de un mensaje, por ejemplo a dispositivos de radiobúsqueda o teléfonos GSM con facilidad de texto abreviado

Tabla 3 - Funciones seleccionadas del programa gestor de datos y teléfono Alcatel 2880

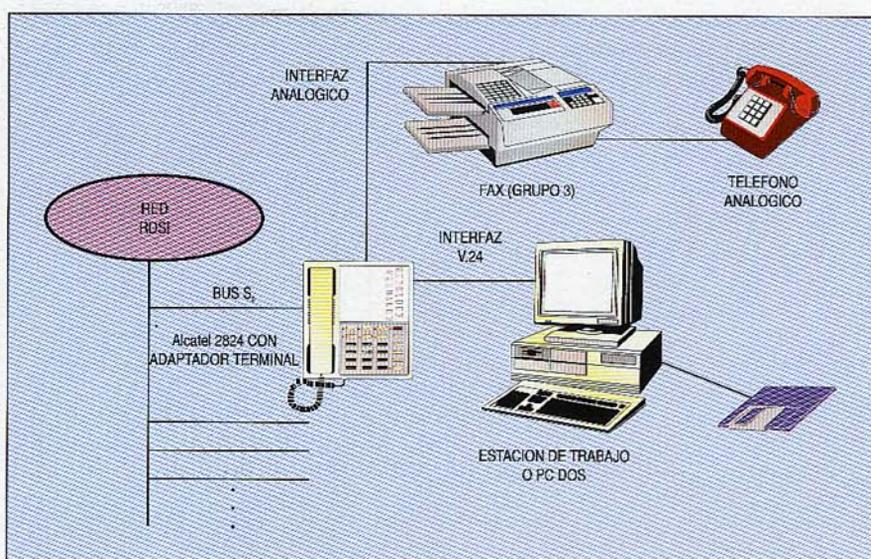


Figura 5 : Entorno de aplicación típico del Alcatel 2824 con adaptador de terminal V.24

También se dispone de una opción que suministra puentes de red económicos entre redes TCP/IP (protocolo de control de transmisión/protocolo Internet). El SLIP (protocolo Internet de enlace serie), desarrollado especialmente con este propósito, corre en estaciones de trabajo Sun bajo el sistema operativo UNIX, y tiene las siguientes características:

- interfaz gráfico de usuario Sun-View para el establecimiento y ruptura de conexiones, y para supervisión de conexiones
- transformación de direcciones RDSI a direcciones IP
- velocidad de transmisión de datos de hasta 64 kbit/s en el interfaz V.24 de la estación de trabajo.

Las estaciones de trabajo Sun obtienen el acceso RDSI a través del teléfono RDSI Alcatel 2824 con adaptador de terminal V.24.

Aplicaciones

La comunicación multimedia está empezando paso a paso. Hoy, la comunicación multimedia forma ya frecuentemente parte de la vida diaria, aunque no se perciba claramente como tal. El soporte por el teléfono RDSI Alcatel 2824 del uso combinado de una amplia variedad de formas de comunicación de voz y datos es un ejemplo de ello. Las descripciones que se dan a continuación se concentran en la comunicaciones de datos que usan el interfaz V.24 del teléfono RDSI Alcatel 2824. Se asume que las facilidades de voz en los teléfonos RDSI ya son familiares.

La Figura 5 muestra un entorno de aplicación típico del teléfono RDSI Alcatel 2824 con adaptadores de terminales a/b y V.24.

El adaptador de terminal V.24 del teléfono RDSI Alcatel 2824 permite conectar dispositivos terminales X.25 y V.24 con velocidades de transmisión de:

- 600 bit/s a 38,4 kbit/s en modo asíncrono y
- 600 bit/s a 64 kbit/s en modo síncrono.

Para el establecimiento y ruptura de conexiones de datos se dispone de las siguientes opciones:

- marcación manual usando el teclado del teléfono y cancelación por tecla programable
- marcación manual usando el teclado del dispositivo terminal y cancelación por cierre de línea 108 (terminal de datos preparado) o por tecla programable
- uso del conjunto de órdenes AT estándar Hayes
- uso de comandos V.25 bis
- uso con diferentes modos de marcación directa.

Gracias a esta gama de facilidades, el

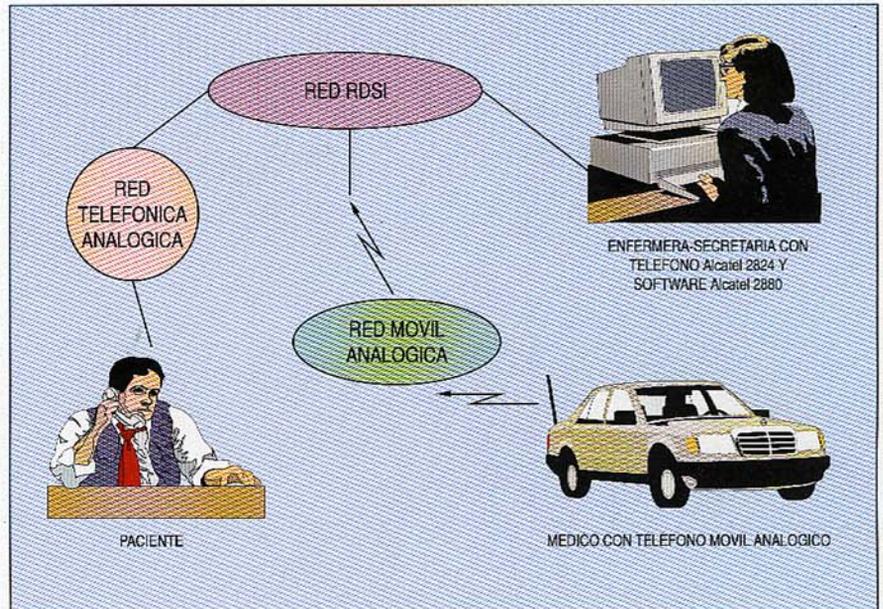


Figura 6 : Ejemplo de aplicación : Paciente - Servicio de Atención - Doctor

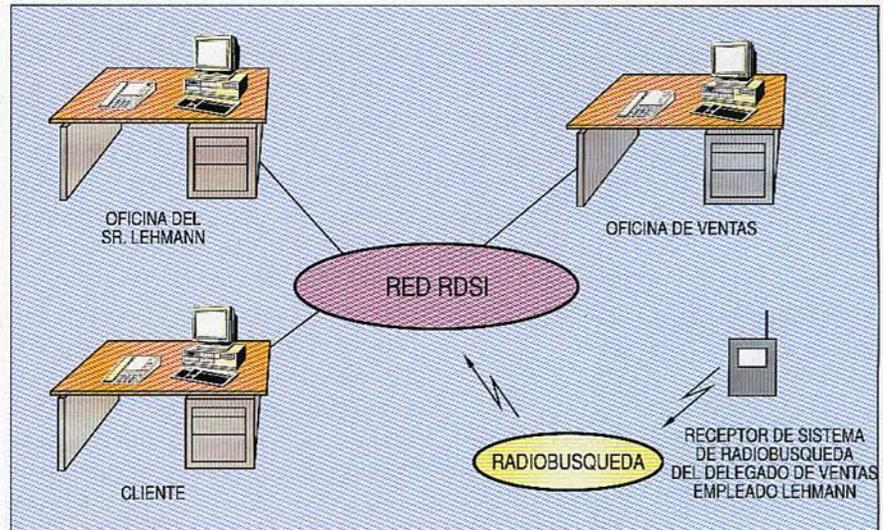


Figura 7 : Ejemplo de aplicación : Cliente - Oficina de Ventas - Delegado de Ventas

Alcatel 2824 con interfaz V.24 incorporado es capaz de soportar casi todos los programas de comunicaciones de PC existentes.

El programa gestor de datos y teléfono Alcatel 2880, escrito especialmente para el teléfono RDSI Alcatel 2824, permite una amplia variedad de aplicaciones que se pueden describir bajo el término genérico de CSTA (aplicaciones de telecomunicaciones soportadas por ordenador). A manera de ejemplo se pueden citar dos posibles escenarios:

1. Paciente - Servicio de atención telefónica - Doctor (Figura 6):

Un paciente llama a su médico de cabecera debido a la aparición de repentinos dolores. Al principio, el paciente se conecta al servicio de atención telefónica. Mientras que este servicio habla con el paciente, se visualizan sus datos personales e historial médico en el PC del servicio mediante el programa gestor de datos y teléfono Alcatel 2880. Esta información se obtiene automáticamente de la base de datos de pacientes usando la identidad

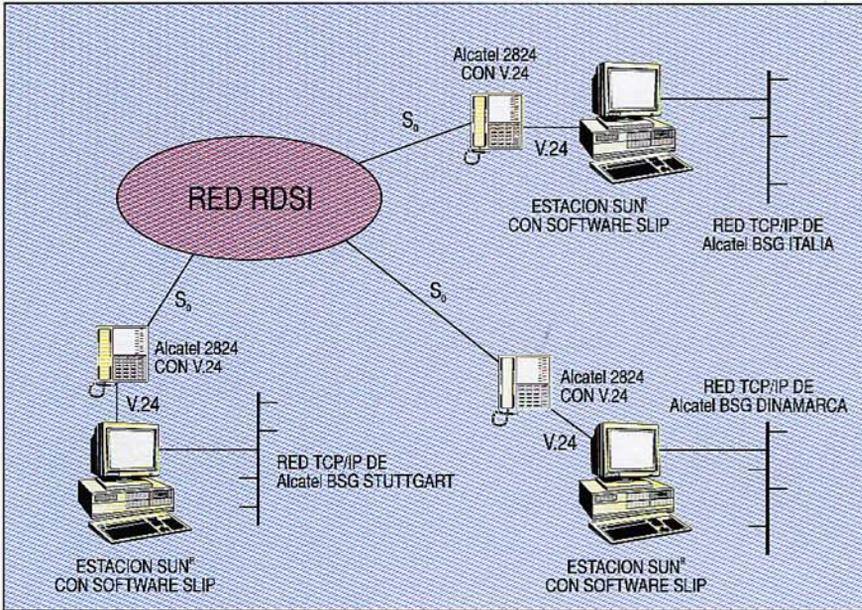


Figura 8 : Puentes de red usando el teléfono RDSI Alcatel 2824

RDSI del paciente. Cuando el servicio de atención determina que el caso necesita un diagnóstico por parte de un doctor, el servicio informa al doctor por el sistema de *consulta* y establece una *conferencia*. El doctor puede estar en su coche con un teléfono celular. Las operaciones requeridas para establecer la conferencia a tres las ejecuta fácil y rápidamente el servicio de atención en su PC.

2. Cliente - Oficina de Ventas - Delegados de Ventas (Figura 7):

La oficina de ventas de una compañía usa el programa gestor de datos y teléfono Alcatel 2880 para enviar avisos rápidos sobre pedidos recibidos a sus delegados de ventas. El Alcatel 2880, de manera automática, puede buscar todos los pedidos entrantes por palabras claves para determinar si (y a quién) se debe enviar un aviso y hasta donde se debe distribuir el texto del pedido. Para el aviso se dispone de las siguientes opciones:

- transmisión del texto a radiobúsqueda
- transmisión del texto a teléfonos GSM con facilidad de texto abreviado
- transmisión del texto a dispositivos terminales RDSI con RDSI-UUS

- (señalización usuario-usuario)
- emisión de una melodía DTMF a dispositivos terminales de voz (p. ej., teléfonos analógicos).

Cada miembro del equipo de ventas puede seleccionar el tipo de aviso y el texto a transmitir. Así, por ejemplo, el delegado de ventas Sr. Lehmann usa la radiobúsqueda para asegurar que está siempre disponible. Si uno de sus clientes debe enviar un pedido urgente a la oficina de ventas de la compañía, el programa gestor de datos y teléfono Alcatel 2880 usa las palabras clave "Lehmann", "urgente" y "pedido" para decidir automáticamente, que hay que enviar una copia del pedido a su domicilio y un breve mensaje a su dispositivo de radiobúsqueda.

Los puentes de red mencionados constituyen una posterior aplicación del Alcatel 2824 con adaptador de terminal V.24. La Figura 8 muestra una configuración que ya se está usando en Alcatel BSG (Business System Group) con algún éxito en el soporte del trabajo internacional de desarrollo. Permite un sencillo acceso al software y a los documentos en tres lugares de desarrollo diferentes. El software SLIP usado para este propósito establece las conexiones de marcación requeridas a través de la RDSI. Naturalmente, hay una amplia gama de otras posibles

aplicaciones del teléfono RDSI Alcatel 2824 que no se cubren en este artículo. Por ejemplo, en ferias industriales se ha mostrado la supervisión remota usando sensores infrarrojos, cámaras fotográficas y operación remota.

Conclusiones y perspectivas

A diferencia de los teléfonos RDSI convencionales, el Alcatel 2824 se puede equipar con adaptadores de terminal integrales y pueden soportar comunicaciones multimedia. Ya dispone de adaptadores de terminales con interfaz V.24 y/o a/b, lo que permite, además de la pura función de telefonía, incorporar la infraestructura analógica existente a la red digital, y también la conectividad de dispositivos terminales de datos. El programa, de uso amigable, gestor de datos y teléfono Alcatel 2880 para PC y el software SLIP para estaciones de trabajo SUN se ha desarrollado para soportar aplicaciones basadas en el interfaz V.24. También hay una propuesta para incorporar un contestador telefónico en el teléfono RDSI Alcatel 2824. Otra posibilidad de desarrollo futuro es desarrollar una versión de teléfono RDSI Alcatel 2824 con adaptador de terminal de fax integrado, lo que permitirá a los ordenadores personales con interfaz V.24 enviar y recibir documentos de fax grupo 3. También se está tomando en consideración usar el interfaz V.24 para la transmisión de voz digitalizada.

Biografías

Egmont Foth nació en Dresde en 1957. Se graduó en 1984 en la Technische Universität de Dresde, donde desarrolló un controlador Token Ring. Trabajó desde 1984 hasta 1990 como oficial científico para la oficina de redes de telecomunicaciones centrales de la NVA. Durante este período de tiempo fue el principal responsable del desarrollo hardware y software de siste-

mas especiales de conmutación de red. Además de trabajar, entre 1984 y 1989, obtuvo el doctorado en Ingeniería de la Technische Universität de Dresde, con una tesis sobre "Transmisión de voz en sistemas de comunicaciones locales". El Dr. Foth trabaja como ingeniero de desarrollo de terminales RDSI en Alcatel SEL, Stuttgart, desde 1991. Recientemente ha pasado a Alcatel Business Systems en Illkirch, Francia, como director del DCC.

Frank Bergler nació en Pforzheim en 1957. Se graduó en 1979 en la Fachhochschule de Karlsruhe desarrollando un terminal de datos. Ha trabajado en desarrollo software para Alcatel SEL, Stuttgart, desde 1979. Estuvo asignado en ITT Creed, Brighton, entre 1979 y 1981 para ayudar en el desarrollo del software para máquinas de telex. Trabajó en Alcatel SEL, Pforzheim, en el desarrollo de software para dispositivos terminales de telex y videotexto, y en métodos de mantenimiento de software y formulación de variantes. El Sr. Bergler es el responsable del equipo de desarrollo de terminales RDSI en Alcatel SEL, Stuttgart, desde 1989.

® = Marcas registradas

ARCOFI, IOM, ITAC: de Siemens AG

DSC: de Advanced Micro Devices, Inc.

MS-DOS, Microsoft: de Microsoft Corporation

UNIX: de AT&T Bell Laboratories

Sun Workstation, SunView: de Sun Microsystems, Inc.

Hayes: de Hayes Microcomputer Products, Inc.

Compresión de video: Técnicas de las comunicaciones multimedia

T. Hoffmann, D. Müller y C. Vogt

Alcatel SEL, Stuttgart, Federal Republic of Alemania

Introducción

Con la aparición de las comunicaciones de video, los sistemas de comunicaciones modernos son ahora capaces de transmitir la información no hablada que se considera crítica en conversaciones naturales y eficientes. Las posibles aplicaciones incluyen los sistemas de videoconferencia, ya introducidos, y la videofonía para RDSI. Se espera que estas aplicaciones - al menos para negocios y profesionales - conducirán a sistemas multimedia que integren comunicaciones de voz, datos, imágenes instantáneas y en movimiento. Uno de los principales prerequisites para el éxito de estos sistemas es la compatibilidad entre terminales. Por consiguiente, es necesario encontrar estándares nacionales e internacionales para velocidades de transferencia de datos, interfaces, protocolos y señalización. Como los costes de transmisión aumentan con la velocidad, por la alta velocidad de las señales de video, se hace imperativo el uso de técnicas de codificación de fuentes para conseguir la más baja velocidad posible que proporcione una aceptable calidad de imagen en una aplicación dada. En este artículo se examinan principios y posibilidades del proceso de señales de video.

Técnicas de compresión de imágenes instantáneas

En los campos de la impresión y de la medicina, y en aplicaciones de base de datos, es frecuentemente necesario el comprimir imágenes de color en reposo que permitan un almacenamiento eficiente y una transmisión rápida. El margen de requisitos va desde la trans-

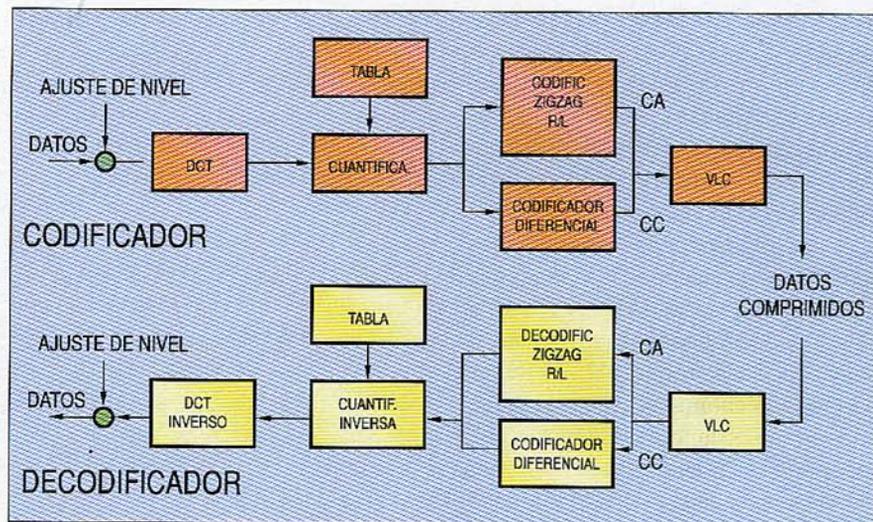


Figura 1: Diagrama de bloques de un codificador JPEG

misión sin pérdidas con un bajo grado de compresión al rápido y progresivo montaje de las imágenes. Para estas aplicaciones, dos organismos de normalización, la organización internacional de normalización (ISO) y la comisión electrotécnica internacional (IEC), han creado una comisión técnica conjunta (JTC1) que ha definido diferentes técnicas de compresión en el subcomité SC29 del grupo de trabajo WG10 del grupo conjunto fotográfico de expertos (JPEG).

Básicamente, las técnicas que utiliza el estándar JPEG se dividen en dos técnicas de compresión: sin pérdidas y con pérdidas. En ambos grupos, la codificación de la fuente se utiliza para eliminar redundancias. En las técnicas de compresión con pérdidas, se eliminan las partes de la imagen que son irrelevantes a la percepción humana. Este es un procedimiento irreversible y produce pérdidas. Las técnicas de compresión de la norma JPEG se clasifican además de acuerdo a sus algorit-

mos fundamentales. Las técnicas se basan o en la transformada discreta del coseno (DCT) o en la modulación diferencial por codificación de impulsos (DPCM).

Compresión con pérdidas

Para asegurar la compatibilidad, a pesar del gran número de posibles técnicas, se especificó un sistema base (BS). El BS se comporta como compresión con pérdidas y utiliza el DCT como su algoritmo fundamental. Entre tanto se dispone de una versión secuencial del BS en un circuito integrado (IC) que será examinado con detalle mas adelante. En el BS, las imágenes originales pueden contener hasta cuatro componentes. Lo mas común, sin embargo, es que se use una representación consistente en una señal de brillo y dos señales de diferencia de color submuestreadas. La Figura 1 muestra el diagrama de blo-

ques de un codificador y de un decodificador JPEG. Para la codificación, las componentes de las imágenes se dividen en bloques de datos de 8 x 8 pixels. El DCT utilizado es similar a la transformación de Fourier y tiene propiedades de mapeo comparables. Al ser una transformación de bidimensional, el DCT se basa en funciones de frecuencias crecientes en las direcciones horizontal y vertical. El decodificador puede reconstruir los pixels originales con una transformación inversa apropiada. En la transformación no se producen pérdidas cuando se transmiten todos los coeficientes del decodificador. Para imágenes naturales en origen, los coeficientes de mayor magnitud se concentran en las frecuencias espaciales más bajas. La transmisión con compresión de pérdidas se puede restringir a estos coeficientes de frecuencias más bajas. Debido a la naturaleza del ojo humano, también se permite cuantificar los coeficientes de frecuencias altas mucho más groseramente que los de frecuencias bajas sin causar una perceptible degradación subjetiva de la calidad de la imagen. Este efecto se puede explotar aún más mediante señales de diferencia de color, ya que el ojo está menos preparado a diferenciar las estructuras de color que las de brillo. Por esta razón, el JPEG-BS usa una cuantificación de coeficientes DCT dependiente de la frecuencia y lineal, y que es más grosera a medida que aumenta dicha frecuencia. Debido a la cuantificación, muchos de los coeficientes resultan tener un valor cero. Si el bloque bidimensional se divide de acuerdo a una predefinida característica de zigzag en una secuencia de coeficientes con frecuencia creciente entonces, para imágenes naturales, tienen lugar largas secuencias de coeficientes de valor cero. Esto se puede explotar representando la secuencia como una pareja de longitudes de tramo (RL) que representan la longitud de una secuencia de coeficientes cero y el valor del primer coeficiente distinto de cero. Para estas parejas se utiliza codificación de longitud variable (VLC) de Huffman. Esta técnica produce una significativa reducción de datos en la media

estadística debida a las características de la fuente. El grado de compresión se puede determinar por cuantificación. La cuantificación grosera produce grandes factores de compresión por lo que se producen errores visibles de codificación. Esto permite hacer un balance entre la cantidad de datos generados y la calidad de la imagen obtenida. Adicionalmente, también se puede explotar el hecho de que, en originales grandes, el valor medio de bloques vecinos tiene más probabilidad de ser igual. Por esta razón, el valor medio (coeficiente DC) de un bloque se transmite como la desviación del bloque vecino a la izquierda. Para conseguir una adaptación óptima a las estadísticas del material fuente, el JPEG-BS permite incorporar tablas de cuantificación y tablas de Huffman en el flujo de datos comprimidos.

Compresión sin pérdidas

La norma JPEG también permite técnicas de codificación basadas en el principio DPCM, permitiendo de esta manera la transmisión sin pérdidas. Sin embargo, el grado de compresión, con un valor entre dos y tres, es pequeño con respecto al de las técnicas de compresión con pérdidas. La técnica progresiva jerárquica DCT también pertenece a la clase de técnicas de compresión sin pérdidas. En esta técnica, la imagen se transmite en primer lugar con baja resolución. En etapas sucesivas se transmite la diferencia entre la imagen ya transmitida y una imagen con el doble de resolución. Esta etapa se repite hasta que se alcanza una resolución completa. La ventaja de esta técnica es que el usuario tiene acceso a una imagen poco definida después de un corto periodo de tiempo. Esta es la mayor ventaja en aplicaciones de sistemas de archivos y bases de datos.

Retardos de transmisión para imágenes instantáneas

En Alcatel SEL se ha desarrollado un JPEG-BS secuencial en un procesador paralelo. Este sistema permite la trans-

misión de imágenes instantáneas con una resolución de acuerdo con la recomendación 601 del CCIR (resolución 720 x 576, trama de muestreo horizontal 4:2:2). En este sistema, los datos se transmiten vía un canal B de RDSI. La transmisión de una imagen de este tipo requiere de 6 a 8 segundos, que se corresponde con un factor de compresión de 12 a 18. La norma JPEG incluye diferentes técnicas para reducir el tiempo de aparición en pantalla de una imagen durante la decodificación. Los coeficientes computados del DCT se agrupan entre sí. Para toda la imagen, en primer lugar se transmite el grupo de coeficientes que contiene las frecuencias más bajas y después se transmite el de los coeficientes con las siguientes frecuencias más altas. Esto se repite hasta que todos los grupos se hayan transmitidos. El resultado en el extremo receptor es similar al de la técnica progresiva jerárquica. Usando coeficientes de baja frecuencia se produce inicialmente una imagen borrosa y posteriormente se mejora.

Extensión para la transmisión de imágenes en movimiento

Si se dispone de la suficiente anchura de banda para transmitir imágenes en reposo a una velocidad suficiente alta, el JPEG-BS también se puede usar para transmitir imágenes en movimiento. Los beneficios que se derivan incluyen el hecho de que un error de transmisión que afecta a una imagen se corrige en la siguiente, y que en el caso de almacenamiento de una secuencia de imágenes, se puede acceder a cada una de ellas. Puesto que la norma JPEG se optimizó para la compresión de imágenes únicas, no está suficientemente soportada la adaptación de la velocidad de transferencia de datos de salida del codificador variable a la de transferencia de datos de la red, que esta fijada. Por esta razón, el uso de la técnica JPEG para la transmisión de imágenes en movimiento no está actualmente normalizada. Un argumento importante para transmisión de imágenes en movimiento con JPEG es

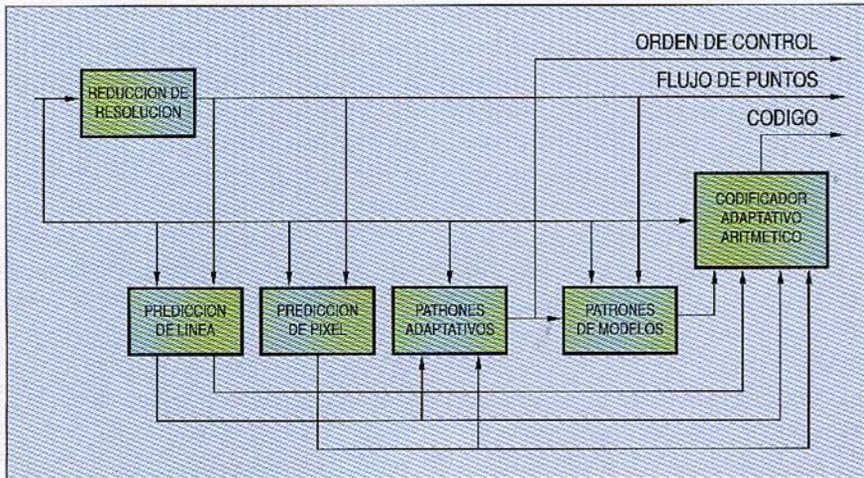


Figura 2 : Unidades funcionales de un codificador

que el codificador y decodificador presentan una complejidad relativamente baja. Sin embargo, esta técnica es menos adecuada para grados de compresión mayores o para velocidades por debajo de 2 Mbit/s, ya que no se explotaría la correlación entre imágenes sucesivas.

JBIG: Una técnica de compresión para imágenes bi-nivel

Esta técnica de compresión de imagen se desarrolló por el grupo de expertos de imagen bi-nivel (JBIG) del ISO/IEC y UIT-T. Está registrada como recomendación T.82 de UIT-T y también como norma 11544 del ISO/IEC. La norma JBIG es un nuevo desarrollo de las técnicas utilizadas para el servicio de fax como T.4 y T.6 del UIT-T. El requisito es, por consiguiente, una imagen que consta solamente de píxeles blancos y negros (imagen bi-nivel); la técnica de codificación es sin pérdidas. Las técnicas descritas en T.4 y T.6 fallan cuando se enfrentan a barridos de imágenes. En ciertos casos, la cantidad de datos puede incluso aumentar. Para estos casos, la fortaleza de la técnica de la norma JBIG está clara. Debido a su adaptabilidad, es mejor por un factor de 2 a 30; las imágenes que contienen textos y dibujos de líneas se comprimen más eficientemente con un factor de 1,1 a 1,5.

La Figura 2 muestra las unidades

funcionales de un codificador que se describe más adelante. Al igual que la norma JPEG, la JBIG también permite un progresivo montaje de la imagen en el cual la resolución local se aumenta por fases. La norma JBIG propone una técnica basada en tabla. Nueve píxeles del nivel de alta definición y tres píxeles procedentes del nivel de proceso determinan la sombra del píxel objetivo. El codificador aritmético, que forma el núcleo de esta técnica, pertenece a la familia de codificadores de entropía y, a diferencia de la técnica de longitud de tramo (RL) descrita en T.4/T.6, codifica cada píxel. Su técnica de codificación aprovecha el hecho de que la sombra de un píxel se puede predecir con excelente precisión en base a su contorno. En este codificador aritmético, se añaden palabras de código en un registro de longitud variable en vez de concatenarse. Las imágenes se pueden comprimir de manera que se requiera, de promedio, menos de un bit por píxel. El código es generado cuando el registro se llena o el contenido del registro se desvía en una cierta cantidad debido a una incorrecta predicción.

Las probabilidades se predicen usando un modelo estadístico, que está normalizado en formato tabular según la norma JBIC. Los parámetros de entrada para este modelo son diez píxeles que están a la izquierda y sobre el píxel a codificar (y que se dan a conocer al decodificador). En modo

progresivo, cuatro de los píxeles proceden de un nivel con una resolución de un grado inferior. Estos diez píxeles de muestra se desvían línea por línea a lo largo de la imagen como si fueran un patrón. Para cada combinación de diez bits, el modelo proporciona una estimación de la probabilidad de ocurrencia de una sombra específica en el píxel que está siendo codificado. Se utiliza realimentación para adaptar el modelo a la imagen durante el procedimiento de codificación. Cuando la transición se hace desde un grado de resolución al siguiente, hay algunos píxeles que fueron predichos exactamente usando el sistema de reducción. Estos píxeles no se codifican. En el algoritmo de reducción propuesto, esto afecta a aproximadamente al 7% de los píxeles. Muchos pares de líneas resultan de la duplicación de la línea que se no resuelve bien en la dirección horizontal y vertical. Para texto o dibujos de líneas, esto afecta aproximadamente al 95% de los píxeles. Tales líneas son simplemente marcadas en el flujo de código y no se codifican.

La Tabla 1 muestra la compresión alcanzable en comparación con la codificación de acuerdo con la recomendación T.6 del UIT-T (grupo 4, fax). JBIG se investigó con y sin modo progresivo. Las primeras ocho imágenes son conformes con los estándares utilizados en el desarrollo de T.3 y T.6.

Comunicaciones de video según H.320 del UIT-T

La recomendación H.320 del UIT-T define la estructura de los equipos codificadores de video para comunicaciones audio-visuales a velocidades de transmisión de hasta 1920 kbit/s. Son posibles varias técnicas de codificación para la velocidad de acceso básico RDSI con su velocidad de transferencia de datos de usuario de 2 x 64 kbit/s. Conviene anotar que cada dispositivo debe cumplir totalmente las condiciones para la codificación de audio descritas en la recomendación G.711 del UIT-T que asegura la compatibilidad. Se pueden utilizar opcional-

mente técnicas mas costosas y con mayor grado de compresión. La codificación de imágenes se hace siempre de acuerdo a la recomendación H.261 del UIT-T. Las siguientes combinaciones de velocidades de transferencia de datos de audio y video son las convencionales:

- 3,1 kHz de anchura de banda para audio a 56 kbit/s (G.711) y video a 68,8 kbit/s
- 7 kHz de anchura de banda para audio a 48 kbit/s (G.722) y video a 76,8 kbit/s
- 3,1 kHz de anchura de banda para audio a 16 kbit/s (G.728) y video a 108,8 kbit/s

La capacidad restante de los 2 x 64 kbit/s de velocidad de transferencia de datos se necesita para la trama de multiplexación usada de acuerdo con la recomendación H.221 del UIT-T. Esta trama incluye un protocolo de señalización entre terminales. El protocolo real se describe en la recomendación H.242 del UIT-T.

Compresión de video según H.261

La estructura de un equipo codificador de video como se especifica en la rec. H.261 de UIT-T se muestra en la Figura 2. El algoritmo utiliza el formato intermedio común (CIF) con una resolución de 352 x 288 pixels para la señal de brillo, o la cuarta parte de CIF (QCIF) con un cuarto de esta resolución (176 x 144). Las señales de dife-

rencia de color se submuestran con un factor de dos en cada dimensión. Con fines de codificación, la imagen se divide jerárquicamente en doce grupos de bloques (GOB). Cada GOB se compone de 33 macrogrupos (MB). Un MB consta de cuatro bloques, cada uno de 8 x 8 pixels, que juntos forman un bloque de 16 x 16, y en dos bloques asignados de diferencia de color, cada uno de 8 x 8 pixels. El bucle de codificación se computa secuencialmente para cada MB.

Por una parte, la codificación está basada en DPCM cronológico, que explota la correlación entre imágenes sucesivas. Por otra parte, la correlación dentro de la imagen se explota con un DCT como se hace en el JPEG-BS. Debido a que el sistema hace uso de ambos principios, se conoce como codificación híbrida DPCM/DCT. Al comienzo de la transmisión y para corrección de errores de transmisión, tiene lugar una transmisión codificada DCT absoluta (intra). Sin embargo, al contrario que en el estándar JPEG, el resto de los datos de la imagen generalmente no se transmiten de forma absoluta, sino (como muestra la *Figura 3*) que se hace con desviación de la predicción (inter).

El resultado del DCT se cuantifica linealmente. A diferencia del JPEG-BS, la cuantificación en el H.261 es independiente de la frecuencia y, sin embargo, es idéntica para el brillo y las señales de diferencia de color. Los valores de cuantificación de salida se convierten en una secuencia de una dimensión y se codifican conforme a

Huffman. Estos datos se incorporan en una trama multiplexada junto con los datos de la trama, los vectores de movimiento estimados y los datos de inter-codificación e intra-codificación. A la salida del multiplexor se produce una velocidad de transferencia de datos variable que es función del contenido de la imagen y puede adaptarse a la velocidad constante del canal de transmisión por medio de un buffer. El inicio del cuantificador se basa en lo lleno que esté el buffer. La cuantificación mas grosera disminuye la velocidad de transferencia de datos, mientras que la mas fina la aumenta. La cuantificación mas gruesa también produce, en general, una calidad de imagen mas baja. Finalmente, usando cuantificación inversa y DCT inversa, el codificador computa para su propia predicción la imagen que corresponde a la reconstrucción del decodificador. Durante la transmisión de la imagen surge un retardo debido a la acción condicional del buffer de los datos del flujo de salida. El mismo retardo se inserta en el canal de audio para sincronizar el sonido y el video. El codificador H.261 realiza estimación y compensación de movimientos para minimizar la diferencia entre los MB en imágenes sucesivas. Si el contenido de un MB se puede reconstruir por desviación de un bloque fuera de un área de ± 15 puntos entonces, y en el caso ideal, solamente necesita ser transmitido el vector de movimiento estimado. Con la estimación del movimiento, sin embargo, solamente se podrá encontrar mapeo puramente translacional. Si

Tabla 1 - Comparación de las técnicas de compresión

Descripción de imagen	tamaño en bytes			
	Original	T6 (fax 4)	JBIG	
			No progresiva	Progresiva
Diagrama de circuitos	513216	10803	8543	8931
Carta a máquina	513216	18103	14713	16769
Tabla de factura	513216	28706	21986	23708
Casa (barrido semi-ono)	84960	113574	11870	12619
Casa (barrido irregular)	84960	126612	62522	68605

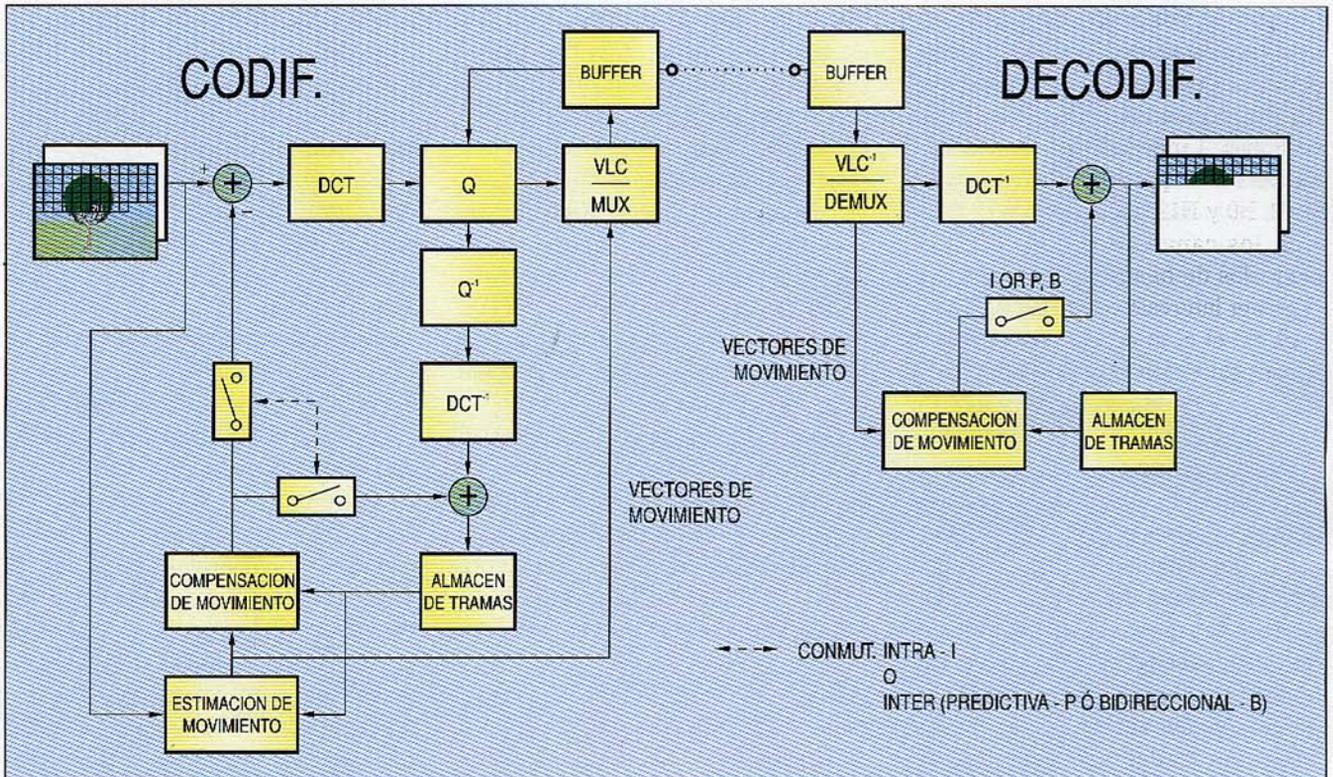


Figura 3 : Diagrama de un codificador híbrido DCT

la estimación del movimiento proporciona resultados incorrectos, no se producen errores en la imagen puesto que siempre se transmite adicionalmente la diferencia entre la predicción y los bloques de entrada. Si la reducción de la calidad de la imagen es aceptable, entonces también es posible realizarla sin necesidad de una estimación completa del movimiento.

A velocidades más bajas, el número de palabras de sincronización en la trama tiende a ser grande con respecto a la velocidad de transferencia de datos del usuario. Esta razón se puede mejorar utilizando una velocidad de refresco más baja, entre 8,3 Hz y 15 Hz. Adicionalmente, se puede obtener un balance entre la resolución cronológica y la local todavía mejor mediante la utilización de una velocidad de refresco variable que se inicializa en función del contenido de la imagen. Puesto que los efectos de la cuantificación pueden ser muy pronunciados a velocidades bajas, son posibles mejoras adicionales usando filtros adaptativos antes del codificador y después del decodificador.

Transmisión simultánea de video, voz y datos

Todas las aplicaciones de comunicaciones de video requieren transmisión de voz y video al mismo tiempo. En aplicaciones de multimedia, también es deseable el montaje dinámico de circuitos de datos. Además de estos canales de datos requeridos por el usuario, siempre es necesario un canal de datos para la protección entre los dos terminales. La recomendación H.221 del UIT-T describe una trama apropiada de multiplexación. En H.242 se define el protocolo para controlar los terminales. Además de proporcionar la función múltiplex, la trama H.221 también puede utilizarse para formar en su interior hasta seis canales diferentes del mismo tipo.

La Figura 4 proporciona dos ejemplos de la ocupación de la trama de 80 octetos de longitud para dos canales B. Cada canal B contiene una señal de alineamiento de trama (FAS). Utilizando esta, los límites del octeto se pueden localizar dentro del flujo de datos en serie. La compensación también se

puede obtener de la variación del retardo, relacionado con la red, entre canales de hasta 150 ms. Con esta finalidad, las tramas se equipan con un marcador de módulo 16. La señal de localización de bit (BAS) se utiliza para intercambiar las capacidades de los terminales y los comandos que les acompañan. Para aplicaciones de conferencia, el protocolo se complementa por órdenes definidas en la recomendación H.230 del UIT-T.

De acuerdo con la recomendación H.242, los terminales intercambian sus capacidades como parte del procedimiento del establecimiento de la llamada. Entonces, cada dispositivo puede seleccionar por sí mismo el modo de operación óptimo común basado en una tabla definida. Posteriormente, solamente las órdenes que pertenecen al modo de operación común pueden ser enviadas al extremo lejano. Esta técnica asegura que los futuros dispositivos serán capaces de comunicarse con los existentes. La trama H.221 soporta la asignación dinámica de estructuras de trama durante la conexión. Esto significa que es posible utili-

zar una parte de la velocidad de transferencia de datos de video para comunicaciones de datos y después reasignar esta anchura de banda para video. La Figura 4 muestra ejemplos de las tramas mas importantes para los canales B, H0 y H12. En los casos de H0 y H12, los canales se subdividen en intervalos de tiempo (TS). Solamente el primer intervalo contiene una FAS y BAS. En el caso de múltiples canales B, cada canal tiene una FAS y BAS.

Transmisión en redes ATM

El flujo de datos a la salida del multiplexor H.221 también se puede transmitir en las futuras redes ATM. Téngase en cuenta que en la redes ATM pueden producirse pérdidas de celdas. Las consecuencias de una pérdida de dichas celdas varían ampliamente dependiendo del lugar del flujo de datos en donde se producen. La Foto A muestra la interferencia resultante cuando se pierde una celda dentro del sexto GOB. Después de la pérdida de la celda, el flujo de datos VLC se interpreta de manera que todo el resto del GOB se corrompe. Esta interferencia puede permanecer durante varios segundos hasta que el bloque afectado se retransmite con intra-codificación. La interferencia es relativamente pronunciada, aunque si la pérdida se produce en otras posiciones puede causar significativamente menos daño o justamente el que permita que la imagen sea discernible. El efecto real de la interferencia es altamente dependiente de la estadística de error y de la tasa de errores en la red.

MPEG-1

En el grupo de trabajo 11 (grupo de expertos de imágenes en movimiento, MPEG) del ISO-IEC/JTC1/SC29 se vienen realizando actividades desde 1988 en una familia de estándares mundiales para codificación de imágenes en movimiento junto con señales de audio. Las siguientes observaciones se refieren a las técnicas de compresión

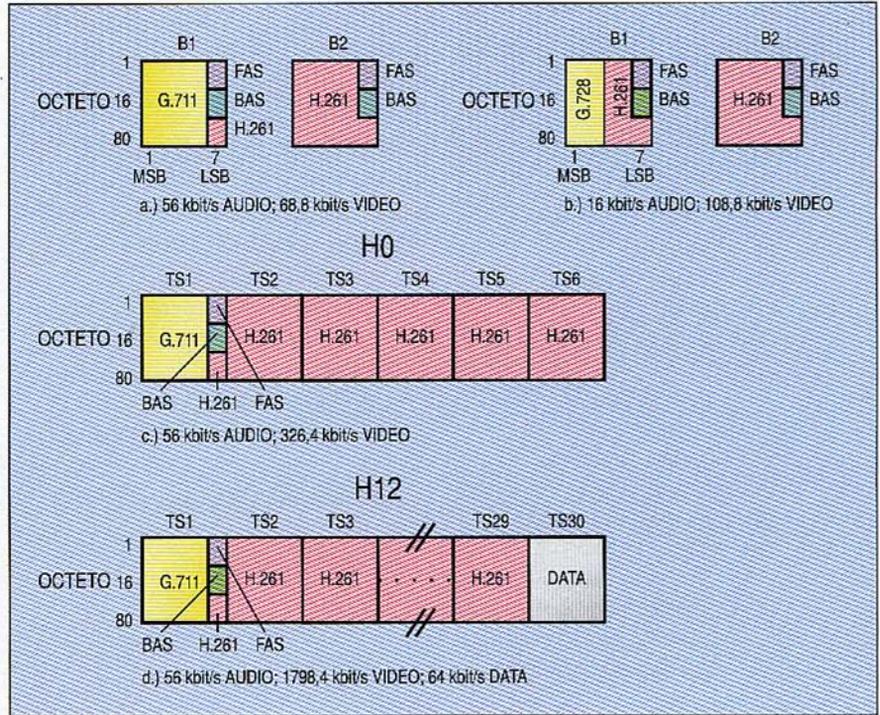


Figura 4 : Comparación de técnicas de predicción

de video. La norma MPEG-1 publicada en 1990 fue el resultado de la primera fase. A diferencia de anteriores normas, como la H.261 del UIT-T, MPEG-1 contiene solamente una descripción genérica de una técnica de codificación, que se puede adaptar utilizando, mas o menos libremente, parámetros

seleccionables en una amplia variedad de escenarios. La norma MPEG-1 no establece un número de parámetros fundamentales; por ejemplo, el número de pixels y de líneas se puede elegir en pasos específicos hasta un tamaño máximo de 4095 x 4095. Para la velocidad de refresco de trama se puede ele-

Foto A : Interferencia debido a la pérdida de una celda dentro del sexto GOB



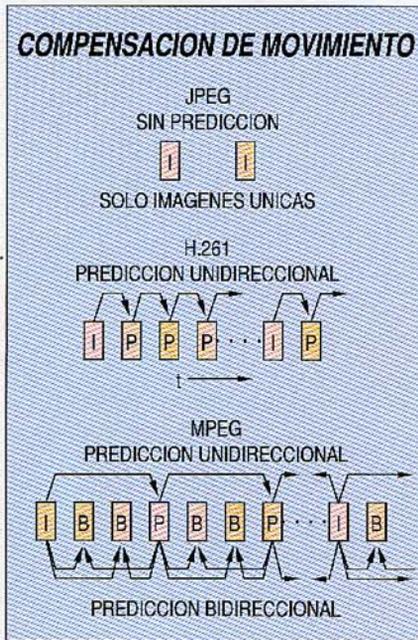


Figura 5 : Ejemplos de tramas H.221

gir valores entre 24 Hz y 60 Hz. Incluso la velocidad de transferencia de datos, que puede llegar hasta 104 Mbit/s, se ha dejado sin especificar.

A pesar de que el estándar MPEG no establece la técnica de codificación con precisión, si estipula la estructura y la interpretación del flujo de bits. La estructura del decodificador se predice dentro de un gran margen, mientras que el codificador se puede estructurar como se desee. Esta flexibilidad se restringe generalmente en la producción de circuitos o conjuntos de chips para facilitar soluciones económicas. La norma MPEG-1 tiene gran importancia en el almacenamiento en discos ópticos (p. ej., CD-ROM, MOD, WORM). Estos medios de almacena-

miento permiten una velocidad de transferencia de datos de aproximadamente 1,5 Mbit/s. Fuera de estos valores, se utiliza para señales de video 1,15 Mbit/s. Para conseguir esta velocidad de transferencia de datos, la siguiente selección de parámetros ha probado ventajas dentro de la técnica de codificación genérica MPEG-1:

- velocidad de transferencia de datos de video de 1,15 Mbit/s
- resolución de luminancia de 352 x 288
- resolución de crominancia de 176 x 144
- secuencia de muestreo de 4:2:0 (submuestreo de crominancia horizontal y vertical)
- frecuencia de refresco de 25 Hz.

La conversión a una señal de televisión normalizada como PAL/SECAM (625/50/2:1) ó NTSC (525/59,94/2:1) tiene lugar a la entrada o a la salida. La calidad de la imagen es comparable a la de los reproductores de video VHS. Al igual que la codificación H.261, la compresión de video real se basa en la técnica híbrida DPCM/DCT, vista en la Figura 3. Usando una nueva técnica de predicción se podrían conseguir mejoras adicionales en la calidad de la imagen. Además de imágenes codificadas ya utilizadas en H.261 - intra (tramas I) y predictiva (tramas P) - las imágenes intermedias se codifican ahora con predicción bidireccional (tramas B) de acuerdo con la Figura 5. La predicción dirigida hacia el comienzo es particularmente beneficiosa para el fondo de la imagen, que se hace más claro cuando los objetos se mueven, y para las nuevas partes que se añaden a la

misma. Puesto que, de esta manera, las tramas B se pueden codificar con una cantidad de datos relativamente pequeña, se mejora la eficiencia total del codificador, es decir, se produce una mayor calidad de la imagen para una velocidad de transferencia de datos dada y predefinida.

El uso de tramas B tiene, sin embargo, desventajas: por un lado, se requieren al menos dos memorias para almacenamiento de la imagen, en el codificador y en el decodificador, que permite acceder a pixels sucesivos cronológicamente; por otro lado, la predicción bidireccional produce un gran retardo de la señal debido a que la predicción dirigida hacia el comienzo es posible solamente mediante el almacenamiento y retardo de la imagen. De la codificación y decodificación normalmente resulta un retardo mayor de 600 ms, que produce interrupciones en comunicaciones bidireccionales. Sin embargo, este retardo no es significativo cuando la señales de video se almacenan y transmiten en aplicaciones que no sean de tiempo real.

Extensiones MPEG-2 a la técnica de compresión de video

A pesar de su gran flexibilidad, la técnica MPEG-1 no es muy adecuada para imágenes de televisión de alta resolución e interfaces de muestreo. En consecuencia, el trabajo se orienta ahora a desarrollos adicionales de esta norma como parte de una segunda fase del proceso de normalización del MPEG. La norma MPEG-2 estará completada para finales del 1994. Ya definida en gran medida, la codificación de video proporciona aún más flexibilidad que la norma MPEG-1. En esta norma, la computación del DCT siempre tiene lugar en un proceso de muestreo secuencial (progresivo). Esto no es un problema en la técnica de codificación MPEG-1 típica a 1.15 Mbit/s, como se ha presentado en la sección anterior, ya que una resolución de 352 x 288 y una velocidad de refresco de 25 Hz son los valores que se usan a esta veloci-

Tabla 2 : Niveles en el MPEG-2

Nivel	Resolución	Velocidad	Calidad comparable
HDTV	1920 x 1152 1440 x 1152	20-30 Mbit/s	Como EDTV, resolución mayor
EDTV	960 x 576 720 x 576	8-10 Mbit/s	Mejor que PAL
SDTV	720 x 576	4-5 Mbit/s	PAL
LDTV	352 x 288	1-2 Mbit/s	VHS

dad de transferencia de datos. Se puede omitir una imagen parcial en la señal de video; sin embargo, para resoluciones mayores, se deben combinar dos imágenes parciales en una imagen total, como se muestra en la *Figura 6*. En los extremos verticales que se mueven horizontalmente, este proceso de combinación produce los resultados que se muestran en la *Figura 6* y, como consecuencia, debido a las componentes de alta frecuencia de la señal, lo que se requiere es una mayor velocidad durante el proceso. En este caso, la computación del DCT en la imagen parcial es mas efectiva, produciéndose los resultados simples mostrados en la *Figura 6*. Por otro lado, el DCT en la imagen total está mejor en aquellas partes de la imagen que no se mueven, puesto que se puede explotar la mayor correlación existente en los pixels mas densamente empaquetados. La norma MPEG-2 permite el uso de un proceso que depende del contenido de la imagen y, por consiguiente, una mejora significativa de la eficiencia del codificador.

Clasificación de los decodificadores MPEG-2

Los perfiles se han definido para varias aplicaciones lo que reduce, de esta manera, la flexibilidad respecto a los requisitos específicos. También se proporciona un modo de bajo retardo de la señal con un valor de 150 ms a 200 ms, que es especialmente útil en comunicaciones bidireccionales. Hasta ahora, la discusión se centra alrededor de los siguientes perfiles:

- Perfil principal
- Perfil jerárquico
- Perfil profesional (CCIR, Next).

Dentro de estos perfiles hay otra división en varios niveles que predominantemente definen diferentes resoluciones. En particular, se limita la complejidad del decodificador: el único requisito para un decodificador es que debe ser capaz de decodificar todos los flujos de bits en su perfil a un cierto nivel. La compatibilidad entre los diferentes codificadores y decodificadores

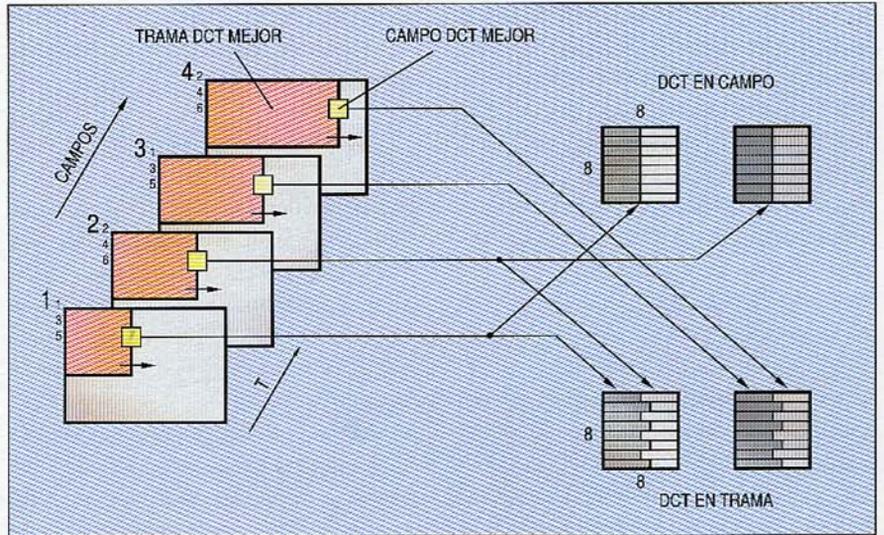


Figura 6 : Computación del DCT en la imagen total o parcial

se limita, de esta manera, al respectivo perfil. La *Tabla 2* resume los posibles niveles de calidad.

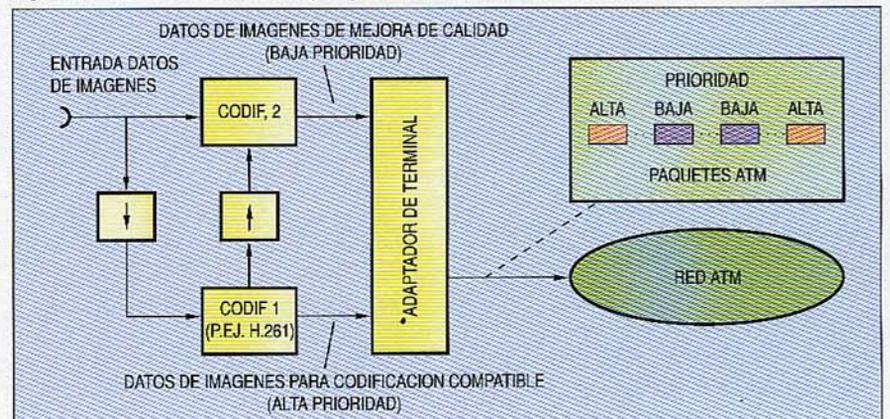
La capacidad escalable de codificación es de particular importancia. En tal sistema de codificación, las señales de video con diferentes resoluciones se pueden decodificar a partir de un flujo de bits codificado. De esta manera, los terminales de altas prestaciones pueden utilizar una técnica costosa de decodificación para producir video de alta calidad, en tanto que dispositivos menos costosos pueden ofrecer mas baja resolución. También es posible transmitir señales a alta velocidad en redes internas para producir imágenes de alta calidad. En la transmisión a través redes de área extendida (WAN), se puede extraer un flujo parcial de datos

sin decodificación previa, produciendo una calidad de la imagen reducida con costes de transmisión menores.

MPEG-2 para ATM

La flexibilidad de la norma MPEG-2 también permite técnicas de codificación que se adaptan especialmente a la transmisión ATM. A modo de ejemplo, la *Figura 7* ilustra la estructura de una técnica de codificación de imagen jerárquica. El codificador 1 podría ser un codificador H.261, que produce compatibilidad con otros dispositivos que cumplen esta norma. Debido a la gran sensibilidad a la pérdida de celdas de los flujos de datos H.261, la mejor solución es transmitir estas cel-

Figura 7 : Codificación de imagen jerárquica



das con alta prioridad (para tasas de pérdidas de celdas mas bajas). En este montaje, el codificador 2 genera solamente datos suplementarios que ayudan a mejorar la calidad de la imagen (p. ej., aumentar su resolución). Como resultado, una pérdida de celda tiene solamente unas consecuencias mínimas en este flujo de datos. Si no se requiere tal compatibilidad, la división en flujos de datos con alta y baja prioridad puede que no sea necesaria en una codificación MPEG. Debido a ciertas medidas precautorias que la norma proporciona para el manejo de errores, las consecuencias de las pérdidas de celdas son mucho menos importantes que en una codificación H.261. Algunos estudios han mostrado que se produce una calidad de imagen aceptable aún con tasas de pérdidas de celdas de 10^{-4} .

Conclusiones

En este artículo se muestra el enorme progreso que se ha hecho en el área de la compresión en los últimos años. Gracias a los esfuerzos de normalización, está asegurada la compatibilidad entre terminales, que es de particular importancia en el campo de la ingeniería de las comunicaciones. Los avances en microelectrónica hacen posible la implantación de complejos algoritmos de proceso de señal en uno o mas chips a un precio razonable, lo que facilitará la introducción a gran escala de estas técnicas en los próximos años.

Biografías

Thomas Hoffmann nació en 1958 en Neuwied. Estudió ingeniería de comunicaciones en la Fachhochschule Koblenz (Escuela Técnica de Coblenza) y obtuvo el título de Dipl.- Ing. en 1982. Entró en Alcatel SEL el mismo año, trabajando en el departamento de terminales avanzados del centro de investigación. Como jefe de gru-

po de desarrollo, está en la actualidad a cargo del diseño de sistemas de los terminales multimedia.

Detlef Müller nació en 1962 en Idstein. Estudió ingeniería de comunicaciones en la Technische Hochschule Darmstadt (Escuela Técnica de Darmstadt) y obtuvo el título de Dipl.-Ing en 1987. Ha trabajado desde 1988 en el departamento de codificación de video del centro de investigación de Alcatel SEL. En este trabajo, está involucrado en la implantación de algoritmos de compresión de video en procesadores de señal y en la integración de videofonía en el RDSI. Ha sido jefe del grupo de desarrollo de videofonía desde 1992.

Carsten Vogt nació en 1960 en Rendsburg. Después de obtener el grado de ingeniero eléctrico en la especialidad de ingeniería de comunicaciones en la Technische Universität Braunschweig (Universidad Técnica de Braunschweig), trabajó desde 1986 a 1991 en el Institut für Nachrichtentechnik (Instituto de Ingeniería de Comunicaciones) de esa Universidad en varios proyectos de desarrollo relativos a nuevos sistemas de televisión, los cuales han conducido a un doctorado en 1992. El Dr. Vogt entró en el centro de investigación de Alcatel SEL en Julio de 1991, donde es jefe de grupo de proyectos en el área de proceso de señal de video

Gestión de red en sistemas privados de comunicaciones

W. Sussman

Alcatel Business Systems, Colombes, Francia

Introducción

La integración de voz, datos, textos e imágenes es el reto de la conectividad en los 90. Las empresas, buscando el mantener su competitividad en el mercado multinacional, aumentan su demanda de redes de comunicaciones de empresas de diferentes distribuidores, redes que sobrepasen las fronteras nacionales y que proporcionen una total integración de facilidades.

La arquitectura de red privada propuesta a nuestros clientes debe de proporcionar una solución de conectividad global. Ello incluye la capacidad de supervisar, controlar y mantener la red de telecomunicaciones. Además, la solución de gestión de red debe de ser compatible con los otros sistemas de gestión de red existentes en el entorno del cliente.

Este artículo detalla la solución de gestión de red de Alcatel Business Systems. Describe el centro de gestión de red Alcatel 4750 y como se emplea para cumplir los muy diferentes requisitos de los usuarios que se encuentran en la gestión de sistemas privados de comunicaciones.

Requisitos básicos

La tarea fundamental de la gestión de red es obtener información de administración importante a través de la red, en el momento apropiado y fácil de manejar.

Las redes de hoy son cada vez más complejas al mezclar centralitas (PBX), equipos de proceso de datos y facilidades de redes públicas. Los usuarios de las redes demandan herramientas adecuadas que reduzcan la complejidad de la gestión de sus redes. Un objetivo de estas herramientas es identificar y controlar los costes de funcionamiento de

las redes de empresa. Los gestores de estas redes tienen que identificar las oportunidades para mejorar el rendimiento de la red, y cuantificar claramente sus beneficios.

Las herramientas ofrecidas al usuario de la red deben de proporcionar visualizaciones amigables basadas en servicios de presentación al estado del arte. Ello implica el empleo de menús desplegables, servicios sensibles al contexto, gráficos, representaciones de iconos, multi-ventana, etc..

La flexibilidad es un elemento clave para cumplir las necesidades de los clientes corporativos: una arquitectura de gestión de red no debe forzar un modelo de organización de empresa. Se debe disponer de arquitecturas de gestión centralizadas, jerárquicas o distribuidas. La plataforma de gestión de red debe de ser configurable en hardware y software para dar soluciones económicas y a la medida para cualquier tamaño de red.

Finalmente, la solución de gestión de red debe de ser abierta, tanto para comunicaciones multidistribuidor como para la particularización con terceros. Esta accesibilidad, junto al empleo de interfaces normalizados, asegura una inversión de gestión de red segura y a largo plazo.

Estrategia de conectividad

La estrategia de conectividad de Alcatel Business Systems se basa en tres principios:

- el empleo de las normas existentes para proporcionar servicios multidistribuidor
- la participación activa en los organismos normalizadores y grupos industriales para acelerar la introducción de nuevas normas

- el empleo del protocolo Alcatel Business Communications, basado en normas que proporcionan servicios multidistribuidor, a la vez que ofrece a los clientes de hoy una interconexión total en un entorno Alcatel.

El protocolo ABC (Alcatel Business Communications) define una arquitectura de red que proporciona servicios suplementarios, y sofisticados mecanismos de encaminamiento y facilidades de gestión de red. ABC emplea las normas QSIG de ECMA/ETSI como base para la interconexión de centralitas. En un entorno multidistribuidor, la centralita Alcatel soporta tanto servicios QSIG como IPNS (especificación de interconexión RDSI de centralitas). Fue creado, conjuntamente un foro IPNS para promover la pronta disponibilidad de estas normas.

ABC emplea las normas OSI como base para el intercambio de información de gestión dentro de la red privada. En un entorno multidistribuidor se ofrece el nivel de servicios del Foro de NM.

Arquitectura de red ABC

La *Figura 1* muestra la arquitectura de red ABC. La red global se compone de una serie de redes locales ABC, interconexionadas por una red de interconexión de nodos de entrada. Cada red local ABC proporciona un alto nivel de gestión y de servicios suplementarios. Entre nodos los servicios son homogéneos, y cada red local puede tener hasta cincuenta nodos. Las redes locales tienen las siguientes características:

- mecanismo de encaminamiento adaptativo distribuido ABC que permite la optimización del encaminamiento entre nodos, tanto dentro de

- las redes locales como entre ellas
- gestión centralizada de cada red local desde cualquier punto de la red global
- sofisticados servicios portadores de datos
- optimización de la utilización de la anchura de banda.

La estructura de gestión de red se corresponde con los elementos funcionales de la arquitectura ABC, dando como resultado la definición de tres niveles de gestión:

- centralita, nivel 1
- red local, nivel 2
- red global, nivel 3.

Cada nivel contiene las necesarias funciones de gestión de red y MAO (mantenimiento, administración y operación). Las funciones MAO incluyen configuración de red (parametrización), detección y aislamiento de fallos, mecanismos internos de seguridad, mecanismos que proporcionan la coherencia de datos y la

actualización de las tablas de encaminamiento, y mecanismos para centralizar fallos, alarmas, tráfico, facturación, topología y cualquier otra información de la red que se necesite en el siguiente nivel de gestión de red. Las funciones de gestión de red, que incluyen funciones MAO, proporcionan servicios de valor añadido como contabilidad, gestión de dominios, análisis de tráfico y dimensionado de la red.

La centralita maestra proporciona la centralización de funciones en toda la red. Se comunica con el centro de gestión de red (NMC) Alcatel 4750, que es una plataforma independiente de gestión de red que proporciona aplicaciones al estado del arte a los usuarios de la red.

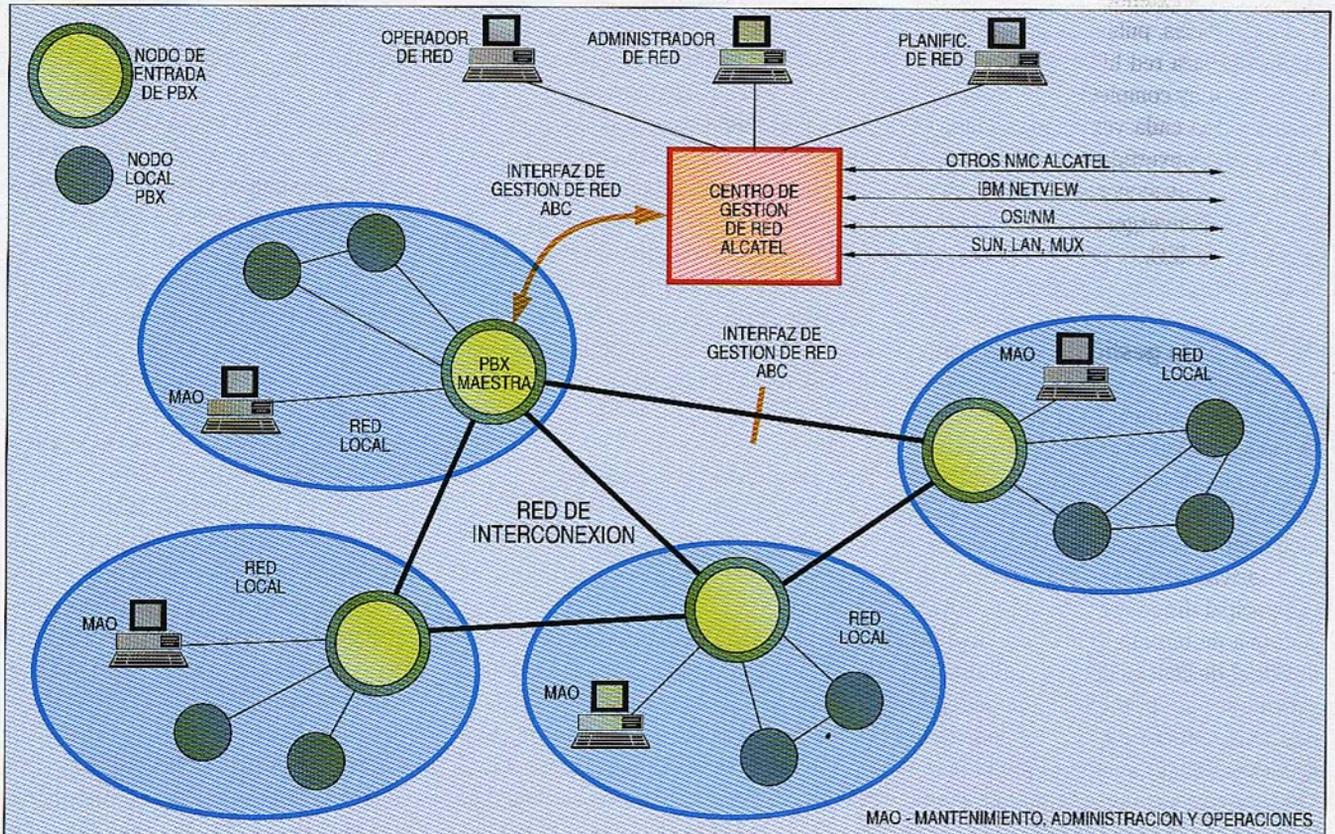
Normalización de la gestión de red

La red de empresa es inherentemente heterogénea. Para proporcionar servicios integrados a través de la red se necesita

un conjunto común de procedimientos, mensajes y definiciones. Una de las principales tareas de la normalización de la gestión de red es definir lo que es común en la red y como transportar la información entre los nodos de la red.

El principal organismo de normalización en la gestión de red es el comité técnico conjunto ISO/IEC. El objetivo del ISO/IEC es la provisión una gestión de red integrada en un entorno multidistribuidor. Ha realizado el documento OSI Systems Management Framework, el cual define la gestión de sistemas OSI. El modelo muestra la interacción entre sistemas gestores y gestionados, que contienen respectivamente los procesos gestores y los procesos agentes (Figura 2). El proceso agente es el responsable de actuar en respuesta a las peticiones hechas por el proceso gestor. De aquí que sea el proceso agente el que actúa sobre los objetos gestionados. Los objetos gestionados son entes como centralitas, abonados y enlaces. El protocolo de nivel 7 para la transferencia

Figura 1 - Arquitectura de red del Alcatel Business Communications (ABC)



de información entre procesos se llama CMIP (protocolo de información de gestión común). El CMIP emplea el CMISE (elemento de servicio de información de gestión común), el cual define las acciones/respuestas reales que se pueden realizar sobre los objetos. Los propios objetos se definen en el SMI (estructura de información de gestión) para cada categoría de servicios. Estos servicios - contabilidad, prestaciones, seguridad, configuración y faltas - se definen en las SMFA (áreas de función de gestión específica).

Las normas ISO son el núcleo de todas las normas de gestión. El UIT-T (antes CCITT) ha construido su red de gestión de telecomunicaciones sobre conceptos OSI. El UIT-T define servicios, entorno, objetos y protocolos a usar en el dominio de las telecomunicaciones públicas.

El NMF (Network Management Forum) es un grupo internacional de usuarios dedicado a acelerar e implantar las normas de gestión de red. Formalmente conocido como Foro de NM OSI, incluye también sistemas no basados en OSI. El foro ha realizado un trabajo considerable para extender el modelo de red a redes privadas, públicas e híbridas. Ha producido para red híbrida definiciones de objetos muy completas. Desde la creación del foro cada vez más borradores ISO se han convertido en normas internacionales. Consecuentemente, las normas UIT-T convergerán eventualmente en las normas ISO.

Protocolos de gestión de red ABC

El Alcatel Business Communications Management Reference Model emplea el marco OSI. Se han empleado documentos del NMF debido a que el foro ha definido muchos objetos usados por proveedores privados de telecomunicaciones. La principal diferencia entre OSI y ABC es la pila de protocolos. Los protocolos de nivel 7 de OSI (CMIP/CMISE) se realizan en pilas de protocolos más apropiadas para centralitas. Incluyen X.25, Q.931 y V.35.

Los servicios de gestión de red OSI se han mejorado en ABC, ya que el Foro

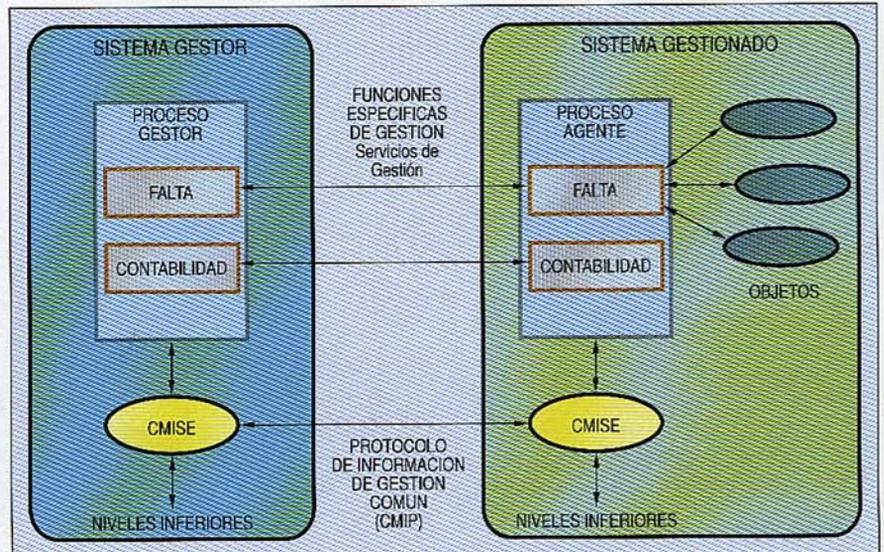


Figura 2 - Modelo de referencia de gestión de sistema OSI

de NM trabaja principalmente en la gestión de configuración y de faltas. Como tal, la definición de objetos en ABC incluye objetos que necesitan ser gestionados por las otras categorías funcionales.

Por naturaleza, el modelo OSI es recursivo, ya que un nodo puede contener tanto procesos gestores como agentes. El modelo de gestión de red ABC es también recursivo por naturaleza. Cada centralita puede ser o gestor o agente en diferentes momentos para distintas funciones. El NMC es el gestor de las funciones de gestión ABC y también puede ser agente un agente dentro de la esfera de gestión OSI.

La solución completa de arquitectura de gestión se basa en compartir un modelo de información común. El modelo de información es la descripción de los objetos a gestionar y las relaciones entre ellos. Cada red local ABC soporta parte o todo el modelo de información. Por ello es posible realizar una implantación OSI paso a paso en todas las centralitas Alcatel de una red.

La plataforma de gestión de red

La plataforma de gestión de red se basa en el Alcatel 4750 Network Management Centre. Proporciona servicios de gestión totalmente integrados, desde un único punto de gestión, para toda la gama de

productos de centralitas Alcatel. Integra tanto gestión de LAN como gestión de aplicaciones de centralitas que pueden estar en otro equipo, como las aplicaciones de procesamiento de voz sobre un PC. Integra gestión de productos de redes de interconexión de centralitas (p. ej., multiplexores). Se comunica con otras plataformas de gestión de red provenientes de suministradores de procesamiento de datos (IBM, DEC, SUN, HP, etc.) y es el interfaz con otros sistemas de gestión basados en OSI. El NMC ofrece la pila de protocolo UIT-T para el TMN, por lo que es capaz de comunicarse con facilidades de redes públicas.

La plataforma ofrece servicios a tres categorías generales de usuario de red: operadores, administradores y planificadores. Se pueden usar una o más consolas para soportar las tres categorías de usuarios.

El operador de la red es responsable de la gestión diaria de la red que incluye funciones de ayuda para los usuarios finales. Básicamente, la gestión diaria es mantener la red en servicio. Ello incluye acciones de recuperación frente a fallos importantes, informar los problemas a los administradores y ejecutar operaciones de definición de usuarios y sus accesos a los servicios.

El administrador de la red es responsable de implantar las políticas de red. Ello incluye comprar el equipo recomen-

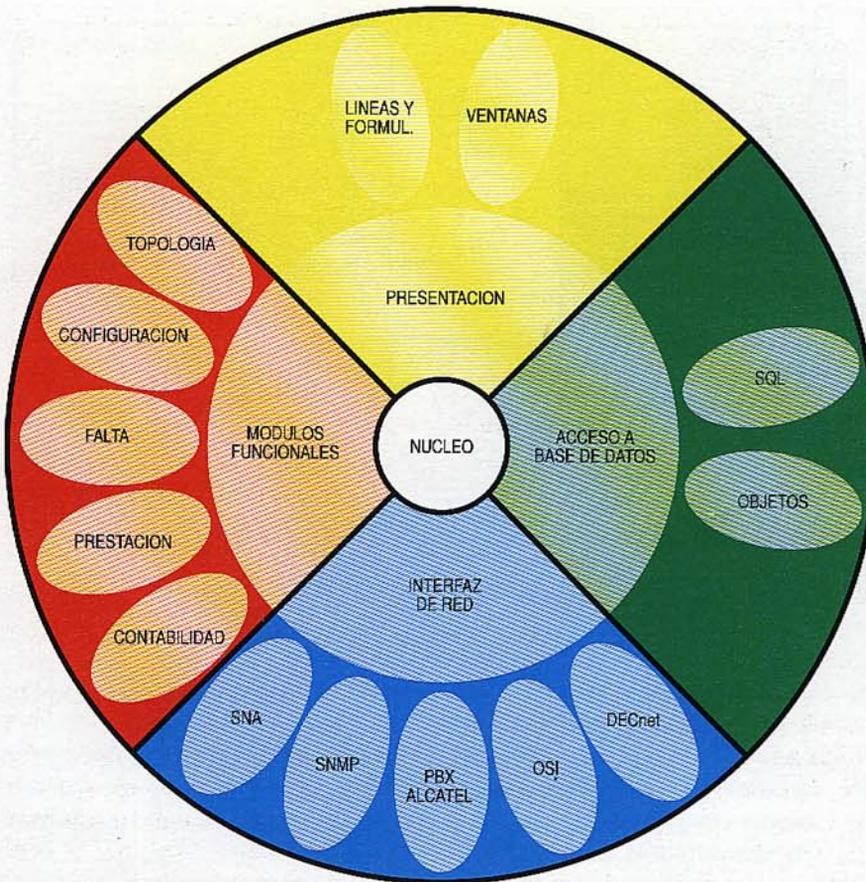


Figura 3 - Estructura de sistemas de la plataforma NMC

disponibles para los diferentes módulos en tiempo de ejecución. Ello hace posible desarrollar módulos generales y genéricos (controlados por datos). Los módulos se pueden hacer independientes de los modelos de información, ya que se pueden acceder en tiempo real desde la base de datos. Las ventajas de esta solución incluye:

- el soporte de nuevos elementos de red simplemente mejorando la base de datos de definición de objetos
- el soporte de nuevos módulos de presentación sin cambiar los módulos funcionales o los módulos de interfaz de red
- añadir nuevas funciones de gestión de red sin cambiar los módulos de interfaz de red
- el soporte de nuevos módulos de interfaz de red sin necesidad de cambiar los módulos de presentación y funcionales.

Esta estructura abierta de sistemas de la plataforma es en otras palabras un aspecto clave para adecuarse a las futuras normas y productos de red, economizando y asegurando las inversiones actuales de los clientes.

dado, coordinar las actividades y recursos de la instalación, instalar el equipo y ponerlo en marcha. Las tareas incluyen asegurar la seguridad interna del NMC, y planificar los programas de análisis de tráfico y tarificación.

El planificador de la red es responsable de la planificación de la red a largo plazo. Estudia, identifica y determina las orientaciones estratégicas de la red basándose en las necesidades de los usuarios y en las posibilidades tecnológicas. El planificador suele usar informes y herramientas de análisis de la red para determinar futuros cambios y ampliaciones de la red.

Estructura de sistemas de la plataforma

La estructura de sistemas es altamente modular y flexible (Figura 3). El NMC consta de módulos que cubren la presentación, las funciones de gestión de red, el

acceso a la red y la base de datos, con interfaces internos bien definidos independientes del elemento de red. El núcleo es el interfaz entre todos los módulos y proporciona los medios de comunicación entre los diferentes módulos. La comunicación se puede extender por más de una máquina física empleando llamadas a procedimientos remotos (RPC), que permiten el procesamiento distribuido.

La solución modular hace posible seleccionar interfaces de usuario, bases de datos, funciones y conectividad de red según las necesidades del cliente y los objetivos económicos.

El sistema también contiene las nociones de objetos y definiciones de objetos, que son precisas descripciones de los elementos a gestionar, incluyendo parámetros, órdenes, repuestas, eventos, nombres y relación con los otros objetos.

Las definiciones de los objetos se almacenan en la base de datos y están

Tecnología

El Alcatel 4750 usa los últimos avances informáticos, tanto hardware como software. Ello incluye la utilización de modernas estaciones de trabajo con tecnología cliente-servidor, interfaces gráficos de usuario (X.11/Motif), base de datos relacional y sistema UNIX.

Un aspecto tecnológico clave es el empleo de componentes de tecnología estándar y de facto, lo que le hace posible ser independiente de los suministradores de hardware y de software y la portabilidad de las aplicaciones. El soporte de tecnología estándar incluye usar las recomendaciones de portabilidad X/Open y servicios de sistema operativo compatibles con Posix de IEEE. La tecnología de facto incluye el empleo de bloques funcionales del Open Software Foundation (OSF) como el interfaz de usuario OSF Motif, el DCE OSF para procesamiento distribuido y el DME OSF para gestión distribuida.

Servicios

Mapas topológicos

Los mapas topológicos permiten la visualización de la red, y se emplean como escritorio del gestor de red. Con dichos mapas, el usuario puede realizar directamente las diferentes tareas de gestión de red. Se simplifica la visión de la red y se puede organizar jerárquicamente según los requerimientos del usuario (p. ej., vistas de organización, geográficas o funcionales). Los mapas se pueden superponer, pudiéndose así mostrar el mismo elemento de red en diferentes mapas.

El usuario puede "navegar" por los mapas y hacer zoom para visualizar el nivel de detalle deseado. Los elementos de la red se representan con símbolos gráficos (también llamados iconos). Estos pueden ser líneas, cuadrados, círculos, o símbolos con formas parecidas a la forma física del elemento de red (Foto A).

Para los diferentes elementos de red se usa un conjunto normalizado de órdenes, lo que asegura una apariencia coherente y, además, simplifica la gestión de redes heterogéneas. Se dispone de las órdenes mediante menús en el mapa topológico. Estos menús son sensibles al contexto, por lo que sólo se visualizan las órdenes pertenecientes al tipo de elemento de red seleccionado.

Los avisos (alarmas y eventos) también se pueden recibir a través de los mapas. Cuando hay un aviso, el símbolo que representa al elemento de red, o a una subred que contiene al elemento de red, cambia de color. Se usan diferentes colores para indicar diferentes niveles de aviso.

También se pueden supervisar los elementos de red en los mapas topológicos mediante informes tabulares o gráficos en tiempo real. Seleccionando el símbolo que representa al elemento de red indicado, se pueden investigar los parámetros de prestaciones y estado.

Los mapas topológicos son totalmente personalizables. El cliente decide como organizar la jerarquía de mapas, y en que mapas incluir los diferentes elementos de red. Se dispone de una herra-

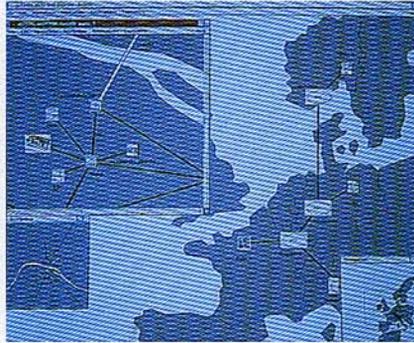


Foto A - Ejemplo de un mapa topológico

mienta para la edición y definición de mapas. El color y fondo de los mapas se puede personalizar al igual que los iconos y colores asociados a los avisos.

Además de con el interfaz gráfico de usuario (GUI) descrito, la tarea de gestión de red también se puede realizar usando pantallas compatibles VT100. El interfaz se basa en líneas de órdenes y formularios, y en caracteres.

Gestión de configuración

Los mapas topológicos se pueden generar automáticamente usando la función automática de topología NMC. Los mapas pueden contener elementos de red tales como entidades SNMP y centralitas Alcatel. Con esta función se puede realizar automáticamente:

- la detección de elementos de red
- la creación de mapas
- la colocación de los elementos de red en los mapas
- el diseño de las interconexiones.

La función automática de topología simplifica la tarea de configurar los mapas topológicos, sirviendo también como herramienta de visualización de la configuración de red real.

Además, se proporciona un directorio técnico para la administración de abonados de las centralitas y de ampliaciones. Este directorio incluye herramientas para:

- gestión de numeración (libre ó en uso, usado por quien, cuando, etc.)
- situación física
- información sobre cableado
- información de organización

- información personal (nombre, dirección postal y electrónica, centro de tarificación, etc.)
- facilidades de clasificación.

Finalmente, también se proporciona acceso centralizado para configurar los elementos de red individuales. Seleccionando el icono que representa al elemento de red, el usuario puede configurar directamente el elemento de red mediante órdenes como crear, eliminar, disponer, mostrar y verificar, o realizar un login remoto, lo que le hace actuar como si estuviese conectado localmente.

Gestión de faltas

La gestión de faltas es un aspecto clave de la gestión de red. El Alcatel 4750 incorpora un conjunto de herramientas que simplifica la tarea de tratamiento de fallos.

Las condiciones que requieren aviso se pueden detectar por los elementos de la red o por el propio Alcatel 4750 mediante alarmas definibles por el usuario. La mayoría de los elementos de red incluyen filtros de notificación flexibles. Esto posibilita que cualquier usuario pueda personalizar cualquier aviso a enviar a la plataforma de gestión.

Cuando se reciben los avisos en Alcatel 4750, unos filtros especifican si se registra o no el aviso recibido, o si se avisa o no al usuario a través de pantallas. Los avisos recibidos en los mapas topológicos cambian el color de los iconos según el nivel de severidad recibido. Se soportan todos los niveles de severidad OSI (importante, menor, en orden, indeterminado, crítico, aviso).

El usuario puede visualizar una lista de todos los avisos pendientes mediante resúmenes. Seleccionando cualquiera de los avisos recibidos, el usuario puede visualizar información detallada en el formato definido OSI (severidad percibida, causa probable, etc.).

Se dispone de funciones de ayuda que asisten al usuario en el diagnóstico de la causa de una notificación de falta. Esta ayuda consiste en información predefinida que sugiere las causas del aviso recibido. Además el usuario puede añadir su propia experiencia a esta función.

Si el aviso necesita de una acción posterior, el usuario puede generar una nota de problemas mediante la función de ordenar trabajos.

Para mejorar la flexibilidad del sistema, el usuario puede definir condiciones de alarma basadas en consultas (realizadas automáticamente por el Alcatel 4750) o en la recepción de eventos.

Ordenes de trabajos

La función de ordenar trabajos se ha diseñado para optimizar el empleo del personal técnico y para simplificar la administración de las distintas tareas de gestión de red a realizar, que incluyen notificación de problemas, cambios de configuración, etc.

Cuando se tiene que realizar una tarea, el gestor la define mediante hojas de trabajo electrónicas rellenas. Se puede incluir información que cubra aspectos tales como el tipo de trabajo, el operador que realizará el trabajo, la fecha de finalización y la descripción del trabajo.

Esta descripción del trabajo puede ser leída por los operadores responsables mediante el correo electrónico o por el propio programa de ordenar trabajos. Cuando se ha realizado el trabajo se puede incluir una descripción de como se ha realizado, que problemas ha habido, gastos, etc.. Esto permite al gestor de red conocer el estado de los trabajos, incluso hacer informes de trabajos concluidos, trabajos que no alcanzan las fechas límites, etc..

Se dispone también de herramientas de informes para realizar análisis estadísticos de los trabajos realizados. Estas herramientas permiten informar sobre la duración máxima, mínima y media, y el número de trabajos, e incorporan facilidades de clasificación.

Gestión de prestaciones

Se puede contemplar la gestión de prestaciones como una supervisión en tiempo real y un análisis de resultados que se realiza en el tiempo pasado (semanalmente, mensualmente, etc.).

La supervisión en tiempo real de los parámetros de prestaciones está integra-

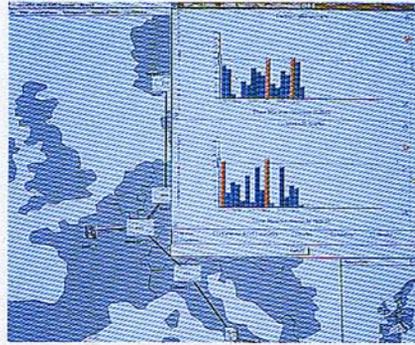


Foto B - Supervisión de prestaciones en tiempo real

da en los mapas topológicos. Seleccionando el elemento de red, el usuario puede realizar informes presentados en forma tabular o gráfica. En los gráficos, el usuario puede definir umbrales para los cambios de color. Si cualquier valor recibido desde la red supera el umbral, el gráfico cambia de color (Foto B).

Además, la prestación se puede supervisar en tiempo real activando alarmas definidas por el usuario. Si hay una condición de alarma (el parámetro de prestación supera un cierto umbral), el símbolo del elemento de red cambiará de color.

Durante los períodos de bajo tráfico, los datos de análisis de prestaciones se recogen desde los elementos de red. La información recibida se almacena en una base de datos relacional. Definiciones de informes definidos por el usuario o predefinidos controlan el intercambio de informes.

Se dispone de facilidades de informes para el análisis de las prestaciones. En el sistema hay informes predefinidos listos para usar que cubren el análisis de aspectos como operadores (tiempos de espera, utilización, tráfico, etc.), grupos de enlaces y enlaces entre centralitas (utilización, probabilidades de bloqueo, tráfico, etc.), servicios (utilización), equipo interno como los detectores de tonos (utilización, probabilidad de bloqueo, etc.).

Los informes se pueden presentar en forma tabular y gráfica. Los datos e informes se pueden archivar si es necesario. Incluidos en el paquete hay mecanismos de planificación que permiten la recogida automática de datos, el manejo de informes, la impresión y el archivado.

Contabilidad

El paquete de contabilidad proporciona los medios para la asignación de costes del empleo de la red. Se incluyen otras herramientas para análisis de costes; estas herramientas son importantes ya que permiten minimizar los costes de la red. Los conceptos básicos que hay detrás de la contabilidad son similares a los del análisis de prestaciones. En el paquete hay informes predefinidos listos para usar que cubren aspectos de contabilidad tales como:

- llamadas internas y externas
- X.25
- servicios RDSI
- líneas alquiladas
- enlaces prioritarios
- informes resumidos y detallados (abonados, centros de tarificación, compañías, departamentos)
- llamadas que superan umbrales de tiempo y coste
- llamadas de negocios y personales
- empleo de servicios RDSI
- tipo de llamada (internacional, urbana, etc.).

Basándose en los informes generados, el usuario puede realizar otros informes con aquellos como datos. Esta útil facilidad se puede emplear para la reducción de datos o la generación de informes de nivel más alto.

Se dispone del archivado de datos e informes y es posible su exportación a otros sistemas (ordenador central, hoja de cálculo, fichero, etc.). Incluidos en el paquete hay mecanismos de planificación que permiten la recogida automática de datos, la generación de informes, la impresión y el archivado.

Seguridad

El Alcatel 4750 dispone de un conjunto de servicios de seguridad, que incluyen la autenticación del usuario (órdenes sensibles y de login), privilegios y control de acceso, protección de ficheros y auditoría de seguridad. Estos servicios hacen posible limitar y controlar el acceso al propio Alcatel 4750, al software de gestión de red en el NMC, a la creación y eliminación de elementos de red, a los dominios de gestión, y a las órdenes.

Servicios específicos de gestión de LAN

El Alcatel 4750 se comunica con todas las LAN basadas en TCP/IP que soporten SNMP (Simple Network Management Protocol) especificado en Internet Advisory Board. Ello incluye el soporte completo del MIB11 (Management Information Base) además del soporte para el registro en el sitio de MIB de distribuidores específicos.

La función de gestión de LAN está totalmente integrada en la arquitectura de la plataforma. Ofrece a los objetos de LAN servicios de gestión de configuración, topológico, de notificación y de faltas. Aplicaciones específicas de LAN incluyen el diagnóstico de faltas y el análisis de prestaciones para TCP/IP.

Conclusiones

El reto de las comunicaciones de empresas es ofrecer una amplia gama de servicios de voz, datos y vídeo a los usuarios corporativos. Los protocolos Alcatel Business Communications proporcionan a los gestores corporativos una potente base de conectividad. La red ABC y su plataforma de gestión, sólidamente basada en las normas existentes, son capaces de estar un paso por delante al ofrecer el mayor nivel de servicios y de aplicación de gestión de red disponibles hoy en día en el mercado.

La gestión de red ABC, basada en OSI, proporciona las necesarias herramientas para supervisar y controlar redes privadas, y lleva a soluciones eficaces, abiertas y económicas para el usuario de redes de empresa.

Referencias

1. W. Sussman, A. Tjemsland: The Alcatel 4750 Network Management Center: Commutation & Transmission, nº 4, 1992.
2. OSI Reference Model Part 4: Management Framework (IS 7498-4).
3. OSI / Network Management Forum Architecture, Nº 1, Enero 1990.

Biografía

Wendy Sussman se graduó en la Rutgers University, New Jersey, EE.UU. y en la Universidad de M&P Curie de París, Francia. Trabajó durante tres años en los laboratorios de AT&T Bell antes de ingresar en Thomson CSF Telephone en 1981. Durante diez años trabajó en diferentes proyectos de administración y conectividad de centrales públicas y privadas. Desde 1991 es jefa de programas de gestión de red y últimamente se ha hecho cargo de la estrategia de productos de servicios de red del BSG (Business System Group).

Notas de investigación

Breve repaso a algunos de los logros obtenidos en los laboratorios de investigación de Alcatel en todo el mundo

IDEAL, banco de pruebas para aplicaciones de gestión de red cooperativa

El desarrollo de redes grandes y complejas con múltiples servicios, distribuidores y clientes resalta el problema de como se pueden tener decisiones coherentes y globales con centros de gestión locales y autónomos. Por múltiples razones relativas a políticas financieras, de seguridad o gubernamentales, puede suceder que se necesiten sistemas de gestión múltiple para gestionar redes heterogéneas (p. ej., públicas, alquiladas, privadas, tácticas), en cuyo caso tienen que cooperar al menos en los bordes.

El proyecto IDEAL es una mesa de prueba multiagente desarrollada para investigar soluciones de gestión de red cooperativa. Los sistemas multiagente proporcionan técnicas para resolver una gran parte de los problemas que se derivan de los aspectos de coordinación, cooperación y distribución al tiempo que gestionan grandes redes de telecomunicaciones. En particular, son apropiados para tratar tareas de alto nivel como reparación y diagnóstico basadas en el conocimiento. Son el complemento de las técnicas de proceso distribuido que son apropiadas en las tareas de bajo nivel como la planificación multitarea o la comunicación entre procesos.

Se ha realizado un prototipo para demostrar las capacidades de cooperación punto a punto y jerárquica en el contexto de un diagnóstico distribuido.

Videoteléfono RDSI avanzado

Se ha desarrollado una nueva versión del videoteléfono RDSI de Alcatel para aplicaciones de negocios. El sistema, diseñado para trabajar con accesos básicos (canales 2B RDSI), es compatible con el estándar H.320 del UIT-T mundialmente usado. El videoteléfono consta de dos únicas partes, la cámara/monitor que incorpora un codec con una pantalla CRT de 10 pulgadas que proporciona contacto visual directo, y un aparato telefónico que incluye adaptación automática a las normas MIC ley-A y ley- μ y operación manos libres adaptativa. El codec soporta las resoluciones CIF y QCIF; también se incluyen entradas y salidas de video con formatos de señal estándar para un monitor y cámara externa. Además, se incluyen características como imagen a imagen para búsqueda automática durante una llamada de videoteléfono y transmisión de instantáneas JPEG ISO/IEC de alta resolución con resolución 601 del CCIR. El videoteléfono se puede conectar a la RDSI pública usando el protocolo ITR6 alemán o el E-DSS1 europeo.

Técnicas simbólicas en máquinas de aprendizaje para análisis de datos de explotación estructurados

Alcatel ha participado como "prime contractor" en el proyecto europeo MLT (P2154) de ESPRIT II, el más grande proyecto europeo en el campo de las técnicas máquinas de aprendizaje, que están reconocidas como la respuesta a algunos problemas intrínsecos que ocurren en el desarrollo de sistemas informáticos: la interpretación y análisis de datos simbólicos y numéricos estructurados, la adquisición de conocimiento en sistemas expertos, la adaptación y evolución de sistemas en el tiempo. El proyecto MLT, finalizado en Junio de 1993, ha demostrado la utilidad de estas técnicas en una gama de aplicaciones industriales y de medicina.

En particular, se han hecho experimentos en el área del análisis de registros históricos provenientes de procesos industriales complejos (p. ej., los equipos de telecomunicaciones). Estas técnicas proporcionan algoritmos de clasificación y de agrupamiento aplicables a datos simbólicos, con fecha, estructurados (eventos, registro de alarmas, operaciones de mantenimiento, etc.) y generan resultados directamente comprensibles por expertos. Son un paso adelante en la potencia de las técnicas de análisis de datos clásicos y se probaran como auténticamente necesarias, ya que la gran cantidad de datos de explotación se graban frecuentemente sin usar herramientas de análisis adecuadas o poco potentes.

Primera demostración de una matriz de conmutación fotónica ATM que funciona a 2,5 Gbit/s

La primera matriz de conmutación fotónica que funciona a 2,5 Gbit/s se ha realizado en los centros de investigación de Alcatel y fue presentada en la European Conference on Optical Communications de Montreux, 12-16 de Septiembre de 1993. Esta demostración de la matriz representa una "primicia" en este área.

La operación se basa en la explotación del dominio de la longitud de onda para el almacenamiento de celdas y el encaminamiento en la resolución de contenedores usando retardos ópticos calibrados, siguiendo el concepto OASIS. El encaminamiento de la longitud de onda consiste en asignar una longitud de onda por destino a través del conmutador, en una base de celda a celda: esto se hace sin detectar las señales ópticas, mediante convertidores de longitudes de ondas integrados en fosfuro de indio recientemente desarrollados en Alcatel. La resolución de contenedores se realiza por medio de un conjunto de líneas de retardo ópticas a través de puertas ópticas rápidas, basadas en amplificadores ópticos semiconductores. El banco de pruebas emplea en particular puertas ópticas de semiconductores insensibles a la polarización, fuentes DBR sintonizables y convertidores de longitud de onda totalmente ópticos; todos estos componentes y módulos se fabrican en Alcatel.

El demostrador montado en un bastidor presentaba cuatro entradas y cuatro salidas, y un buffer de fibra óptica de cuatro elementos. Todas las entradas se alimentaron con tráfico de celdas similar al ATM a 2,5 Gbit/s. Se mostraron las funciones de resolución de convención y de encaminamiento, junto a una prueba de fiabilidad dada por una tasa de error binaria ultrabaja de 10^{-14} obtenida en la sala de exhibiciones sin hacer ningún ajuste durante los tres días de la exhibición.

Esta primicia mundial resalta el potencial de las tecnologías fotónicas en la conmutación de banda ancha. La velocidad de operación que la óptica puede ofrecer está más allá de las posibilidades reales de la electrónica, y la interconexión óptica no induce ninguna limitación de anchura de banda práctica. Además, la explotación del dominio de las longitudes de onda permite la implantación de una arquitectura de conmutador original con complejidad reducida y control simplificado, comparado con la que la electrónica requeriría a dicha velocidad.

Este trabajo está colocando a Alcatel como líder mundial en el campo de la conmutación óptica.

Herramienta para la planificación de interiores

Se ha terminado un prototipo de herramienta software para la instalación y cálculo de costes de sistemas de interiores basados en DECT. La herramienta se está sometiendo a exhaustivas pruebas de campo. Los principales resultados de esta herramienta son la completa definición de las mejores posiciones de las estaciones bases dentro de un edificio y los detalles de costes que representa el despliegue de las estaciones base. Estos datos de costes son muy válidos para el personal de ventas a la hora de hacer propuestas a los clientes. Además, la herramienta proporciona un interfaz visual que muestra la cobertura final y/o la distribución de la calidad en el edificio. Esta última característica se puede usar tanto para entrenar al personal de instalación sobre como se comporta la radio y como herramienta de marketing para demostraciones a los clientes.

Transmisión a 10 Gbit/s sobre fibra estándar de 101 km aplicando un modulador de electroabsorción (EA) de pozo cuántico

Alcatel ha conseguido una transmisión a 10 Gbit/s (223-1 PBRs, BER= 10^{-10}) sobre 100,8 km de fibra estándar (107 ps/nm/km, 0,21 dB/km) usando un modulador de electroabsorción (EA) de pozo cuántico de alta velocidad basado en InP. Este valor se puede comparar con el de la modulación directa de láseres de bajo chirp donde el vano se limita a ~20 km; aún si el chirp es cero, el (teórico) vano de transmisión de señal de limitada anchura de banda es de solo 57 km.

Los moduladores EA son MOVPE crecidos con cinco pozos cuánticos de GaInAs débilmente acoplados integrados en barreras de GaInAsP, empleando el efecto Quantum Confined Stark. Se logra una excelente prestación de alta velocidad con una estructura de dispositivo lateral de guía onda de baja capacidad. Los moduladores solo tienen una longitud de 200 μ m. Se observaron diagramas de ojos claramente abiertos de hasta 12,5 Gbit/s (relación de extinción de 7 dB en modo TE), con oscilaciones de voltaje de modulación de solo 2V de pico a pico. Los tiempos de subida y bajada (10-90-10%) fueron de 45 y 47 ps respectivamente.

Los experimentos de transmisión fueron realizados por el grupo de sistemas del centro de investigación de Alcatel SEL. Se aplicó un EDFA elevador después del modulador y un preamplificador EDFA con detector PIN. Un filtro paso banda se usó para la emisión espontánea de bloques de los EDFA.

La clave para superar las anteriores limitaciones son los efectos cuánticos "integrados" que permiten que el parámetro α del modulador QW se ajuste para compensar (parcialmente) la dispersión de fibras. Los anteriores resultados se obtuvieron para valores negativos con $\alpha < -1$.

Los resultados demuestran claramente la aplicación ventajosa de los moduladores EA de QW en sistemas de comunicaciones multigigabit, y también proporcionan una clave hacia los sistemas ODTM de muy alta velocidad.

Últimas patentes y solicitudes

Patentes y solicitudes de patentes recientemente registradas por Compañías del Grupo Alcatel (la lista no incluye patentes equivalentes en otros países)

Esta lista puede incluir solicitudes de Modelos de utilidad. Para España y EE.UU, Suiza y Austria, en lugar de solicitudes de patentes, se incluyen patentes concedidas. Estas solicitudes/patentes pueden solicitarse a las correspondientes oficinas nacionales de Patentes.

TÍTULO	INVENTOR	NÚMERO
SOLICITUD DE PATENTE AUSTRALIANA		
Method and device for aligning and coupling optical pigtails with buried channel planar waveguides	J. Ulph	PL 1571
PATENTE AUSTRIACA		
Einrichtung zum Warnen von Rotten	P. Ermischer, A. Unterrader	391299
SOLICITUDES DE PATENTES FRANCESAS		
Cassette adaptable de lovage et d'épissurage de fibres optiques	M. Milanowski, A. Vincent	92 02 028
Cassette de fibres optiques	A. Vincent, M. Milanowski	92 02 029
Ensemble de modules empilés et articulés	M. Milanowski, A. Vincent	92 02 030
Ensemble de modules plats articulés	M. Milanowski, A. Vincent	92 02 031
Procédé et système de transmission d'information de communication sur une liaison de transmission par blocs de données de longueur variable en multiplexage temporel de type asynchrone	M. Henrion	91 15 747
Procédé de synchronisation de liaison de transmission de blocs de données de longueur variable en multiplexage temporel de type asynchrone	M. Henrion	91 15 748
Filtre optique comprenant un interféromètre Fabry-Pérot accordable par rotation	D. Chiaroni, P. Morin	92 03 680
Matrice de commutation optique et réseau d'interconnexion notamment pour cette matrice	M. Erman, M. Renaud, J.F. Vinchant	92 00 751
Système de transmission d'informations numériques sur une liaison optique à répéteurs à amplificateurs optiques	J.L. Pamart, F.X. Ollivier, S. Morin	92 02 416
Procédé d'allocation de fréquences porteuses pour transmission à l'intérieur d'un réseau de transmission, notamment tactique.	J. Montarges, C. Destouesse, J. Deygout	92 00 198
Interface pour l'insertion d'équipements reliés en réseau de télécommunications, dans un système de gestion de tels équipements	C. Destouesse, J. Montarges	92 01 878
Système de gestion dynamique d'un ensemble d'équipements reliés en réseau de télécommunications	J. Montarges, C. Destouesse	92 01 879
Procédé de transmission de données courtes entre un équipement radio et une unité de traitement	J.P. Truong	92 01 762
Dispositif d'amplification d'un signal numérique constitué de deux composantes sources modulées en phase et en quadrature	P. Lopez, J.P. Chobert	92 00 197
Récepteur superhétérodyne large bande	G. Leclerc, J. Doncker	92 01 277
Codec vidéo, notamment visophonique	F. Secher, J. Thiberville, G. Douhet, Ch. Freund, Y. Rasse	92 02 103
Système de partage de temps d'accès à une mémoire partagée entre un processeur et d'autres applications	H. Rinie, G. Douhet	92 01 881
Procédé de mesure de l'état de charge d'un générateur électro-chimique et dispositif mettant en œuvre ce procédé	X. Andrieu, Ph. Poignant	91 16 239

TÍTULO	INVENTOR	NÚMERO
Dispositif de poursuite du point de puissance maximale d'une alimentation à générateur solaire pour satellite	A. Capel	92 00 657
Alimentation à découpage à tension de sortie asservie	H. Senouci	91 03 092
Dispositif de fixation, notamment pour la fixation d'un composant électronique sur une paroi d'un dissipateur thermique	P.Y. Boitard, B. Furier	92 00 871
Procédé de réduction de bruit acoustique dans un signal de parole	F. Robbe, L. Dartois	92 01 819
Conducteur électrique pour câble haute température, et câble contenant un tel conducteur	J.P. Ferlier	92 01 021
Protection de terminaison de câble moyenne tension	C. Brackeniers, J. Cardinaels	92 00 354
Conducteur électrique et câble électrique contenant un tel conducteur	M. Dunand, F. Vaille	92 00 869
Liaison blindée pré-équipée pour le montage d'un connecteur	A. Viaud, P. Clouet	92 00 949
Liaison blindée multibranches	P. Clouet, F. Vaille, A. Viaud	92 00 950
Liaison blindée dite en arête de poisson	P. Clouet, A. Viaud	92 00 951
Câble électrique à âme de cuivre multibrin	F. Debladis, L. Boyer, G. Pethieu, I. Gillet-Torloting	92 01 614
Procédé d'obtention d'un capteur à fibre optique précontrainte et dispositif pour sa mise en œuvre	J. Com-Nougue, E. Kerrand, J. Boby	92 00 952
Procédé de fabrication d'un tube, notamment en verre fluoré	P. Baniel	92 00 867
Dispositif et procédés d'assemblage de conducteurs électriques	E. Vasseur	92 01 763
Procédé de préhension et de manipulation d'une fibre optique	J.F. Bourhis, R. Hakoun	92 00 822
Dispositif d'épanouissement d'un câble optique	A. Lepeuve, A. Vincent	92 00 482
Système de fixation	B. Gaire	92 02 458
Dispositif à commande manuelle devant assurer au moins 2 fonctions	G. Cardot, R. Domzalski, J.P. Poirier	92 01 221
Eclateur pressurisé de commutation	M. Mestres, P. Dubreuil	92 00 077
Ventilateur destiné en particulier à être utilisé dans une capsule spatiale	M. Hayard	92 00 481
Machine rotative du type pompe à vide ou compresseur	J.M. Paquet	92 02 909
Film mince appartenant à un circuit hybride et procédé de réalisation d'un tel film	J.P. Foure, C. Courtin	92 01 820
Palier électromagnétique	G. Lemarquand, D. Pierrejean, D. Perrillat-Amede	92 01 278
Procédé et système de transmission optique notamment entre des terminaux d'abonnés et une tête de réseau téléphonique	J.M. Gabriagues	91 15 667
Appareil d'essai diélectrique à sec fiabilisé	F.X. Guillaumond	91 14 713
Capteur d'humidité relative à fibre optique	H. Février, J. Hervo, S. Artigaud, M. Jurczynsyn	91 14 173
Ligne haute fréquence rayonnante	A. Levisse	91 15 803
Jonction de câbles électriques, ensemble prémonté de jonction et procédé de mise en œuvre	J. Cardinaels, Ch. Brackeniers	91 15 666
Matériau, notamment pour câble électrique, à base d'une matrice polaire de type copolymère d'éthylène comportant des groupements esters	M. Prigent, A. Chaillie, F. Petrigani	91 15 309
Procédé pour limiter les pertes de couplage entre une fibre optique monomode et un système optique présentant respectivement des diamètres de mode différents	Ph. Darbon, E. Grard	91 11 364
Réseau de liaison avec capteurs de surveillance et système de diagnostic, et procédé d'établissement de diagnostics pour un tel réseau	B. Leplingard, H. Laasri	91 15 954
Bâti d'équipements électroniques, notamment de télécommunications	G. Quelfeter, R. Fèmenia, D. Le Jeune R. Verdurand, C. Bertin	91 14 858
Analyseur de documents ligne par ligne, à photocapteur linéaire	P. Playe	91 13 926

TÍTULO	INVENTOR	NÚMERO
Dispositif d'éclairage, notamment pour appareil d'analyse, reproduction ou impression de documents	P. Playe	91 13 925
Dispositif d'évaluation de la tension fournie par une source de tension	Y.-M. Le Grand, M. Monteagudo	91 15 904
Procédé de transmission d'informations numériques entre deux unités d'émission-réception et dispositif mettant en œuvre ce procédé	G. Thomas, O. Gringore, T. Cohard, D. Lecomte	91 15 159
Antenne passive multifaisceaux à réflecteur(s) conforme(s)	D. René	91 15 224
Procédé et dispositif pour le déploiement d'une structure mécanique	O. Remondière, J.-F. David, M. Capdepuy	91 15 284
Système d'antenne en réception à annulation de plusieurs signaux perturbateurs	J.-C. Goupil, R. Lenormand, Ch. Rigal	91 15 596
Antenne active "offset" à double réflecteurs	R. Lenormand	91 16 028
Récepteur adapté à la réception sur différents canaux de fréquence	S. Maloizel, Ph. Nedelec	91 14 712
Connexion haute fréquence	J. Toutain, S. Maloizel, J. Rest	91 14 857
Dispositif de soutien et de guidage de câbles de transmission de signaux électriques ou lumineux	Ch. Guiberteau, D. Jamet, J. Roger, R. Verdurand	91 16 315
Dispositif de récupération de rythme pour installation de réception utilisant l'égalisation auto-adaptative à suréchantillonnage associée à la démodulation différenciellement cohérente	Ph. Sehier, V. Truelle	91 15 802
Linéariseur à prédistorion à diodes en réflexion, pour amplificateur de puissance fonctionnant en hyperfréquence	B. Cogo, P. Moroni	91 15 222
Dispositif de détermination de l'histogramme de débit de circuits empruntant une voie de transmission à multiplexage temporel asynchrone	P. Vinel	91 16 314
Convertisseur série-parallèle et parallèle-série photonique	J.M. Gabriagues, G. Ley Roy	91 16 237
Appareil pour extraire le couvercle d'un boîtier de montage d'un composant de circuit imprimé	C. Gauchet	91 15 668
Système expert supportant les contraintes du temps réel	A. Alston, J.-M. Delory, M. Gandara, H. Laasri	91 14 859
Dispositif d'estampillage de cellules de circuits virtuels du type destiné à être inséré sur une voie de transmission à multiplexage temporel asynchrone	X. Penet, P. Vinel	91 14 236
Dispositif de régularisation de débit de circuits virtuels empruntant une voie de transmission à multiplexage temporel asynchrone	P. Vinel	91 13 624

SOLICITUDES DE PATENTES ALEMANAS

Einrichtung zur Herstellung einer Verbindung zwischen privaten Nebenstellenanlagen	B. Weis, K.-A. Turban, M. Schulz, M. Bezler, G. Siegmund	42 01 561
Vorrichtung mit mindestens einem CMOS-Bauteil	A. Padrok, P. Schunk	92 02 910
Verfahren zum breitbandigen Übertragen von Videosignalen sowie Schaltungsanordnung und Übertragungsanlage dafür	G. Köhler, K. Reh, M. Bischoff	42 05 417
Mehrstufige Vermittlungseinrichtung für optische Signale	G. Eilenberger, D. Böttle	42 09 790
Ansteuerschaltung für einen Laser	N. Kaiser, W. Manz	42 10 022
Kabelhalter	F. Maier	92 02 494
Kabeldurchführung für EMV-dichte Schränke	G. Steffen	42 05 967
Paralleler additiver Scrambler und Descrambler	H. Wettengel, H. Borschel	42 02 682
Digitales Nachrichtenübertragungssystem mit elektrischen symmetrischen Zweidraht-Leitungen unter Verwendung von Phantomkreisen	K. Kocher	42 10 023
Optisches Nachrichtenübertragungssystem mit faseroptischen Verstärkern und Regelung der Sender-Wellenlänge	R. Heidemann	42 08 857
Faseroptischer Verstärker mit Regelung der Pumplicht-Wellenlänge	R. Heidemann	42 08 858

TÍTULO	INVENTOR	NÚMERO
Analoges optisches Breitband-Übertragungssystem, insbesondere Kabelfernseh-Übertragungssystem	H.J. Matt	41 41 114
Digitales optisches Nachrichtenübertragungssystem mit einem bei der Betriebswellenlänge dispersionsbehafteten Lichtwellenleiter Verfahren zum Übertragen optischer Signale	J. Seidenberg	42 03 842
Anordnung zur Übertragung optischer Signale	W. Stieb	42 09 357
Verfahren und Schaltungsanordnung zum Regenerieren verzerrter und gestörter Digitalsignale in Nachrichtenübertragungsanlagen	M. Brandes, V. Küntzel	42 03 674
Breitbandige Schaltungsanordnung mit Impedanzanpassung	K. Braun	42 03 673
Vorrichtung für eine Vermittlungsstelle eines Fernmeldenetzes	E. Gerwald N. Puschmann	42 08 097
Mobiles Testgerät für ein Mobilfunk-System	L. Szabo	42 05 239
Realzeituhr	K. Dietrich	42 06 193
Verfahren und Schaltungsanordnung zur Offset-Korrektur in einem TDMA-Funkempfänger	A. Neustadt	42 01 194
Verfahren zur Synchronisierung von Basisstationen in einem Funktelefonsystem	A. Veloso, K. Geywitz, J. Endler	42 07 986
Verfahren und Schaltungsanordnung zur Übertragung digitaler Signale über Teilnehmerleitungen	H.-J. Zanzig	42 07 985
Zweifrequenz-Sendevorrichtung mit Tonfrequenz-Modulationsphasung für eine Instrumentenlandeanlage	G. Greving, W. Poschadel	42 06 327
Verfahren zur Erleichterung der Bedienung von Endgeräten in Fernmeldeanlagen	W. Lücke	42 02 040
Verfahren zur Erleichterung der Bedienung von Endgeräten in Fernmeldeanlagen	U.W. Käuffert	42 02 041
Digitales Sprachspeichersystem für ein Telekommunikationssystem	S. Dvorak, U. Ackermann, D. Kopp, T. Hörmann	42 04 929
Verfahren und Vorrichtung zur Überprüfung und Erlangung einer Zugangsberechtigung	D. Kopp, T. Hörmann, S. Dvorak, U. Ackermann	42 07 837
Videomonitor	J. Schaffrina	42 06 711
Videomonitor	S. Wörner, J. Scherzinger	42 04 511
Einrichtung zum Abtasten graphischer Vorlagen	J. Schaffrina, H. Gaissert, M. Mahler	42 07 610
Optische Faser mit zusätzlicher Farbmarkierung	F.-P. Bartling, R. Broden, H. Haag, M. Hoffart, H.-J. Lysson, P. Zamzow	42 09 830
Übergangsmuffe für Hochspannungskabel	V. Aue, H. Brandes	42 09 831
Verfahren zur Herstellung eines Nachrichtenkabels	S. Scholz	42 02 716
Verfahren zur Herstellung von Hochtemperatursupraleitern	G. Ziemek, G. Svalov	42 03 039
Verfahren zur Präparierung des Endes von Lichtwellenleitern	G. Maltz, W. Stieb, W. Heitmann	42 02 930
Steckverbindung zwischen zwei Lichtwellenleitern eines optischen Kabels und Verfahren zu ihrer Herstellung	G. Maltz, W. Stieb	42 02 931
Abzweigmuffe für Niederspannungskabel	K.-H. Marx	92 01 942
Abzweigmuffe für elektrische oder optische Kabel	K.-H. Marx	92 02 911
Werkzeug zum Abdichten des Endbereiches einer Abzweigverbindung umhüllenden Manschette	K.-H. Marx	92 03 342
Vorrichtung zur Befestigung eines strangförmigen Gegenstandes an einer Unterlage	M. Stansbie, H.-J. Schiefer, F. Cauderay	42 09 791
Verfahren zur Herstellung optoelektronischer Bauelemente	J. Springer	42 02 039

TÍTULO	INVENTOR	NÚMERO
Verfahren zur Herstellung optoelektronischer Bauelemente	J. Springer, P. Kersten, K.D. Matthies	42 06 328
Verfahren zur Herstellung eines optischen Bauelementes	W. Stieb, A. Kämper, M. Maratzki, K.A. Langner	42 01 068
Elektromechanisches Bauelement mit Verdrehsicherung	H. Wiegand	92 04 054
Transportsystem	K. Ebertz, O. Fischer, R. Klotz, H.W. Koch, E. Siegle, H.J. Westerwalbesloh	42 03 074
Wärmerückstellbarer Gegenstand	K.-H. Marx	42 00 250
Wärmerückstellbarer Gegenstand	K.-H. Marx	42 00 251
Verfahren zur Reparatur der Wicklung eines elektrischen Linearantriebs	O. Breitenbach	42 03 533
Verfahren und Schaltungsanordnung zum Vermindern der Wirkung des Quantisierungsrauschens	H.-J. Matt	41 38 936
Kommunikationssystem	M. Wizgall, B. Klotz, A. Kuttner	41 40 974
Handapparat-Kabel für Telefone	B. Heine, S. Heine	41 38 445
Vorrichtung zur Befestigung eines Hochfrequenzkabels	P. Thiele, H.J. Schießler, G. Ahrens	91 14 222
Komakorrigierte Reflektorantenne	U. Meier, G. Greving	41 39 102
Baugruppenträger mit Klemmvorrichtungen	K. Klöpfer, B. Riedl	41 37 443
Schaltungsanordnung zum Erzeugen von binären Pseudo-Zufallsfolgen	H. Wettengel	41 39 630
Verfahren zum Betreiben eines Halbleiterlasers als bistabiles optoelektronisches Bauelement	D. Baums, M. Schilling, W. Idler G. Laube, K. Wüstel, O. Hildebrand	41 39 663
Verfahren zum Übertragen nachrichtentechnischer Signale	D. Stuhmann, P. Schunk	
Verfahren zur Überprüfung der Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit von Übertragungstrecken nachrichtentechnischer Signale	T. Bratschke, M. Brahms, W. Fritz, A. Timmermann	41 41 090
Verfahren zur digitalen Nachrichtenübertragung	W. Guba, D. Ernst	41 36 474
Verfahren und Schaltungsanordnung zur Regelung des Zugangs zu einem asynchron betriebenen Netz	W. Hug, L. Krank, G. Eash	41 39 578
Verfahren zur Anpassung einer Steuerung eines Telekommunikationsnetzes an in diesem Telekommunikationsnetz vorzunehmenden Änderungen	A. Breiholz	41 42 615
Testvorrichtung	H.J. Lorenz, R. Müller, K. Schaupp, T. Rotter	41 38 937

SOLICITUDES DE PATENTES ITALIANAS

Metodo e sistema per la riduzione di jitter di una struttura a PLL (Phase Locked Loop) caratterizzato da un rapporto razionale tra le frequenze d'ingresso e di uscita	S. Cucchi, L. Ponte	MI91A003303
Metodo e sistema per testare una apparecchiatura in particolare per telecomunicazioni	M. Barillari, L. Lisca	MI92A00060
Sistema per ridurre l'informazione ridondante in trasmissioni numeriche di segnali complessi in particolare di tipo televisivo	M. Modena, T. Roncatti	MI91A003402
Metodo e sistema per adattare il ciclo di frequenza di refresh alla complessità dell'immagine	M. Modena, T. Roncatti	MI91A003401
Moduli optoelettronici ibridamente integrati e metodo per la loro fabbricazione	D. Cesareo, A. Perinati	MI91A003403
Sistema e circuito per il calcolo delle metriche in collegamenti numerici utilizzando modulazioni codificate	P. Cremonesi, R. Pellizzoni, A. Spalvieri	MI91002202

TÍTULO	INVENTOR	NÚMERO
SOLICITUDES DE PATENTES NORUEGAS		
Fiberoptisk kabel	J.S. Andreassen	920484
Fremgangsmate og Kabel for overføring av signaler og Kraft	A. Hassel	920544
PATENTES ESPAÑOLAS		
Aparato telefónico sin hilos	D. Muñoz Rey, E. Baena Torres	127.744
Cargador de baterías para terminal telefónico sin hilos	J.L. Gabaldón Martínez, D. Muñoz Rey	127.743
PATENTES DE ESTADOS UNIDOS		
Method and Apparatus for Controlling Switched Video in an Optical Fiber Telecommunications System	L.W. Burton, J.E. Sutherland P.M. Matsumura, K. V. Ball, R. M. Czerwicz	5 189 673
Apparatus for Line Card Power Cross Protection	R.M. Czerwicz	5 193 044
Retractable Multiband Antenna	G.D. Yarsunas, M.L. Brennan, F. Duggan	5 189 435
Multiple Bit Height Snap Fit Cable Holder Apparatus	W.F. Weber	5 189 766
Synchronous Optical Transmission System	R.E. Tyrrell, J. Yaemsiri, W. Rou, S. Dunning , M. Sutton, S. Hemler, O. Bishop, W. Stephenson , C. Hurlocker, J. Sutherland, K. Stoia, R. Czerwicz, R. Peters, F. Noser, C. AbuSaba, V. Wilkerson, K. Bernhardt, R. Starnes, W. Goodnight, W. Powell, M. Briscoe, V. Runyon, W. Weeber, W. Fox, E. Baydar, G. Sanders, J. Smith, P. Farrell, M. Arani, D. Merrill, J. York, D. Krisher, H. Thorne, T. Williams, M. Gingell, J. Jones, H. Sonnenberg, R. Sanders	5 185 736
Efficient Feeder Fiber Loading from Distribution Fibers	J.E. Sutherland, P.M. Matsumura	5 191 456
Video Line shelf Arrangement in an Optical Fiber Telecommunications Network Providing Broadband Switched Video Services	J.E. Sutherland	5 181 106
Partial Word to Full Word Parallel Data Shifter	W. Stephenson	5 192 950
SOLICITUDES DE PATENTES EUROPEAS		
Multicast packetset generation device for a packet switching telecommunication system	F. Denissen	92200870
Access control arrangement	Ch. Deloddere, J. De Groote	92870049
Low leakage transformer	S. Weinberg	92200423
Video decoder	Ch. Vermeulen F. Van der Putten B. Voeten	92870048
Moisture barrier arrangement	W. Delbare, J. Vandewege, J. Boucquet, K. Allaert	92200840
Synchronization method and device realizing said method	Ph. Meylemans, L. Cloetens	92200869
Optical transmission system	I. Van de Voorde, D. Mestdagh, G. Van der Plas Ch. Sierens, W. Verbiest	91203369
Logical machine for processing control information of telecommunication transmission frames	J. Dries, Y. Therasse	91203410
Procédé pour déterminer le temps de propagation entre la station terminale distante et la station centrale dans un réseau de transmission bidirectionnelle du type point-multipoint	F. Marcel, D. Sallaerts, S. Allaire, P. Dore	92 400 266
Procédé d'allocation d'emplacements temporels dans un système de transmission à accès multiple par répartition temporelle	F. Marcel, D. Sallaerts, S. Allaire, P. Dore	92 400 264

Abreviaturas de este número

1661SM	multiplexor de inserción/extracción con el sistema de líneas STM16	DDF	trama de distribución digital
ABC	protocolo Alcatel Business Communications	DFB	realimentación distribuida (láser)
ADM	multiplexor de inserción/extracción	DLC	control de enlaces de datos
AIS	señal de indicación de alarma	DLL	biblioteca de enlaces dinámicos
ALS	desconexión automática del láser	DN	nombre distinguido
APD	fotodiodo de avalancha	DSC	transconectores digitales de alta capacidad
API	interfaz de programación de aplicación	ECC	canal de comunicaciones integrado
APS	protección automática de la línea	EDFA	amplificador de fibra dopada de erbio
ARCOF	filtro de codec de tono de audio	EFD	discriminador retransmisor de eventos
ASE	elementos de servicio de aplicación	EFTPOS	transferencia electrónica de dinero en puntos de venta
ASIC	circuitos integrados de aplicación específica	EM	gestión de elementos
ASN.1	notación de sintaxis abstracta número uno	EML	nivel de gestión de elementos
AU	unidad administrativa	FAS	señal de alineamiento de trama
AU	unidad de acceso	FEBE	error del bloque distante
AUG	grupo de unidad administrativa	FERF	fallo en la recepción del terminal distante
BAS	señal de asignación de bits	FM	modulación de frecuencia
BER	tasa de error	GDMO	pautas para la definición de objetos gestionados
BIP	paridad de entrelazado de bits	GNE	elemento de gestión de pasarela
BITS	Building Integrated Timing Supply	GOB	grupo de bloques
BRA	acceso básico	GPI	interfaz físico GTI
BSG	Business System Group	GTI	interfaz genérico de tráfico
BSHR	anillo autoreconstruible bidireccional	GUI	interfaz gráfico de usuario
BUNI	interfaz de red de usuario de banda ancha	HCS	trayecto de orden superior
CARO	Cost And Reliability Optimization (herramienta de planificación de redes)	HOA	ensamblador de orden superior
CC	reloj compuesto	HOI	interfaz de orden superior
CCB	bus de control del grupo de placas	HOP	trayecto de orden superior
CCP	procesador de control de grupo	HOVC	VC de rango superior
CD	compact disk	HPA	adaptación de trayectos de orden superior
CDI	interfaz de distribución de reloj	HPC	conexión de trayecto de orden superior
CHI	interfaz de control de equipos	HPT	terminación de trayectos de orden superior
CIF	formato intermedio común	IA	objeto adaptador indirecto
CIM	fabricación integrada por ordenador	IHP	protección de trayecto de orden superior interno
CLI	identificación de línea llamante	ILP	protección de trayecto de orden inferior interno
CMIP	protocolo de información de gestión común	IM	modelo de información
CMISE	elemento de servicio de información de gestión común	IOM	interfaz modular orientado a RDSI
CN	nodo de comunicaciones	IP	protocolo Internet
CNET	centro de investigación de France Telecom	IPNS	especificación de interconexión RDSI de centralitas
CP	punto de conexión	IS	sistema intermedio
CRC	verificación de redundancia cíclica	ISA	adaptación de sección interna
CSTA	Computer Supported Telecommunications Applications	ISC	controlador de aparato RDSI
DCC	transconector digital	ISP	protección de sección interna
DCN	red de comunicaciones de datos	IST	terminación de sección interna
DCT	transformada discreta del coseno		

ÍTAC	circuito adaptador de terminal RDSI	OHI	interfaz de tara
JBIG	Joint Bi-level Expert Group	OLE	Object Linking and Embedding
JPEG	Joint Photographic Expert Group	ONP	provisión de red abierta
JTC	Joint Technical Committee	OO	orientado al objeto
LA	adaptador de líneas	OS	sección óptica
LAN	red de área local	OS	sistema operativo
LAPD	protocolo D de acceso a enlaces	OSF	funciones soporte de operaciones
LCS	trayecto de orden inferior	OSF	Open Software Foundation
LE	central local	OSI	interconexión de sistemas abiertos
LEC	portadora de central local	PAL	Phase Alternation Line (TV)
LOI	interfaz de orden inferior	PBX	centralitas
LOP	pérdida de trayecto	PCB	placa de circuitos impresos
LOP	trayecto de orden inferior	PDH	jerarquía digital plesiócrona
LOS	pérdida de señal	POH	tara de trayecto
LOS	pérdida de señal óptica	POTS	servicio telefónico tradicional
LOVC	contenedor virtual de orden inferior	PP	procesador de punteros
LPA	trayecto de orden inferior	PPI	interfaz físico PDH
LPC	conexión de orden inferior	PRS	fuelle de referencia primaria
LPT	terminación de orden inferior	PSU	unidad de fuente de alimentación
MAO	mantenimiento, administración y operación	PTO	operador de telecomunicaciones públicas
MCF	comunicación de mensajes	RDN	nombres distinguidos relativos
MCI	interfaz de control de medios	ROSE	elemento de servicio de operación remota
MHEG	grupo de expertos de codificación de información multi e hipermedia	RPC	llamada a procedimiento remoto
MIB	Management Information Base	RST	sección de regenerador
MMT	terminal multimedia	RST	terminación de sección de regenerador
MO	objeto gestionado	RTPC	red telefónica pública conmutada
MOD	disco magnético-óptico	SDI	interfaz de distribución de sincronización
MPEG	Motion Picture Expert Group	SDI	interfaz físico SDH
MRTIE	error máximo de intervalo de tiempo relativo	SEC	reloj síncrono de equipo SDH
MS	sección de multiplexor	SECAM	SEquentiel Couleurs A Mémoire (TV)
MS-USHR	anillos unidireccionales MS auto-reconstruibles	SEMF	funciones de gestión de equipos síncronos
MSA	adaptación de sección de multiplexor	SES	severely errored second
MSP	protección de sección de multiplexor	SETPI	función de interfaz físico de temporización
MST	terminación de sección de multiplexor	SETS	fuelle de temporización de equipos síncronos
MTBP	tiempo medio entre punteros	SLIC	circuito de interfaz de línea de abonado
MTIE	error máximo de intervalo de tiempo	SLIP	protocolo Internet de enlaces serie
NE	elemento de red	SLMQW	estructuras de pozo multicuántico de capa forzada
NEF	función de elemento de red	SMFA	áreas de funciones de gestión específica
NEP	procesador de elemento de red	SMI	estructura de información de gestión
NMC	centro de gestión de red	SNC	conexión unidireccional de subred
NMF	Network Management Forum	SNMP	Simple Network Management Protocol
NML	gestión de nivel de red	SOH	tara de sección
NPDU	unidad de datos de protocolo de red	SONET	Synchronous Optical NETWORK
NSAP	punto de acceso al servicio de red	SPI	interfaz proveedor de servicios
OBC	controlador en placa	SSU	unidad de suministro de la sincronización
ODA	Office Document Architecture	STM-N	módulo de transmisión síncrona de orden N
OFA	amplificador óptico de fibra	TAM	contestador automático
OH	tara	TAPI	interfaz de aplicación telefónica
OHA	función de acceso a la tara	TARM	registrador/contestador automático
		TCP	protocolo de control de transmisión
		TDEV	desviación de tiempo

TE	central de tránsito	USHR	anillo auto-reconstruible unidireccional
TMN	red de gestión de telecomunicaciones	VC	contenedor virtual de canal
TP	punto terminal	VHDL	lenguaje Very High Level Description
TSG	generador de señal de temporización	VHI	interfaz hardware virtual
TTF	función de terminación de transporte	VLC	codificación de longitud variable
TTP	punto terminal de trayecto	WAN	red de área extendida
TU	unidad de tráfico	WORM	escribir una vez - leer muchas
TU	unidad tributaria		
UCB	bus de control de la unidad		

Oficinas editoriales

Cualquier asunto relativo a las distintas ediciones de Comunicaciones Eléctricas se debe dirigir al editor adecuado (las peticiones de suscripciones se deben enviar por fax o por correo) :

Edición inglesa :

Rod Hazell
Electrical Communication
ALCATEL
54, rue La Boétie
75382 Paris Cédex 08
Francia
Tel.: (33-1) 40.76.13.47
Fax: (33-1) 40.76.14.26

Edición francesa:

Catherine Camus
Revue des Télécommunications
ALCATEL
54, rue La Boétie
75382 Paris Cédex 08
Francia
Tel.: (33-1) 40.76.13.48
Fax: (33-1) 40.76.14.26

Edición italiana :

Dino Callegari
Prospettive di Telecomunicazioni
ALCATEL ITALIA, Div. Alcatel Telettra
Via Trento, 30
20059 Vimercate (MI)
Italia
Tel.: (39-39) 686.3086
Fax: (39-39) 608.1483

Edición alemana :

Andreas Ortelt
Elektrisches Nachrichtenwesen
ALCATEL SEL AG
Department ZOE/FP
70430 Stuttgart
Alemania
Tel.: (49) 711.821.46.90
Fax: (49) 711.821.60.55

Edición española :

Gustavo Arroyo
Comunicaciones Eléctricas
ALCATEL STANDARD ELECTRICA
Ramirez de Prado 5
28045 Madrid
España
Tel.: (34-1) 467.30.00 ext. 1857
Fax: (34-1) 468.78.32

Sandro Frigerio
Tel.: (39) 2.80.52.434
Fax: (39) 2.72.01.08.62

En este número

Comunicaciones Eléctricas 4º Trimestre de 1993

Comunicaciones Eléctricas - 4º Trimestre de 1993, pág. 299-309

Arquitectura y normas SDH

Sexton, M.; Roverano, M.; De Crémiers, F.X.

SDH ofrece una serie de ventajas para actualizar las redes PDH existentes e instalar nuevas redes. Aparte de traer interfaces normalizados de alta capacidad, SDH permite una gestión de red flexible y una utilización de planta más eficaz. La implantación del SDH, usando transconectores, multiplexores de inserción y extracción y transmisión por fibra óptica, aunque sea conceptualmente simple requiere un cuidadoso estudio que asegure el óptimo funcionamiento de la red. Los autores introducen los principios de la arquitectura funcional de la red de transporte. Se explican convenios y terminología, y se debaten características de arquitectura específicas de la red que evoluciona y de los componentes modulares a partir de los cuales se construye.

Comunicaciones Eléctricas - 4º Trimestre de 1993, pág. 312-321

Tecnología de elementos de red SDH - la plataforma de equipo

Van Bogaert, J.; Kleine-Alekamp, H.; Vion, E.; Castelli, R.;

La modularidad del hardware (así como del software) es la clave para ofrecer soluciones SDH optimizadas. En el futuro, los nodos de red que tienen grupos de elementos de red separados se implantarán integrando subsistemas en plataformas hardware y software. Este artículo se concentra en la plataforma hardware realizada en las series de productos Alcatel 1600. Los temas debatidos incluyen la modularidad del elemento de red, las principales características de la plataforma elegida, los interfaces hardware internos, la biblioteca de diseño hardware y la ampliación funcional con el añadido de subsistemas.

Comunicaciones Eléctricas - 4º Trimestre de 1993, pág. 322-328

Tecnología de elementos de red SDH - el software

Lebender, B.; Colombo, S.; Grolleau, G.

Los actuales operadores de red, que están bajo presión para mejorar la calidad y reducir las tarifas en un entorno de telecomunicaciones tan rápidamente cambiante, demandan una mayor flexibilidad de red, combinada con la automatización de la gestión de red. Por ello los sistemas de software integrado en los elementos de red SDH necesitan ser más amplios y completos que los de las anteriores generaciones de equipos de transmisión. Crear una plataforma software que se pueda emplear eficazmente en la entera familia del producto es un verdadero reto, siendo el método orientado a objetos una buena respuesta. Se describen las características y principios orientados a objetos y se debaten aspectos de implantación, defensa y entorno soporte.

Comunicaciones Eléctricas - 4º Trimestre de 1993, pág. 329-338

Gestión de los elementos de red SDH: una aplicación del modelado de información

De Romémont, O.; Sexton, M.; Schiavoni, S.; Bosse, M.P.; Henry, F.

La gestión de red es un aspecto clave. Afortunadamente, SDH es la primera tecnología importante que incorpora características de gestión normalizadas. El modelado de información se ha mostrado como una herramienta sin precio en la clara especificación de las capacidades de gestión. Los autores resaltan la fundamental distinción de arquitecturas entre funciones de elementos de red y funciones de soporte de red, e introducen el concepto de relación agente/gestor. Se presenta la familia de productos de gestión de red Alcatel 132x NX. Se describen modelos de información, y la comunicación y gestión de sistemas OSI. Se debate la gestión del equipo físico de transmisión y de los transconectores. También se considera la supervisión de las prestaciones.

Comunicaciones Eléctricas - 4º Trimestre de 1993, pág. 339-348

Disponibilidad y supervivencia de las redes SDH

Baudron, J.; Khodr, A.; Kocsis, F.

Con la creciente dependencia de las telecomunicaciones en todos los sectores de la moderna sociedad, se tiene que tener un cuidado particular en asegurar altos niveles de disponibilidad y supervivencia. Los autores identifican los principales problemas relacionados con redes SDH y muestran las diferentes soluciones disponibles. Los temas cubiertos incluyen el asegurar la disponibilidad, el impacto de los fallos en la red de transporte, los mecanismos de protección para equipos y red, y la defensa del software. Se trata la protección en redes SDH, con referencia a la sección múltiplex y, detalladamente, a las redes en anillo. Se explican los mecanismos de restauración de red y trayectos.

Comunicaciones Eléctricas - 4º Trimestre de 1993, pág. 349-358

Sincronización y temporización SDH

Powell, W.E.; Cabbage, R.W.; Ferrant, J.L.; Wolf, M.

Para conseguir un adecuado nivel de las prestaciones de sincronismo es crítico lograr aceptables efectos de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase en una red digital síncrona. Se consideran los planes de sincronización de red americano y europeo. Los temas debatidos incluyen la transferencia de información de temporización a través de la red, el mecanismo de punteros, la distribución de referencias, y la arquitectura de red de sincronismo. Se considera la adaptación a la red de transporte, así como el modelado de la acumulación de fluctuación de fase y sincronismo. Se muestra la medida de la estabilidad de sincronismo usando el concepto de desviación del tiempo.

Comunicaciones Eléctricas - 4º Trimestre de 1993, pág. 359-365

Componentes ópticos para SDH

Adnet, L.; Unter, T.; Elze, G.; Panafieu, J.P.

Alcatel ha desarrollado una completa gama de transmisores y receptores ópticos para cada una de las velocidades STM y para diferentes longitudes de vano. Los interfaces ópticos son un factor clave en los sistemas de línea SDH, multiplexores de inserción y extracción, transconectores, redes de acceso y conmutadores RDSI. Se presentan las normas de los interfaces ópticos y los parámetros claves, y se sigue con la descripción de la gama de módulos ópticos de Alcatel. Se da una visión general de Alcatel Optronics, nombrado centro principal para los interfaces ópticos SDH/SONET descritos en el artículo.

Management of SDH Network Elements: An Application of Information Modelling

De Romémont, O.; Sexton, M.; Schiavoni, S.; Bosse, M. P.; Henry, F.

Network management is a key issue. Happily SDH is the first major technology to have management features incorporated in the supporting standards. Information modelling has proved to be an invaluable tool for clearly specifying management capabilities. Alcatel has mastered this technology and has played a major role in the development of international standards. The authors outline the fundamental architectural distinction between network element functions and network support functions and introduce the concept of the manager/agent relationship. The Alcatel 132x NX network management product family is introduced. Information models are described, as well as OSI system management and communication. Management of transmission, physical equipment and cross connection are discussed. Performance monitoring is considered.

This Issue in Brief

Electrical Communication 4th Quarter 1993

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 339-348

Availability and Survivability of SDH Networks

Baudron, J.; Khadr, A.; Kocsis, F.

With increasing reliance on telecommunications in all sectors of modern society, particular care must be taken to ensure that high levels of availability and survivability are achieved. The authors identify the main problems involved in relation to SDH networks and discuss the various solutions available to operators. The topics covered include assessment of availability, the impact of failures in the transport network upon service, protection mechanisms for equipment and network, and software defense. Protection in SDH networks is treated, with reference to the multiplex section and a detailed discussion of ring networks. Path and network restoration mechanisms are explained.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 299-309

SDH Architecture and Standards

Sexton, M.; Roverano, M.; De Crémiers, F. X.

SDH offers a number of advantages in the upgrading of existing PDH networks and the installation of new networks. Apart from bringing standardized high capacity interfaces, SDH allows flexible network management and more efficient utilization of line plant. Implementation of SDH, using crossconnects, add-drop multiplexers and optical fiber transmission, although conceptually simple requires careful study to ensure the optimum functioning of the network. The authors introduce the principles of the transport network functional architecture. Terminology and conventions are explained, and specific architectural features of the evolving network and the modular components from which it is constructed are discussed.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 349-358

Synchronization and Timing of SDH Networks

Powell, W. E.; Cubbage, R. W.; Ferrant, J. L.; Wolf, M.

An adequate level of synchronization performance is critical to achieving acceptable payload jitter and wander effects in a synchronous digital network. Two basic techniques are in existence: master-slave and mutual synchronization. Both European and North American network synchronization plans are considered. Topics discussed include timing information transfer through the network, the pointer mechanism, reference distribution, and the synchronization network architecture. Adaptation to PDH transport layers is considered, as well as the modelling of synchronization and jitter accumulation. Measurement of synchronization stability using the time deviation concept is illustrated.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 312-321

SDH Network Element Technology - The Hardware Platform

Van Bogaert, J.; Kleine-Altekamp, H.; Vion, E.; Castelli, R.

Modularity of hardware (as well as software) is the key to offering optimized SDH solutions. In the future, network nodes that have previously required groups of separate network elements will be implemented by integrating subsystems on a hardware and software platform. This article concentrates on the hardware platform, realized in the Alcatel 1600 series of products. Topics discussed include network element modularity, principal characteristics of the chosen platform, internal hardware interfaces, hardware design library, and functional expansion by the addition of subsystems.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 359-365

Optical Components for SDH

Adnet, L.; Unter, T.; Elze, G.; Panafieu, J. P.

Alcatel has developed a full range of optical transmitters and receivers for each of the STM rates and for various span lengths. Optical interfaces are a key factor in SDH line systems, add-drop multiplexers, crossconnects, access networks and ISDN switches. Optical interface standards and key parameters are presented, following which the range of Alcatel optical modules is described. An overview of Alcatel Optronics, designated as the key competence centre for the SDH/SONET optical interfaces described in the article, is given.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 322-328

SDH Network Element Technology: The Software Platform

Lebender, B.; Colombo, S.; Grolleau, G.

Greater network flexibility, combined with automation of network management, is demanded by today's network operators, who are under pressure to improve quality and reduce tariffs in a fast-changing telecommunications environment. Thus the embedded software systems in SDH network elements need to be more extensive and comprehensive than in earlier generations of transport equipment. To create a software platform that can be applied efficiently across the whole product family is a challenge, to which the object oriented approach offers a good answer. The OO principles and characteristics are described. The support environment, defense, and implementation aspects are discussed.

Planificación y gestión de redes SDH

González Soto, O.; Sexton, M.; Tardini, C.; Wulf-Mathies, C.

La planificación y gestión de las redes SDH requiere un método diferente a los de las tradicionales redes. La flexibilidad de la SDH hace la optimización más compleja, pero su misma flexibilidad permite la rápida adaptación a desarrollos inesperados, y se da alguna seguridad frente a los errores de previsiones. El proceso de planificación y la gestión a nivel de red en línea es también más integrada. El diseño de supervivencia se acentúa por las presiones para adoptar sistemas de fibras de alta capacidad con mayor potencial frente a los fallos. Se ilustra la aplicación de las herramientas de planificación de red ALCALA y CARO para diseñar redes con supervivencia. Se consideran los principios básicos de la gestión a nivel de red y se ilustran aplicándolos a la de gestión de la conectividad y topología en un anillo. Finalmente, los autores exploran la inclusión de la utilización de métricas de eficacia como motores del proceso de planificación, y la planificación a corto plazo como una extensión del proceso en línea normal.

Nueva pantalla telefónica "intuitiva" para servicios telefónicos avanzados

Lenche, S.

Los operadores de red han introducido una gama de nuevos servicios en la red telefónica pública conmutada analógica. Sin embargo, la amplia adopción de estas mejoras en el servicio telefónico básico depende, en gran medida, de la facilidad con la que se puedan acceder controlar por el abonado. Por esta razón se ha desarrollado, y ya está siendo comercializado, el teléfono intuitivo de la serie Alcatel 2590. El Alcatel 2592 emplea una gran pantalla de cristal líquido y teclas de desplazamiento, que en combinación con una sofisticada programación integrada ofrece un interfaz de usuario extremadamente amigable y una amplia gama de facilidades. Se ofrece un contestador automático de estado sólido. El autor considera las sucesivas generaciones de servicios de valor añadido introducidos en la RTPC analógica. Se explican los requisitos de un interfaz amigable y el concepto de una arquitectura intuitiva.

Ventajas, tecnología y conectividad de los terminales multimedia

Dampz, J.; Klostche, R.; Weiss, M.

Multimedia es la integración de diferentes tipos de información, como texto, gráficos, imágenes (instantáneas), sonido o video (imágenes en movimiento) en una única unidad de trabajo. Los servicios de valor añadido en las redes públicas, la nueva generación de centralitas y las redes de área local permiten la transmisión de la información multimedia a terminales distribuidos. Usuarios geográficamente distantes se pueden así reunir mediante la informática. Integrar las características de prestaciones de ordenadores, equipo audiovisual y redes digitales conduce a equipos de negocios amigables, que se pueden usar en una amplia gama de aplicaciones. Ofrece un espacio de trabajo integrado que permite a los usuarios combinar diferentes medios a su voluntad. Estos pueden utilizar las ventajas de los medios específicos combinándolos para aumentar la eficacia salvando tiempo y esfuerzo.

Comunicación multimedia empleando el teléfono RDSI Alcatel 2824

Bergler, F.; Foth, E.

El artículo describe el teléfono RDSI Alcatel 2824 con todas sus características. El teléfono es particularmente notable por el hecho de que se poner con adaptadores de terminal. Los adaptadores de terminal con interfaces V.24 y a/b ya están disponibles. Esto quiere decir que el teléfono RDSI Alcatel 2824 es capaz de soportar comunicaciones de voz y una amplia gama de opciones de comunicaciones de datos. Se ha desarrollado un programa gestor de datos y de teléfono en PC, Alcatel 2880, para permitir la completa explotación de las capacidades del teléfono. También se dispone de un paquete software para estaciones de trabajo SUN®, haciendo posible la creación de conexiones conmutadas de área extendida entre redes TCP/IP.

Compresión de video: Técnicas de las comunicaciones multimedia

Hoffmann, T.; Müller, D.; Vogt, C.

Además de las comunicaciones de voz tradicionales, las redes digitales de telecomunicaciones también permiten la introducción servicios de comunicación de video económicos. Como las imágenes en movimiento no comprimidas requieren una velocidad de transferencia de datos mucho mayor que la de las señales de voz, una codificación de señales eficaz juega un papel clave. Para las comunicaciones de video, las técnicas más importantes se definieron en la recomendación H.261 del UIT-T y en los estándares JPEG, JBIG y MPEG del ISO/IEC. Este artículo examina los principios básicos de estas técnicas.

Gestión de red en sistemas privados de comunicaciones

Sussman, W.

Enfrentados con los siempre crecientes costes de operación y topologías de red heterogéneas, los gestores de red buscan herramientas eficientes y sofisticadas. Basado en OSI, el centro de gestión de red Alcatel 4750 ofrece una solución flexible y abierta para gestionar todas las LAN y centralitas Alcatel, así como su equipo de telecomunicaciones asociado. Compatible con los otros equipos de telecomunicación que se encuentran en el entorno corporativo, el Alcatel 4750 es capaz de comunicarse con otras plataformas de gestión de red.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 394-401

Multimedia Communications Using the Alcatel 2824 ISDN Telephone

Bergler, F.; Foth, E.

This article describes the Alcatel 2824 ISDN telephone with its wide variety of features. The telephone is particularly notable for the fact that it may be fitted with terminal adapters. Terminal adapters with V.24 and a/b interfaces are currently available. This means that the Alcatel 2824 ISDN telephone is capable of supporting both voice communications and a wide range of data communications options. A user-friendly PC Telephone and Data Manager program, Alcatel 2880, has been developed to allow full exploitation of the telephone's capabilities. A software package for Sun® Workstations, making the creation of wide area switched connections between TCP/IP networks possible, is also available.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 366-377

SDH Network Planning and Management

González Soto, O.; Sexton, M.; Tardini, C.; Wulf-Mathies, C.

The planning and management of SDH networks requires a different approach from that of traditional networks: the flexibility of SDH makes optimization more complex, but this same flexibility allows rapid adaptation to unforeseen developments and thus gives some insurance against forecasting errors. The planning process and on-line network-level management is also more closely integrated. Design for survivability is accentuated by pressure to adopt efficient high-capacity fiber systems with increased potential for failures. The application of the Alcatel CARO and ALCALA network planning tools to survivable subnetwork design is illustrated. The basic principles of network-level management are considered and illustrated by applying them to the management of connectivity and topology in a ring. Finally, the authors explore the inclusion of utilization efficiency metrics as triggers to the planning process, and short term planning as an extension of the normal on-line process.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 402-410

Video Compression Techniques for Multimedia Communications

Hoffmann, T.; Müller, D.; Vogt, C.

Besides conventional voice communications, the digital telecommunications networks now in place also permit the introduction of cost-effective video communications services. Since uncompressed moving images require a data transfer rate that is greater than that of voice signals by several powers of ten, effective source coding plays a key role. For video communications, the most important techniques were defined in CCITT Recommendation H.261 and in the JPEG, JBIG and MPEG standards of the ISO/IEC. This article examines the basic principles of these techniques.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 380-386

New "Intuitive" Screenphones for Advanced Telephony Services

Lenane, S.

Network operators have introduced a range of new services in the analog public switched telephone network. However, the widespread adoption of these enhancements to the basic telephone service depends largely on the ease with which they can be accessed and controlled by the subscriber. For this reason the Alcatel 2590 series intuitive telephone has been developed and is currently being commercialized. The Alcatel 2592 employs a large liquid crystal screen and scrolling buttons, which in combination with sophisticated inbuilt programming offers an extremely friendly user interface and a wide range of facilities. A solid-state answering-recording machine is featured. The author considers the successive generations of value-added services introduced into the analog PSTN. The requirements for a user-friendly interface and the concept of an intuitive architecture are explained.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 411-417

Network Management of Private Communication Systems

Sussman, W.

Faced with ever escalating operating costs and increasingly heterogeneous topologies, network managers are looking for sophisticated and efficient tools. Based on OSI, the Alcatel 4750 Network Management Centre offers an open and flexible solution for the management of all Alcatel PBXs and LANs as well as their related communications equipment. Compatible with the other telecommunications equipment found in the corporate environment, the Alcatel 4750 is able to communicate with other network management platforms.

Electrical Communication - 4th Quarter 1993, pp. 387-393

Multimedia Terminals: Advantages, Technology, Networking

Dampz, J.; Klotsche, R.; Weiss, M.

Multimedia is the integration of different types of information such as text, graphics, pictures (still images), sound or video (moving images) into a single working unit. Value-added services on public networks, the new generation of PABXs and local area networks permit the transmission of multimedia information to distributed terminals. Geographically distant users are thus brought together through information technology. Integrating the performance characteristics of computers, audio-visual equipment and digital networks leads to user-friendly office equipment which can be used in a wide variety of applications. It offers an integrated workspace and lets users combine different media at will. They can thus utilize the advantages of specific media by combining them for increased effectiveness or for increased efficiency by saving time and effort.