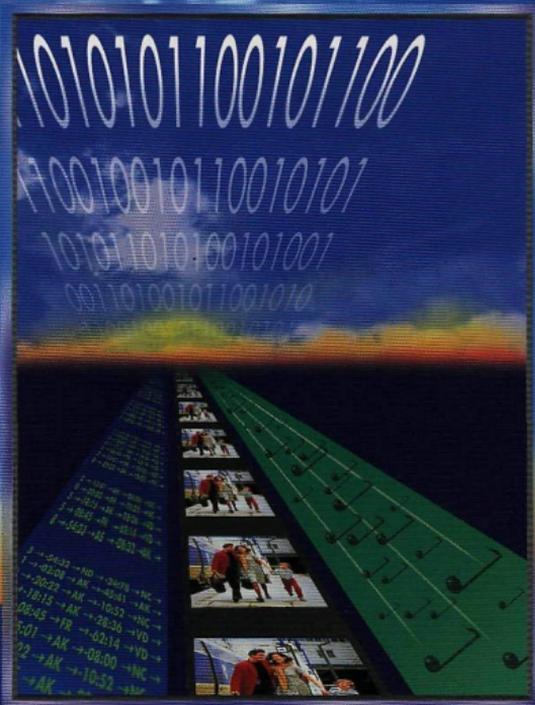


3° trimestre de 1996

REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL



REDES DE ACCESO : DISTRIBUIR UN MUNDO DE OPORTUNIDADES

Revista de telecomunicaciones de Alcatel, revista técnica trimestral de Alcatel Telecom, presenta las investigaciones conseguidas por las compañías Alcatel entodo el mundo. Revista de telecomunicaciones de Alcatel se edita actualmente en seis idiomas y su distribución es universal.

Comité Editorial

Peter Radley
Presidente

Dominique de Boisseson
Deputy Chairman of Editorial Board

J.G. Micol
Director de la Publicación

Philippe Goossens
Thierry Roucher
Editores-Jefes

Editores

Gary Ballantyne
Editor invitado

Catherine Camus
Editora-Jefe Adjunta y
Editora de la edición en francés, París

Rod Hazell
Editor de la edición en inglés, Londres

Andreas Ortelt
Editor de la edición en alemán, Stuttgart

Gustavo Arroyo
Editor de la edición en español, Madrid

Egisto Corradini
Editor de la edición en italiano, Milán

Ming Chi Kuo
Editor de la edición en chino, Taiwán

Las direcciones de los editores figuran 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 algunos de los términos o símbolos utilizados. La ausencia de dicha mención no implica, sin embargo, la falta de protección sobre esos términos o símbolos.

Editor : Jean-Paul BARTH

Revista técnica, editada por Compagnie Financière Alcatel, con un capital de 42 874 089 700 Francos franceses

Domicilio social : 33, rue Emeriau, 75015 Paris, France

Dépósito Legal : RCS Paris B 351 213 624

Accionista principal : Alcatel Alsthom: 99,9%

Registro Legal : Septiembre 1996

ISSN: 1266-9091

Imprime : Atelier Hugueniot,

275, rue Pierre et Marie Curie, 73490 La Ravoire, Francia

Tirada : 6 600 ejemplares

© Compagnie Financière Alcatel

REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL

3er Trimestre de 1996

Redes de Acceso: Distribuir un mundo de oportunidades

162 Editorial

Redes de Acceso para la Sociedad de la
Comunicación e Información
M. Gordillo

166 Evolución de la red de acceso

D. Carballal, G. Salamanca, D. Delodere

176 Tecnología de acceso para la movilidad universal

J. Navarro

184 Módulo de control de eco para el sistema de acceso radio Alcatel 9800

R. de Fermin, M. Ramos

190 CDMA y DECT: Dos tecnologías de acceso complementarias para países en vías de desarrollo

M. P. Lötter

196 El proyecto IVOD Berlin : Tecnología de acceso para la provisión de servicios

R. Heidemann

201 Redes de líneas alquiladas

R. Peeters, J. Goubert, F. Ulrich

208 Nodos de acceso Alcatel con transporte SDH integrado

C. Baiocco, S. Carbone, C. Fumagalli

215 Gestión de redes de acceso basada en TWN. Aspectos de arquitectura y modelos de información

I. Cabrera, L. Martinez

221 SARA : Una arquitectura software reutilizable en redes de acceso

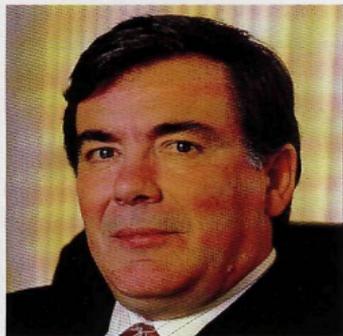
F. González-Vidal, M. Dekeyser, G. Vázquez

229 Planificación de redes de acceso: Metodología, plataformas y herramientas

E. Lafuente, J.L. Roncero

235 Abreviaturas

Redes de Acceso para la Sociedad de la Comunicación e Información



M. Gordillo

Comunicación e información

Está de moda decir que cualquier tipo de información afecta a la sociedad, y que depende mucho de ella. Sin embargo, la sociedad está distribuida en muchas comunidades, cada una de ellas definida por una comunicación de interés común, pero con una misma raíz. Dichos intereses comunes siempre se han basado bien en el comercio, bien en la cultura, en la unión de ideas y cosas. Naturalmente, nuestra sociedad se ha visto influida por estos elementos, el comercio y la cultura han ido de la mano y unas regiones han influido sobre las otras a lo largo de la historia. Por ello, se han creado comunidades de intereses basadas en la comunicación de la cultura y de las cosas.

Actualmente, la información no solo afecta a la cultura, es por sí misma un bien con el que tenemos que comerciar, y sólo se puede hacer mediante la comunicación. Sin la comunicación la información no tiene ningún valor, tanto en el sentido de influir sobre la cultura y entender a los demás como en el sentido de comerciar con un bien que es el corazón de todos los negocios actuales.

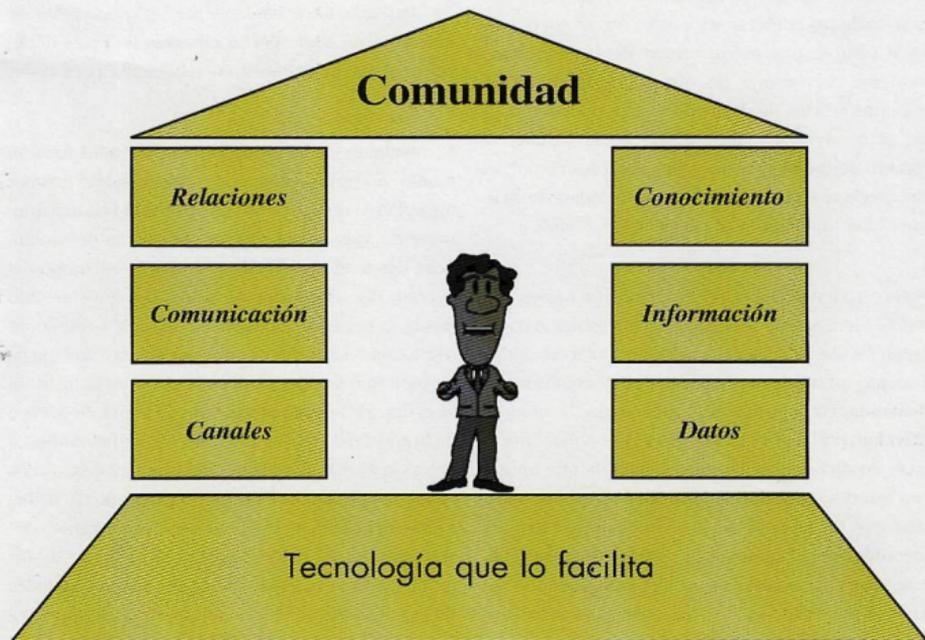
Se ve que la comunicación y la información van unidas de forma inseparable en la sociedad como se muestra en la figura. A nivel tecnológico, la comunicación se basa en elementos del canal, mientras que la información lo hace en elementos de datos. Sin embargo, mientras que de la comunicación se derivan las relaciones entre las personas, de la información se deriva el conocimiento. De la comprensión y el compartimiento tanto de relaciones como de

conocimientos se crean las comunidades que constituyen el alma de nuestra sociedad moderna.

No estamos en un mundo estático, muchas cosas están cambiando rápidamente y lo continuarán haciendo en esta Sociedad de la Comunicación e Información. Sin la comunicación, la información no tiene valor y por ello las redes de comunicaciones son esenciales para la evolución global de una sociedad basada en la comunicación y en la información.

Sin embargo, hoy no podemos alcanzar nuestros ideales cuando intentamos transmitir información

basada en datos de alta velocidad, imágenes e instantáneas y voz. Uno de los principales cuellos de botella actuales es la conexión del usuario final que se basa en proporcionar comunicación vocal usando el predominante cable de cobre de par trenzado. Esta tecnología no puede ofrecer la necesaria capacidad para la actual información multimedia. Están lejos aquellos días en los que solo considerábamos un único servicio y una sencilla arquitectura de red -transmisión, conmutación, el bucle local. La velocidad del desarrollo tecnológico y los cambios en la estructura industrial por la liberalización han creado una amplia variedad de nuevas posibilidades.



Redes de Acceso - criterios de elección

Las redes de Acceso que conectan al abonado con la red han sufrido un replanteamiento radical en los últimos años, lo que ha cambiado dramáticamente la visión de la cantidad de soluciones necesarias.

En un extremo de la gama de requisitos se encuentra la necesidad de proporcionar tanto servicios modernos como servicios telefónicos básicos en las redes en desarrollo a lo largo de Asia, África y América del Sur. Una de los motores que la conducen es cumplir con, como dice Pekka Tarjanne de la UIT, "un derecho humano básico, el derecho a comunicarse". Aquí lo importante no es crear la red sino como proporcionar conexiones a los abonados, al menos una por pueblo o aldea. El deseo de incorporar estas comunidades al moderno mundo de las comunicaciones es otro reto, que se hace posible por la capacidad de la tecnología moderna; la ventaja de estas nuevas redes en regiones en vías de desarrollo es que pueden usar las últimas tecnologías, al no estar ligadas al pasado de fuertes inversiones en cables de cobre. En muchos sentidos es una oportunidad de "saltarse" las capacidades de las redes conocidas.

En el otro extremo está el desarrollo en países con redes bien asentadas donde los problemas son como evolucionar las viejas inversiones en cables y como permitir nuevos servicios combinando demanda, competitividad y tecnología. La competitividad, por la liberalización, es probablemente la base de dichos desarrollos. A medida que aparecen nuevos operadores, innovadores en los servicios que ofrecen, junto a novedosos desarrollos tecnológicos, igualmente de rápido los operadores con redes ya asentadas están respondiendo con nuevas opciones de su propiedad y la actualización de la vieja tecnología.

Redes que cambian

La estructura básica de las redes está cambiando. Cuando hablamos de redes de Acceso ya no pensamos en los cables de cobre enterrados o suspendidos en postes a lo largo de las carreteras. Hoy, la variedad de tecnologías involucradas ha aumentado radicalmente si se compara con la imagen anterior. Los antiguos cables de cobre se pueden explotar a velocidades de transmisión mucho mayores que para los que fueron diseñados aprovechando la tecnología de proceso de señal para superar anteriores limitaciones. Los cables coaxiales, inicialmente configurados para la distribución de televisión, se asocian con la tecnología de proceso o con las capacidades de la fibra para enfrentarse a los nuevos retos. La propia fibra óptica ha sido el foco de una gran atención para crear acceso multiservicio por su inherente ancho de banda. La tecnología de radio ha dado un salto hacia adelante por las aplicaciones de acceso, estimulado por la potencia de proceso del silicio y las inversiones en tecnología para redes celulares.

El resultado de estos desarrollos tecnológicos ha tenido al menos dos consecuencias. En primer lugar, la red de Acceso se ha convertido en una gran parte de toda la red con la inteligencia desplazándose desde el núcleo de la red hacia el campo del acceso. Por esta razón, no sólo nos hemos movido desde la tecnología pasiva de los cables de cobre hacia una tecnología de proceso activa, también se ha pasado del papel pasivo del cable en la distribución del servicio al papel activo de la red de Acceso en la gestión de una amplia variedad de servicios. Lo segundo es que han habido importantes desarrollos en la estructura industrial como resultado de la liberalización. Están apareciendo constantemente nuevos operadores, en particular en el campo de las redes de Acceso, estimulados por las posibilidades de la nueva tecnología. No siempre estas operaciones tienen éxito y, probablemente, es más inteli-

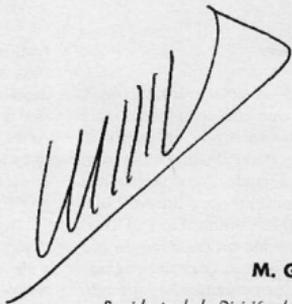
gente seguir un método ya enfocado para crear redes de Acceso que soporten un perfil de usuario final específico que querer explotar una cierta tecnología. En un mundo tecnológico tan rápidamente cambiante es posible el que dichas operaciones con nuevas tecnologías sean obsoletas antes de que se pueda obtener un rendimiento de las inversiones satisfactorio.

Conclusiones

Sabemos que ya no basta con suministrar un tono de llamada: los Operadores buscan nuevos servicios de voz, datos o imágenes, independientemente de la tecnología en la que deban apoyarse, capaces de interconectarse con sistemas de otros suministradores, listos para un uso inmediato y preparados para su evolución en un futuro próximo.

Aproximadamente la mitad de las inversiones de un operador de telecomunicaciones se dirigen a la red de Acceso y, por ello, hemos desarrollado y seguimos desarrollando para ella sistemas basados en tecnologías que proporcionan retornos a corto plazo para que sean posibles los beneficios a largo plazo.

En Alcatel tenemos la más amplia gama de soluciones, tecnología y experiencias. Es el Operador quien, conjuntamente con nosotros, debe elegir las que mejor se adaptan a sus necesidades.



M. Gordillo

Presidente de la División de Negocio de Sistemas de Acceso (ASD) de Alcatel Telecom



Evolución de la red de acceso

D. Carballed, G. Salamanca, D. Deloddere

Introducción

La red de acceso consiste en la parte de una red de telecomunicaciones que va desde un centro de presencia (CO) de una operadora hasta el abonado. Aunque este artículo se centra en operadores públicos de telecomunicación (PTOs), existe también un catálogo de productos de acceso para nuevos operadores (principalmente operadores de cable). El interés de este artículo por los PTOs radica en que estos controlan las mayores redes de telecomunicación y que además sus redes de acceso representan el principal objetivo de los productos de Alcatel Access System Division (ASD). Los productos de acceso que se van a tratar aquí son válidos no sólo para accesos de telefonía

analógica, de red digital de servicios integrados (RDSI) y de líneas alquiladas, sino también para acceder a redes de datos existentes, a redes de servicios "on-line", a Internet y a redes multimedia basadas en el modo de transferencia asíncrona (ATM).

Después de analizar las propiedades de la red de acceso existente y de determinar como las nuevas redes de acceso pueden aportar nuevas capacidades, se mostrarán los principales escenarios de aplicación. A partir de ellos se deducirán una serie de requisitos que los productos de acceso tienen que cumplir. Finalmente, se presentará la red de acceso multiservicio de Alcatel, que proporcionan una solución para la variedad de demandas de acceso.

Red de acceso existente

Desde el punto de vista de la planta externa, actualmente la parte de acceso de la red telefónica conmutada (RTC) se basa principalmente en pares de cobre que conectan a los abonados a la primera central de conmutación (central local). En EEUU, por ejemplo, se han tendido alrededor de un millón de pares de cobre. En entornos rurales, con una muy baja densidad de población y donde una planta de cobre no ha sido instalada, se eligen soluciones de accesos fijos por radio.

Desde el punto de vista de la distribución, en una planta externa de cobre existen varios puntos de flexibilidad desde el CO del operador hasta el domicilio o la oficina del abonado. El primero es el centro de

Tabla 1 - Puntos de flexibilidad en la planta de cobre

Centro de distribución de grupos (MDF)	Punto de distribución de subgrupos (FDI)		Punto de distribución de pares (SDI)		Casa/local del abonado	
Nº típico de pares de cobre	Distancia típica al MDF	Nº típico de pares de cobre	Distancia típica al FDI	Nº típico de pares de cobre	Distancia típica al SDI	Nº de pares de cobre disponibles
400-600 por grupo	3,5 Km	40-60 por grupo	1-2 km	pares individuales	300 m	típ.=1 (2 al 30% de hogares)

distribución de grupos (MDF) que normalmente se encuentra en un CO. Desde el MDF se distribuyen miles de pares de cobre en grupos de 400-600 hasta un punto de distribución de subgrupos (FDI). La **Tabla 1** representa estos y los demás puntos de flexibilidad de la red de acceso, así como las distancias típicas entre ellos.

Desde el punto de vista de los servicios, la red de acceso se instaló para proporcionar servicios de telefonía básica (POTS), pero también se usa para servicios de datos (en ambos casos el acceso hasta el abonado es analógico). Un número creciente de usuarios usa el mismo par físico para, indistintamente, transmitir voz o datos a través de la RTC (en el caso de los datos se utilizan módems analógicos cuyas velocidades alcanzan los 28,8 kbit/s). La mayoría de los accesos a Internet se realizan de esta forma. Actualmente, tecnologías de módems digitales de banda ancha como ADSL (línea de abonado digital asimétrica) permiten acceder a servicios "on-line" a usuarios residenciales que requieren más prestaciones, a abonados que trabajan en casa o a pequeñas empresas; con estas tecnologías las velocidades conseguidas por el mismo par de cobre son significativamente más altas que con los módems analógicos. Empresas algo mayores que necesitan aún más ancho de banda, que transmiten y reciben la misma cantidad de información (acceso simétrico) o que demandan más seguridad acceden directamente a redes de datos como la red de *frame relay*. La RDSI proporciona un interfaz de red común para servicios de voz y de datos. El acceso básico RDSI ofrece hasta 144 kbit/s (dos canales de 64 kbit/s más uno de 16 kbit/s) en un solo par de cobre. La RDSI se basa en conmutadores digitales que proporcionan un servicio digital extremo a extremo. Para ello el operador instala además en casa del abonado un equipo de terminación de red especial.

Desde el punto de vista de los equipos, la red actual de acceso está servida por una gran variedad de sistemas desarrollados por distintos fabricantes. Alcatel ofrece a sus clientes un amplio catálogo de productos de acceso que incluye multiplexores remotos integrados, sistemas de fibra en el bucle de abonado (FTTL), soluciones de red híbrida de fibra y coaxial (HFC), nodos de acceso basados en la jerarquía digital sincrónica (SDH), nodos de acceso con troncales de 2 Mbit/s y sistemas de acceso radio punto a multipunto con microondas. Cada uno de estos sistemas se concibió para satisfacer una parte de los requisitos de la red de acceso y se basa por lo tanto en una arquitectura física y funcional adaptada a su aplicación.

Factores predominantes en la evolución de la red de acceso

Los principales factores que dirigen la evolución de la red de acceso son los siguientes:

- **rebajar los costes de operación y mantenimiento:** en la actualidad estos costes son altos, debido, por ejemplo, al deterioro de las conexiones en los puntos de flexibilidad de la planta de cobre antes descritos
- **mejorar la operación de la red:** por ejemplo para la localización de fallos o para modificar el servicio de un determinado abonado
- **reemplazar centrales analógicas de conmutación cuyo periodo de amortización vence**
- **estar preparada para nuevos servicios:** los PTOs establecidos tendrán que ofrecer nuevos servicios para incrementar sus beneficios además de mantener a sus clientes frente a la competencia; tales servicios van desde el acceso "on-line" hasta los servicios conmutados de distribución digital de vídeo (SDVB),

pasando por los servicios multimedia interactivos (vídeo y audio "a la carta", compra desde casa, etc.); la red de acceso tendrá que ser flexible para poder satisfacer los requisitos de mayor ancho de banda y funcionalidad; el acceso a Internet está cargando a las centrales locales con un perfil de tráfico para el cual no fueron concebidas (un usuario de Internet puede estar ocupando durante horas una línea telefónica).

Nueva red de acceso

Desde el punto de vista de la planta externa, la instalación de la fibra óptica hasta determinados puntos de la red de acceso es un hecho. En los siguientes apartados de escenarios pueden verse distintas estrategias de tendido de fibra óptica. La fibra óptica tiene unos costes bajos de materia prima y de mantenimiento comparado con el cobre, teniendo en cuenta el ancho de banda que ofrece.

El acceso vía radio también está evolucionando. Si las aplicaciones rurales fueron las primeras, nuevas aplicaciones de acceso radio fijo están hoy funcionando en zonas urbanas densamente pobladas y la mayor demanda se espera en aplicaciones de acceso radio móvil.

Una tendencia esperada en la nueva red de acceso es la migración del circuito de línea (banda estrecha y banda ancha) desde el CO a una posición más cercana al abonado con el fin de optimizar los circuitos troncales en cuanto a ancho de banda y fiabilidad; esto implica que en los puntos de flexibilidad antes descritos se instalarán equipos de acceso activos o bien redes pasivas de fibra óptica, consiguiendo así una fiabilidad aún mayor. Como regla general se puede decir que las redes de telecomunicación tienden a disponer de una red troncal consistente en pocos pero muy potentes nodos conectados entre sí mediante enlaces de alta velocidad,

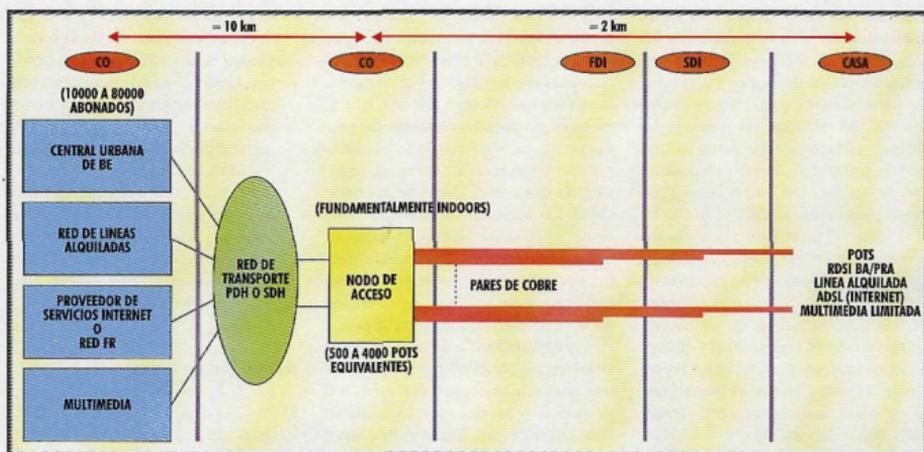


Figura 1 - Aplicaciones de sustitución de central local

y de una amplia red de acceso que llegue a un gran número de abonados. Las redes troncales han sido las primeras en ser modernizadas con las nuevas tecnologías. Las redes de acceso tienen ahora que evolucionar con la instalación de nodos inteligentes de manera que puedan ser operadas eficientemente e integradamente, mejorando así la localización de fallos y la eficiencia en las altas o modificaciones de servicio de los abonados.

La nueva red de acceso tiene que proporcionar los servicios de acceso actuales (POTS, RDSI, datos) pero además tiene que permitir el acceso a nuevos servicios tales como el acceso a Internet a mayores velocidades. Para no tener unos costes de arranque elevados la solución es instalar equipos que empiecen ofreciendo accesos de banda estrecha pero cuya arquitectura permita añadir gradualmente interfaces de banda ancha a medida que se vayan demandando por el cliente (*broadband-ready*). La red de acceso dará un cierto valor añadido al puro transporte de la información entre el abonado y la red de servicios correspondiente. Por ejemplo, los nodos de acceso actuales concentran el

tráfico telefónico conmutado, reduciendo así el número de enlaces con las centrales locales. Además realizan funciones de señalización que anteriormente hacían las centrales. Los nodos futuros desempeñarán funciones similares a estas pero para el tráfico basado en paquetes o en celdas ATM.

La nueva red de acceso tendrá que proporcionar más ancho de banda hasta el abonado. Esta necesidad es por ejemplo notoria en usuarios de Internet que demandan cada vez más velocidad. Esto tiene que resolverse a dos niveles de la red: en el bucle de abonado y en el nodo propiamente dicho. En el par de cobre que llega al abonado el problema de la velocidad se resuelve con nuevas técnicas de transmisión tales como las denominadas línea de abonado digital de alta velocidad (HDSL), línea de abonado digital asimétrica (ADSL) y línea de abonado digital de muy alta velocidad (VDSL). El ancho de banda de los nuevos nodos de acceso tendrá que crecer de acuerdo con los nuevos perfiles de tráfico requeridos para los nuevos servicios. Así mismo su capacidad de procesamiento tendrá que ser mayor.

La competencia en los mercados de acceso va a ser muy dura a partir de ahora. Esto es cierto tanto desde el punto de vista del operador como del suministrador. Las nuevas redes de acceso demandarán en consecuencia equipos baratos para los servicios actuales y precios razonablemente baratos para los nuevos.

Escenarios de la red de acceso

En este apartado se describen una serie de escenarios de la red de acceso, cada uno de los cuales satisface las necesidades de algún operador tipo. Sin embargo, es muy probable que la solución finalmente instalada por estos operadores sea una mezcla de los casos que a continuación se exponen.

Para cada escenario se presentan la arquitectura de la red y las ventajas que el operador obtiene en cuanto a coste y servicio. De cada escenario se pueden deducir numerosos requisitos que los equipos de acceso tendrán que cumplir. La unión de todos estos requisitos es la principal fuente de información para la definición y el desarrollo de una familia de pro-

ductos. Los escenarios presentados son una muestra de los más importantes.

Sustitución de centrales locales

Un buen número de operadores tradicionales está en el proceso de sustituir las viejas centrales locales ya amortizadas. En algunos casos la compañía operadora no está interesada en reemplazar la vieja por una nueva central sino en reducir el número total de centrales de conmutación. En este caso se instalan redes de acceso en el lugar de las viejas centrales. Cuando esto ocurre es muy probable que se quiera seguir utilizando el tendido de cobre existente hasta los abonados.

En este escenario la red de acceso se compone básicamente de un nodo de acceso (AN) que se sitúa en el CO donde la central local estaba instalada. Este nodo de acceso puede conectarse a varios tipos de redes además de la RTC: red de líneas alquiladas, Internet, redes ATM, etc. En algunos casos si por razones de reducción de gastos conviene abandonar el local del CO, el nodo de acceso puede colocarse en el exterior. El nodo de acceso se

interconecta con la red principal de conmutación vía enlaces SDH o PDH (jerarquía digital plesiócrona) y se conecta al abonado mediante los pares de cobre antes mencionados. En la Figura 1 se dan más detalles.

En cuanto a servicios, el nodo proporciona acceso a servicios conmutados y no conmutados de banda estrecha, realizando concentración de circuitos para los primeros. Además el nodo debe proporcionar accesos a servicios "on-line" e Internet a velocidades superiores a 128 kbit/s sobre el par de cobre. Para ello se puede utilizar la tecnología ADSL que además permite la introducción gradual de accesos multimedia; estos requieren en media en torno a 2-3 Mbit/s hacia abajo (sentido red-abonado) y no más de 100 kbit/s hacia arriba (sentido abonado-red).

Además de las características que se pueden ver en la Figura 1, este escenario tiene las siguientes:

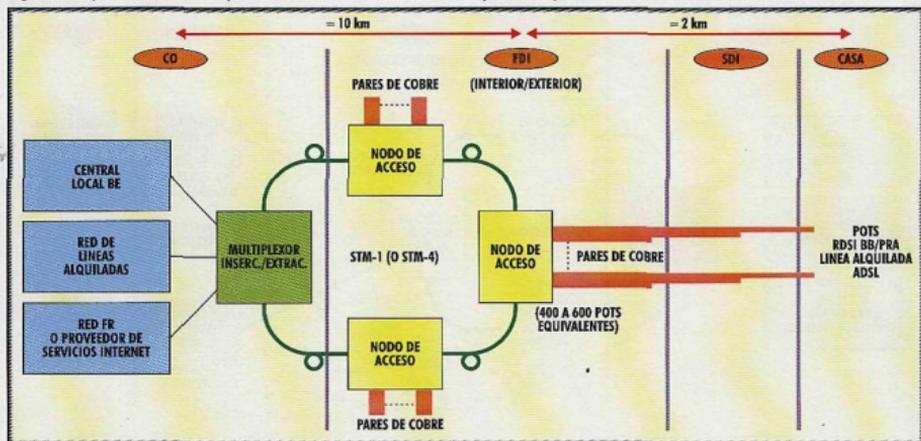
- **Servicios:** acceso tradicionales de banda estrecha, accesos "on-line" a proveedores de servicios (p. ej., Internet), accesos multimedia

- **Interfaces de red:** V5 o protocolos similares sobre SDH o PDH
- **Práctica de equipo:** en interior y además en exterior para pequeñas configuraciones
- **Otros requisitos específicos:** conmutación local para banda estrecha.

Aplicaciones de múltiplex de abonado

Para algunos proveedores de servicio resultan adecuados los llamados múltiplex de abonado (DLC) a la hora de instalar nuevas líneas. Un DLC es especialmente útil cuando los usuarios están repartidos en núcleos de población (p. ej., pequeñas ciudades) espaciados entre ellos. En estos casos se suele instalar un DLC en cada FDI de la red de acceso, para atender a unos 400 o 600 abonados de POTS (o ancho de banda equivalente). Los DLCs se conectan a la RTC (o a otras redes de servicios) mediante enlaces PDH o SDH, utilizándose en este último caso anillos síncronos de 155 o 622 Mbit/s (STM-1 o STM-4) con algoritmos de protección sofisticados. En cada anillo se suelen conectar típicamente 3 o 4 DLCs además de la central local. Como en el escenario anterior, tiene

Figura 2 - Aplicaciones de múltiplex de abonado (con cobre entre el punto FDI y la casa)



que contemplarse una conexión a otras redes de servicios.

Los abonados de cada núcleo de población se suelen normalmente conectar a su DLC con pares de cobre. Esta parte de la red de acceso entre DLC y abonado se denomina red secundaria de distribución. La longitud del bucle de abonado es en este caso de unos 2 km (Figura 2). Sin embargo hay ciertos casos en los que resulta ventajoso tender fibra óptica en dicha red secundaria (con o sin elementos activos), constituyendo así redes de distribución activa (AON) o pasiva (PON) (Figura 3). En este último caso los equipos de acceso constan de una unidad central (el nodo de acceso) conectada remotamente por fibra a varias unidades de terminación de red óptica (ONU) cuya capacidad típica es de 60 abonados de POTS (o ancho de banda equivalente) pero que puede variar entre 4 y 120 abonados. Estas ONUs son las mismas que se utilizan en las aplicaciones FTTL (ver siguiente apartado).

De la misma forma que en el escenario anterior, en este caso cuando se requieren más de 128 kbit/s para

servicios "on-line" o Internet, se recurre a ADSL para alcanzar entre 2 y 4,5 Km. sobre la red secundaria de cobre (Figura 2). Si el abonado se encuentra entre 1 y 1,5 km del equipo (es decir del FDI) se puede entonces utilizar VDSL para poder llevar sobre el par de cobre hasta 25 Mbit/s hacia abajo y hasta 2 Mbit/s hacia arriba. Si el tendido hasta el punto de flexibilidad denominado punto de distribución de pares (SDI) cercano al abonado es de fibra óptica entonces se puede recurrir a un interfaz tipo FTTC DAVIC (grupo de expertos de diversas compañías y organismos de telecomunicación) para salvar los últimos 300 metros desde el SDI hasta el abonado.

Además de las características que se pueden ver en las Figuras 2 y 3, este escenario tiene las siguientes:

- **Servicios:** acceso tradicionales de banda estrecha, accesos "on-line" a proveedores de servicios (p. ej., Internet), accesos multimedia
- **Interfases de red:** V5 o protocolos similares sobre SDH o PDH.

Aplicaciones de fibra en el bucle de abonado

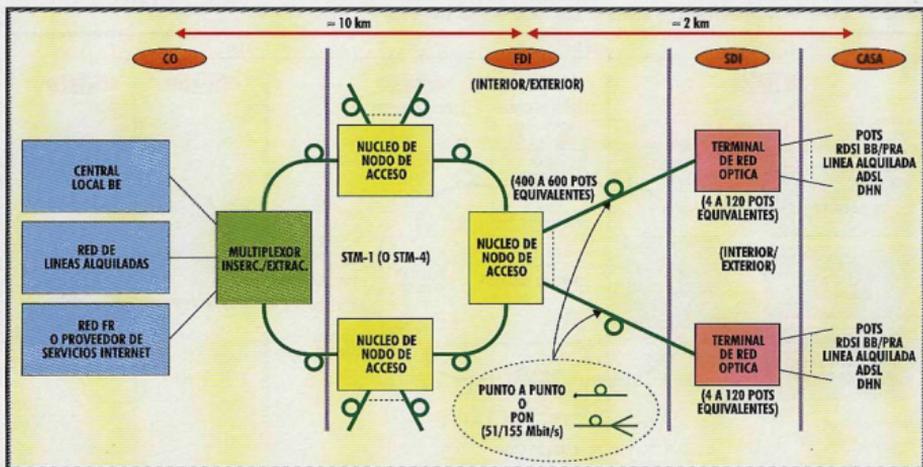
Las aplicaciones de fibra en el bucle de abonado (FTTL) tienen las siguientes posibles configuraciones:

- Circuitos de línea de banda estrecha y/o banda ancha en casa del abonado: FTTH (fibra hasta el hogar)
- Circuitos de línea de banda estrecha y/o banda ancha en interior en el SDI: FTTB (fibra hasta el edificio)
- Circuitos de línea de banda estrecha y/o banda ancha en exterior en el SDI: FTTC (fibra hasta la acera)
- Circuitos de línea de banda estrecha y/o banda ancha en exterior (o interior) en el FDI: FTTCa (fibra hasta el punto de distribución de subgrupos).

La red de acceso multiservicio de Alcatel proporciona soluciones para todas estas configuraciones; sin embargo, la aplicación FTTH se contempla a más largo plazo.

En los escenarios FTTC o FTTB tanto la red de acceso primaria

Figura 3 - Aplicaciones de múltiplex de abonado (con fibra entre el punto FDI y la casa)



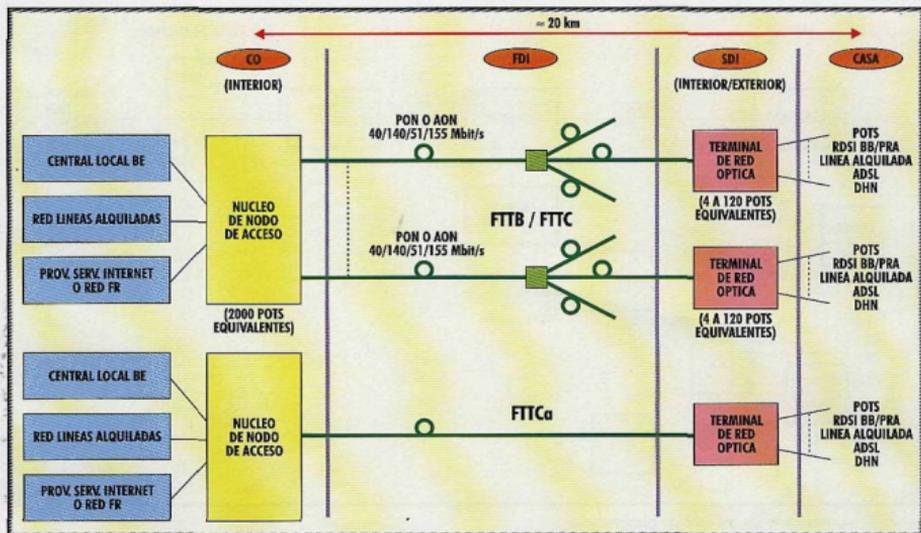


Figura 4 - Aplicaciones fibra a la acera

como la secundaria están basadas en fibra óptica, permitiendo así alcanzarse distancias de 20 km entre central local y abonado en el caso de PON (óptica pasiva) o superiores en el caso de AON (óptica activa). Los últimos centenares de metros entre el SDI (sótano de un edificio por ejemplo) y el usuario, se alcanzan con pares de cobre (Figura 4). Este escenario se suele adoptar por los operadores para tendidos de nueva planta, reduciendo así sus costes de mantenimiento y preparándose para ofrecer nuevos servicios. De esta forma la red queda preparada para ofrecer televisión por cable y servicios de banda ancha cuando estos se demanden.

Además de garantizar ancho de banda, el tender fibra hasta el SDI reduce los altos costes operacionales actuales pues la tasa de fallos de la fibra es sensiblemente menor que la del cobre. Existen datos que permiten asegurar que la mayoría de los fallos ocurridos en la actualidad se localizan en la red secundaria de

cobre (esto representa una justificación más para la segunda alternativa del escenario del apartado anterior). La solución FTTCa representa una solución menos exigente en cuanto a tendido de fibra se refiere. En este caso la fibra va desde el CO de un operador hasta el FDI, desde donde se utiliza cobre para llevar al abonado todo tipo de servicios (banda estrecha: POTS, RDSI, líneas alquiladas; banda ancha: "on-line", multimedia, servicios conmutados de distribución digital de vídeo). Los servicios de banda ancha requieren módems VDSL para poder transitar correctamente por un par de cobre. De hecho un gran número de operadores están tendiendo a ofrecer los servicios de banda ancha "sobre" los de banda estrecha existentes. Es decir instalan al lado de un equipo de banda estrecha operativo uno nuevo de banda ancha y sobre el único par de cobre que va hasta el abonado multiplexan en frecuencia tráfico ATM por encima de la banda base ocupada por las comunicaciones de POTS o RDSI.

Por ejemplo, el servicio SDVB se ofrece distribuyendo por la PON a todas las ONUs un número de canales digitales de distribución (MPEG2 o ATM). El abonado, con un interfaz VDSL o FTTC DAVIC, genera señales de "zapping" hacia la ONU que a su vez conmuta el canal de distribución sobre el enlace del abonado.

La capacidad típica del nodo de acceso de un sistema FTTL es de unos 2000 abonados POTS o equivalentes. Para aplicaciones de FTTB/C, la capacidad de la ONU puede variar entre 4 y 120 POTS. Para aplicaciones FTTCa, el tamaño de una ONU puede variar entre 400 y 600 abonados POTS. Este hecho, combinado con un alcance de hasta 20 km, permite cubrir muchos escenarios con distintas densidades y distribuciones de población. Además, en caso de usar una PON el ancho de banda total puede redistribuirse entre los abonados en cualquier momento sin interrumpir el servicio.

En los casos FTTL, las funciones del nodo de acceso incluyen la

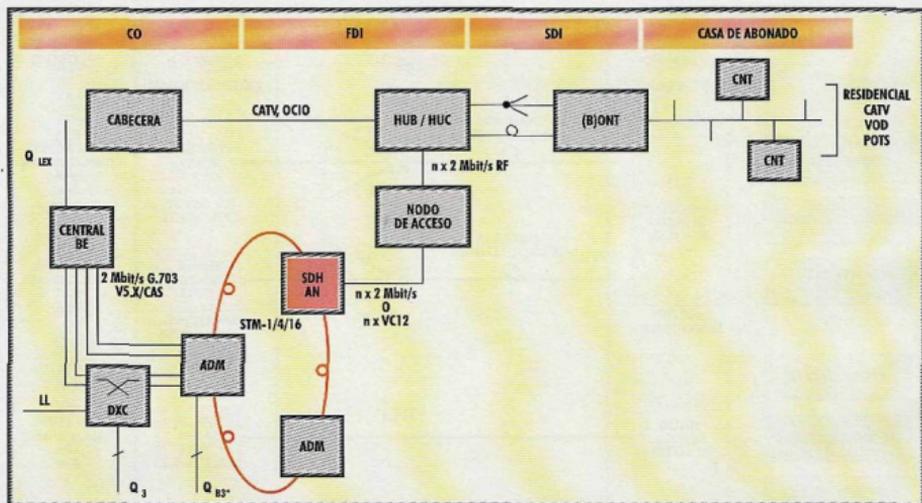


Figura 5 - Aplicaciones de red híbrida fibra-coaxial

redistribución del tráfico de banda estrecha, de banda ancha y de servicios on-line a sus respectivas redes. También incluyen la concentración y la terminación de los interfaces de red.

En resumen, el escenario FTTL es fundamentalmente aplicable como solución para nuevas instalaciones y para modernizar redes existentes. En ambos casos el operador busca cubrir grandes distancias con la red de acceso, necesita una solución con unos costes operativos muy bajos, y/o no está seguro de la evolución de la densidad de la población. Varios operadores de países desarrollados han estado instalando sistemas FTTL como la solución para nuevas instalaciones (p. ej., Deutsche Telekom en los territorios alemanes que formaban la antigua Alemania del Este). Al mismo tiempo, también muchos países en vías de desarrollo han elegido este tipo de sistemas debido a las muchas ventajas relacionadas con la flexibilidad y el coste de operación.

Otras características del AN que no se reflejan en la Figura 4 son:

- **Servicios:** Los tradicionales de banda estrecha más acceso a redes inteligentes.
- **Interfaces de red:** V5 o similar sobre interfaces de SDH o PDH

Aplicaciones de red híbrida de fibra-coaxial

El escenario de red híbrida de fibra-coaxial (HFC) requiere tender una mezcla de ambos tipos de cable. En este escenario llegan a casa del abonado, vía una red de cable coaxial, tanto televisión por cable como servicios telefónicos tradicionales. La televisión por cable se transporta desde la cabecera de red hasta el punto FDI y desde allí vía fibra óptica a la BONT (ONU de banda ancha) situada en el punto SDI. Los servicios de telefonía también se transportan vía fibra óptica desde el nodo de acceso hasta la BONT (ONT de banda ancha). En casa del abonado, la terminación de red coaxial (CNT) provee el interfaz coaxial y de nuevo separa los dos servicios; uno hacia el decodifica-

dor doméstico (*set top box*) y el otro hacia el terminal telefónico (Figura 5)

En este escenario, el AN tiene que dar una nueva funcionalidad además de la descrita en los escenarios anteriores. Esto es debido a las particularidades de la red coaxial y de la transmisión en radio frecuencia (RF) entre la BONT y el AN. Estas funciones incluyen controlar la calidad de la transmisión RF, distribuir dinámicamente la carga de tráfico entre las distintas portadoras, y controlar el consumo de potencia de las distintas CNTs conectadas a una BONT.

Este escenario está dirigido fundamentalmente a operadores de televisión por cable nuevos y existentes que están interesados en introducirse en el negocio de las telecomunicaciones a base de reutilizar sus redes coaxiales existentes. Las soluciones HFC también pueden ofrecer ventajas en cuanto a coste de operaciones a operadores de telecomunicaciones que tienen una planta coaxial ya instalada. En este caso, el mantenimiento de la

planta de cobre puede ser reemplazado por mecanismos automáticos para prevenir fallos y mecanismos de configuración remota sobre la red coaxial.

Características no mostradas en la Figura 5 son:

- **Capacidad:** AN, 2000 POTS o equivalente; BONT, Entre 120 y 500 POTS; CNT, uno o más POTS
- **Servicios:** Los servicios tradicionales de banda estrecha, televisión por cable mas acceso inteligente a Internet
- **Interfaces de red:** En el AN, V5 o protocolos similares sobre interfaces SDH o PDH
- **Interfaces de abonado:** POTS, RDSI acceso básico, líneas alquiladas (hasta 2 Mbit/s), interfaz coaxial al decodificador domestico
- **Práctica de equipo:** AN, interior; BONT, exterior; CNT, ambos.

Acceso radio

La solución de acceso radio minimiza el problema de la frecuentemente incierta previsión de necesidades futuras. Permite que la inversión se haga cuando se necesiten las líneas de abonado. Como solución de acceso, la radio permite cubrir la mayoría de los escenarios. Desde las áreas de densidades bajas hasta las de alta densidad, desde las aplicaciones de abonado fijo hasta las aplicaciones móviles cualquier combinación es posible. Se permiten distintos tipos de configuración dependiendo de como están distribuidos los abonados y de que tipo de servicios se les ofrece. La **Figura 6** ilustra las soluciones radio para los distintos escenarios y aplicaciones basándose en las tecnologías existentes.

Celular: Esta solución se usa para abonados aislados que viven en áreas cubiertas por infraestructuras móviles existentes (hasta 20 km). El abonado puede acceder a la red vía un terminal fijo celular.

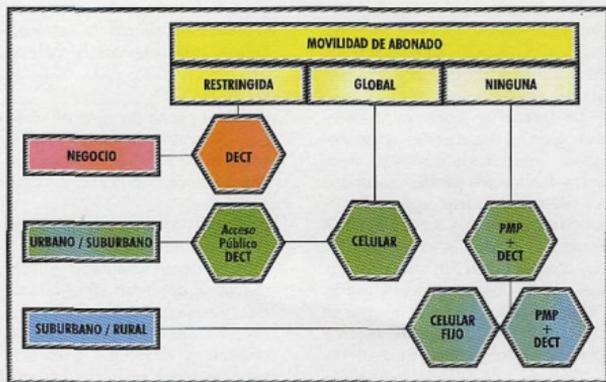


Figura 6 - Soluciones radio basadas en las tecnologías existentes

Punto a multipunto+cola de acceso radio: Esta solución se usa cuando los abonados están distribuidos en pequeños grupos por debajo de cien personas. Teniendo en cuenta que la zona geográfica que se puede cubrir es enorme, el número total de líneas puede ser considerable (hasta 2048).

DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications): Esta tecnología es actualmente el estándar líder para comunicación sin hilos. La tecnología DECT puede usarse para varias aplicaciones como bucle local inalámbrico (WLL), movilidad restringida, modo de operación dual (GSM/DECT) y movilidad del terminal inalámbrico (CTM).

En aplicaciones WLL, se usa DECT para reemplazar el cable del bucle local. Sistemas DECT para WLL pueden conectarse directamente a la central local o usando una función de transporte en caso de que haya grandes distancias entre el sistema WLL y la central local. En este último caso, se puede usar un sistema de transporte radio de microondas punto a multipunto (PMP) o un sistema de fibra óptica.

Este servicio provee movilidad restringida para velocidades peato-

nales con capacidad multimedia. El servicio de CTM puede dividirse en dos segmentos: abonados de negocio y residenciales.

Requisitos de la familia de productos de acceso

Con una idea mas clara de algunos de los escenarios de aplicación más representativos de la nueva red de acceso, ha llegado el momento de destacar los requisitos fundamentales que debe cumplir la familia de productos de la división de sistemas de acceso.

Como se puede deducir del número de características de la red de acceso, de los tipos de operador, de la variedad de servicios, de las posibles topologías, de los requisitos no completamente definidos de los clientes, del impacto de la competencia, etc., hay una necesidad de que coexistan varias variantes de red de acceso optimizadas cada una para poder dar las prestaciones que el cliente necesita.

Se espera que el minimizar el tiempo de desarrollo de nuevos productos o funcionalidades sea un factor competitivo crucial, especialmente para nuevos operadores. Si aparece alguna nueva aplicación en el mercado se puede responder con

rapidez a base de reutilizar los bloques hardware y software ya existentes y diseñando sólo los nuevos para que se engargen con los bloques ya existentes.

La forma de conseguir costes mas bajos es usar las nuevas tecnologías y reducir los gastos de ingeniería. Los costes pueden reducirse por ejemplo al usar componentes ópticos mas baratos o módulos mas altamente integrados como pueden ser componentes de circuitos de línea de modularidad más elevada. Un diseño basado en el concepto de "building blocks" permite reutilizar y racionalizar los gastos de ingeniería.

Además de estos requisitos genéricos, se incluye a continuación una breve lista de los requisitos técnicos más importantes de la familia de productos de acceso:

- proveer varios tipos de interfaz de transporte hacia la red: PDH (2, 34, 140 Mbit/s), SDH (155, 622 Mbit/s) eléctricos u ópticos.
- proveer varios tipos de interfaces de transporte internos a la red de acceso: PON (51, 155, 622 Mbit/s asimétrico), AON (40, 140 Mbit/s), punto a punto (eléctrico, óptico, 51, 155 Mbit/s)
- proveer todo tipo de interfaces analógicos y digitales de abonado (incluyendo HDSL, ADSL, VDSL, FTTC DAVIC)

- soportar varios interfaces de señalización de banda estrecha tanto estándares como propietarios (V5.1, V5.2, RSU, SVCUT, etc.)
- desde el punto de vista de equipos "broadband-ready" tienen que ser capaces de soportar los interfaces de banda ancha VB5.1 y VB5.2.
- proporcionar interfaces de gestión orientado a objetos (Q3)
- usar software orientado a objetos para asegurar su reutilización y su portabilidad
- proporcionar conmutación de circuitos y "grooming" para, respectivamente, servicios conmutados y no conmutados de banda estrecha
- en términos de equipos "broadband-ready" también hay que soportar conexiones semipermanentes y conmutadas
- proporcionar multiplexación estadística de paquetes y de tramas para servicios orientados a mensajes (acceso "on-line" o Internet)
- proveer suficiente ancho de banda (311 Mbit/s) para banda estrecha y servicios basados en interfaces a 2 Mbit/s como pueden ser los servicios "on-line" vía PRA. También, hay que permitir la flexibilidad en la asignación de ancho de banda (simétrico o asimétrico)

- dada la necesidad de ser "broadband-ready", proveer de forma modular y efectiva en coste la posibilidad de añadir una extensión ATM desde cero hasta decenas de Gbit/s
- proveer la capacidad de soportar SDVB
- permitir distintas configuraciones físicas y mecánicas.

Arquitectura de la familia de productos de acceso

Los principales subsistemas previstos en la familia de productos de acceso son el sub-bastidor de banda estrecha (NSHELF), el sub-bastidor de banda ancha (BSHELF), el ONU de banda estrecha (NBONU) y el ONU "broadband-ready" (BRONU). La Figura 7 ilustra, a modo de ejemplo, como pueden interconectarse estos subsistemas.

El NSHELF' estar situado en el CO o en el FDI, mientras que los BRONUs (o los NBONUs) están instalados en el SDI para FTTC/B, y para versiones mayores en el FDI para FTTCa (como una evolución futura BRONUs pequeñas -o NBONUs- podrían situarse en la residencia u oficina del abonado). El BSHELF se sitúa junto al NSHELF cuando los servicios de banda ancha (ATM) tienen que ser tratados por la red de acceso

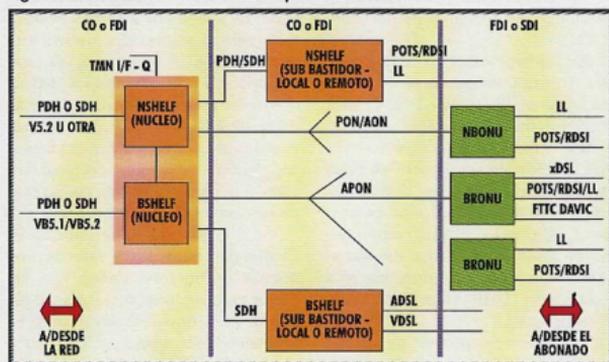
A base de combinar estos subsistemas y situarlos en los distintos puntos de referencia de la red de acceso (CO, FDI, SDI, o casa del abonado) se implementaran soluciones para cubrir los escenarios descritos con anterioridad entre otros.

Dependiendo de su posición, cada sub-bastidor será equipado con distintos bloques hardware y software dando distintas funcionalidades.

El BSHELF, cuando está situado en el CO o en el FDI, puede dar las siguientes funciones de AN:

- Interfaces de red: V5.x, frame relay u otros sobre un transporte PDH o SDH

Figura 7 - Subsistemas de la familia de productos de acceso



- **Interfaces internos a otros equipos de la red de acceso:** redes ópticas pasivas o activas, interfaces punto a punto eléctricos u ópticos a sub-bastidores de líneas o a estaciones base de radio, etc.
- **Otras funciones** como son tratamiento de señalización, interfaces Q y F hacia el sistema de explotación, reloj, alimentación, etc.

El BSHELF también puede dar funciones AN cuando haya una demanda de servicios de banda ancha. Estas funciones incluyen:

- **Interfaces de red:** VB5.x sobre ATM con un transporte SDH
- **El tratamiento del tráfico ATM** originado en las BRONUs. En este caso el tráfico de banda estrecha también es transportado sobre el ATM PON (APON)
- **Otros:** Interconexión al control común y a la señalización de banda ancha.

Tanto el NSHELF como el BSHELF pueden usarse también como sub-bastidores de línea. El primero proveerá interfaces de abonado de banda estrecha (POTS, BA, PRA y otros) mientras que el segundo proveerá interfaces de abonado de banda ancha.

Cuando haya un BRONU en la red de acceso entonces se tiene una cierta combinación de las siguientes funciones:

- interfaces APON al AN
- todo tipo de interfaces de línea de banda estrecha y ancha
- prueba de línea, alimentación, baterías, etc.

El NBRONU es similar al BRONU con la diferencia fundamental de que tiene un interfaz PON en vez de un interfaz APON. Por tanto, si un NBRONU tiene que soportar interfaces de abonado de banda ancha entonces el interfaz óptico PON tiene que ser reemplazado por un

interfaz APON. En el BRONU el interfaz APON siempre está presente.

También pueden instalarse NSHELVES y BSHELVES en modo "standalone". En estos casos, las funciones del AN y las de los sub-bastidores de línea se combinan todas en un equipo.

La arquitectura software de la familia de productos de acceso multi-servicio tiene incluso un grado de flexibilidad mayor para que pueda ser adaptada a los diferentes escenarios [1].

Conclusiones

La razón por la que se tiene un número elevado de distintos escenarios de red de acceso está clara. En el negocio de acceso no hay dos proveedores de servicio con los mismos requisitos. Esto parece ser debido a la gran variedad de factores que determinan las necesidades del proveedor de servicios. Estos factores se pueden resumir en los siguientes: la historia y objetivos del proveedor de servicios, las leyes reguladoras y la situación económica del país, los servicios que se han de soportar hoy y en los próximos años, la infraestructura actual del acceso (tanto en planta como equipos), las influencias y aspiraciones tecnológicas, la densidad de la población y la dispersión geográfica, etc.

La respuesta a esta variedad de requisitos es una familia de productos multi-servicio que ofrece una gran flexibilidad, un coste bajo y la posibilidad de responder rápidamente a nuevos requisitos de mercado. Su arquitectura se basa en tener varios subsistemas hardware y software que pueden ser configurados, equipados e interconectados de distintas maneras dependiendo de la funcionalidad deseada (los conceptos de "plug and play" y "building block"). El producto Alcatel de red de acceso multiservicio soporta muchos servicios de banda

estrecha, que se pueden combinar con una cierta penetración de servicios de banda ancha como son servicios "on-line", servicios multimedia interactivos y distribución. El producto permite usar varias topologías de acceso, incluyendo configuraciones tradicionales de múltiple de abonado, cobre (ADSL), fibra hasta el punto FDI (VDSL), fibra a la acera (FTTC) y fibra al edificio (FTTB). Los servicios de banda ancha se soportan usando ATM extremo a extremo. Además, este producto de acceso es la base para ofrecer nuevos servicios sobre infraestructuras mixtas de cobre y fibra como son el "Cablephone" y los servicios interactivos sobre HFC.

Referencias

- 1 J. Navarro: *Tecnología de acceso para la movilidad universal*; Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 3er trimestre de 1996 (este número)
- 2 F. González-Vidal, M. Dekeyser, G. Vázquez; *SARA: Una arquitectura software reutilizable en redes de acceso*; Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 3er trimestre de 1996 (este número)

David Carballal es responsable del grupo de arquitectura de producto en la Access System Division de Alcatel, Madrid, España.

Guillermo Salamanca es miembro del grupo de arquitectura de producto en la Access System Division de Alcatel, Madrid, España.

Daniel Deloddere es el manager de Full Service Network Product Definition and Technical Strategy en la Access System Division de Alcatel, Amberes, Bélgica.

Tecnología de acceso para la movilidad universal

J. Navarro

La evolución natural de la telefonía móvil tiende hacia la movilidad personal y de servicio, siendo el objetivo final el concepto de telecomunicaciones personales móviles (*Personal Mobile Telecommunications - PMT*)

Introducción

El mundo actual de las telecomunicaciones se dirige, de forma clara y rápida, hacia la movilidad. Los usuarios quieren tener cada vez más acceso a los servicios de telecomunicación, desde cualquier lugar, utilizando procedimientos similares y poder recibir comunicaciones de otros usuarios en cualquier momento, si bien esta última facilidad debe poder ser controlada por el usuario para garantizar la privacidad.

A diferencia de otras recientes novedades en el mundo de las telecomunicaciones, dirigidas básicamente por la tecnología, la movilidad aporta una serie de capacidades que, si bien están basadas en indudables novedades tecnológi-

cas, representan al mismo tiempo una respuesta a necesidades de la vida real.

El concepto de movilidad puede aplicarse a diferentes aspectos, que normalmente suelen ser los tres siguientes:

- movilidad de terminal (TM), que es la capacidad de un terminal para acceder a una red y sus servicios desde diferentes localizaciones y en movimiento, y la capacidad de la red para identificar, localizar y acceder al terminal para la provisión de los servicios
- movilidad personal (PM), capacidad del usuario para acceder a servicios de telecomunicación desde cualquier terminal con un identificador personal

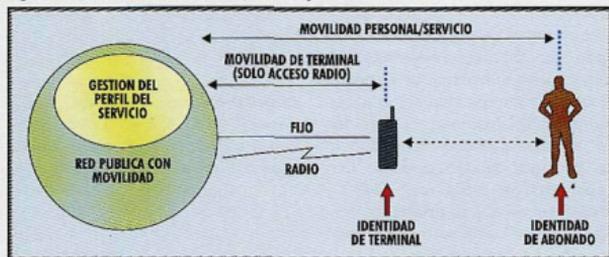
- movilidad de servicio (SM), capacidad del usuario para recibir los mismos servicios (definidos por su perfil de servicio), en diferentes localizaciones y a través de redes distintas (Figura 1).

Hasta la actualidad, el mayor desarrollo de la movilidad en las telecomunicaciones se ha producido en el primer aspecto, la movilidad de terminal. Es la capacidad básica ofrecida por las redes celulares móviles desplegadas en numerosos países en los últimos años, al principio con tecnologías analógicas, y después con sistemas digitales como GSM.

Los conceptos de movilidad personal y de servicio son conceptos relativamente novedosos que todavía no se han introducido en las redes de forma masiva. Una primera puesta en práctica de la movilidad personal aparece en las redes GSM con el uso de la tarjeta de personalización SIM (*Subscriber Identity Module*). Otro ejemplo lo constituye el servicio UPT (*Universal Personal Telephony*) definido por las capacidades de red inteligente (IN) en las redes fijas. En el campo de la movilidad de servicio se puede contemplar un enfoque en el estándar CAMEL (*Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic*) del ETSI [1], que define una facilidad de red que permite al abonado utilizar servicios específicos del operador, incluso cuando está fuera de su red móvil.

Abarcando las tres definiciones anteriores de manera integrada, llegamos al concepto de telecomunicaciones personales móviles (PMT) que reúne uniformemente todos los tipos de movilidad. Alcatel PMT es

Figura 1 - Movilidad de terminal, personal y de servicio



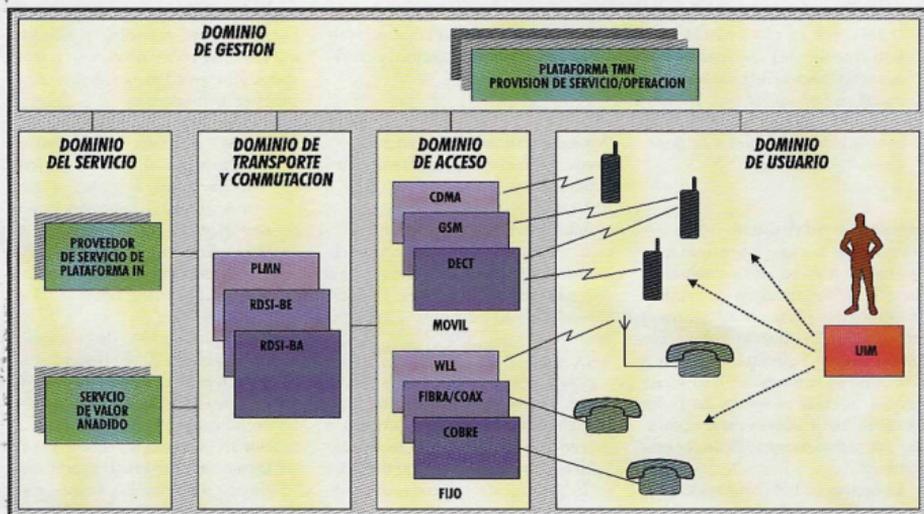


Figura 2 - Modelo de red PMT

la solución de Alcatel para llevar a cabo el concepto PMT de una manera eficaz.

Los usuarios PMT serán capaces de originar y terminar llamadas con un número único, personal e independiente de la red, desde cualquier terminal fijo o móvil y a través de múltiples redes: fijas, móviles, públicas, privadas, convencionales o de una nueva generación, independientemente de la posición geográfica, y con la única limitación de la capacidad del terminal y de la red, o las impuestas por el proveedor del servicio. Los usuarios podrán participar en la definición de sus servicios en el momento de la suscripción pudiendo modificarlos posteriormente.

El PMT apunta a un concepto funcional integrado, con gestión de movilidad para todo tipo de redes de acceso.

Como tal, se puede considerar como la convergencia final de las múltiples plataformas tecnológicas existentes (GSM/DCS+, DECT, CTM, PHS, etc.), para proveer servi-

cios de comunicaciones personales.

Los objetivos genéricos del PMT pueden resumirse en:

- total movilidad en cobertura y velocidad
- todo tipo de entorno (interior, exterior) y escenario (urbano, suburbano, rural)
- múltiples procedimientos de acceso y tecnologías
- múltiples redes
- múltiples proveedores de servicios
- uso de tarjetas inteligentes en terminales fijos e inalámbricos de forma transparente para el usuario.

El tipo y calidad de los servicios no será uniforme en todo el área operacional (variará según el tipo de terminal, el interfaz de acceso, el entorno, etc.), por lo que es importante definir el interfuncionamiento entre los servicios, así como los aspectos derivados de los formatos múltiples del mismo servicio, al ser soportado por redes diferentes.

El modelo de red de PMT

El modelo de red de PMT se muestra en la Figura 2. Incluye una serie de dominios que representan las principales áreas funcionales que juegan un papel específico en la puesta en práctica del concepto PMT.

Dominio del usuario

Comprende el equipo y las funciones que pertenecen al usuario final y con lo que es capaz de usar los servicios de telecomunicación proporcionados por diferentes redes. Los elementos clave en este dominio son:

- el terminal, que puede ser fijo o móvil. Proporciona básicamente el interfaz hombre-máquina, las funciones relacionadas con los teleservicios y las funciones de interfaz con el acceso. Suministra la movilidad de terminal en este dominio

- el módulo de identidad universal (UIM), que es el elemento (tarjeta inteligente) que permite la personalización de cualquier terminal en cualquier red, proporcionando así las bases de las movi- lidades personal y de servicio.

Dominio de la red de acceso

Comprende las funciones que concentran el tráfico de los usuarios hacia la infraestructura de conmutación y transporte, resolviendo el problema de la diferente ubicación geográfica de aquellos respecto a ésta. Aquí se encuentran las funciones del interfaz radio de las redes móviles. Puede suceder que aparezcan operadores específicos de este dominio.

El concepto PMT trae requisitos específicos para el acceso:

- las facilidades de movilidad tendrán que soportarse en todo tipo de red de acceso, tanto actual como futura, fija o móvil, con capacidades que van desde la baja velocidad hasta la banda ancha (13 kbit/s a 622 Mbit/s)
- los protocolos de señalización de usuario en estas redes de acceso deberán ser capaces de transportar información relacionada con la movilidad personal y de servicio (redes fijas), y movilidad de terminal adicional en las redes móviles
- las redes de acceso tienen que ser capaces de separar y distribuir el tráfico destinado a diferentes nodos de servicio
- las redes de acceso móviles deberán ser capaces de manejar la movilidad de terminal en su propio espacio sin depender de la red de transporte
- la gestión de la red de acceso la deberá realizar un sistema de gestión de red independiente; es decir, se podrá gestionar por un proveedor de red independiente
- sin perjuicio de lo anterior, la gestión de la red de acceso

deberá ser integrable en el sistema de gestión del operador de la red de conmutación y transporte.

Dominio de conmutación y transporte

Representa las diferentes redes existentes o futuras (p. ej., RTPC, RDSI, PLMN, RDSI-BA) que proporcionan servicios de telecomunicación básicos de manera independiente. Es el dominio de los operadores de red tradicionales. Requisitos debidos al concepto PMT pueden ser:

- los nodos de conmutación, tanto en redes fijas como móviles, deberán proporcionar acceso a redes de IN complementadas con capacidades de movilidad
- la gestión de las redes de conmutación y transporte deberá realizarse mediante un sistema de gestión de red independiente
- la introducción de nuevas facilidades como la extensión o mejora de los sistemas digitales existentes y que deberían ser suministradas con intercambio de señalización N^o7 como mínimo
- la introducción de nuevas facilidades como la extensión o mejora de los sistemas digitales existentes y que deberían proporcionarse en los correspondientes interfaces con redes de acceso que soportan movilidad.

Dominio del servicio

Comprende los elementos y funciones involucrados en la provisión de servicios, independientemente de las redes que los soportan. En el diagrama se diferencian dos niveles:

Los proveedores de servicios de redes inteligentes: en este nivel se encuentran típicamente las funciones relacionadas con la gestión de movilidad entre redes que permiten las capacidades de movilidad

antes mencionadas (de terminal, personal y de servicio), sobre una variedad de redes de acceso y troncales, que pueden ser gestionadas independientemente:

- el PMT se basa totalmente en IN para proporcionar movilidad de manera global y uniforme en todas las redes que lo soporten
- la movilidad personal y de servicio se deberá soportar sobre la misma infraestructura de IN de las redes fijas
- la implantación de servicios suplementarios se deberá emigrar, tanto como sea posible, de su localización actual en los conmutadores, a su realización por IN, de cara a conseguir una provisión universal y uniforme de estos servicios, y resolver los posibles problemas de interacción
- el PMT deberá comenzar actualizando, por extensión, las actuales plataformas de IN. Hay que prever la migración futura a entornos de proceso distribuido (DPE), en la medida que lo demande el desplazamiento de la inteligencia desde redes/conmutadores a la IN.

Los proveedores de servicios de valor añadido (o de contenido de información):

Representan a los proveedores de servicios especializados (p. ej., servidores Internet, vídeo bajo demanda o multimedia) que pueden conectarse a una o más redes de transporte. Ofrecen servicios o aplicaciones específicas sobre los servicios de telecomunicación básicos de los operadores de red tradicionales.

Dominio de gestión

Contiene los elementos, herramientas y funciones para la operación, planificación y administración de la red.

La gestión de los componentes, redes y servicios que soportan PMT

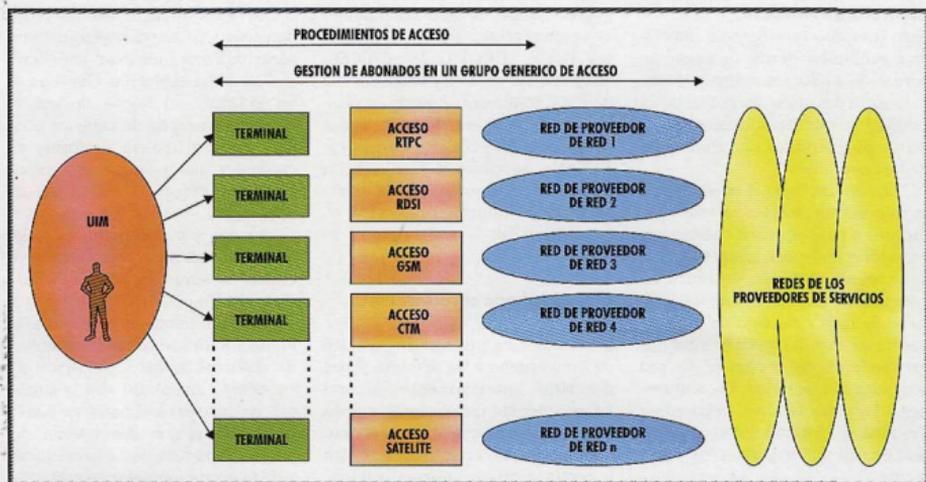


Figura 3 - Apariencia de la convergencia a nivel de servicios en el PMT

deberá seguir los principios y arquitectura TMN (*Telecommunication Management Network*), lo que equivale a tener:

- arquitectura funcional TMN: separación clara de las funciones de elemento de red, de adaptador-Q, de mediación, de sistema de operación (OS), y de estación de trabajo
- arquitectura física TMN: elemento de red, sistema de operación, estación de trabajo
- arquitectura administrativa
- arquitectura estratificada TMN: elemento de red, OS de gestión de elemento, OS de gestión de red, OS de servicio
- modelo de información TMN
- modelo de comunicación TMN: Q3, protocolos X.

Estos principios deberán seguirse para facilitar la provisión de redes abiertas (ONP), es decir, una multiplicidad de operadores de red y de servicios, pero permitiendo a la vez funciones de gestión rentables en aquellos escenarios que no soporten tal multiplicidad.

Convergencia de redes y servicios

La puesta en práctica del concepto PMT conlleva la convergencia de una serie de capacidades de telecomunicación que hoy se proporcionan de manera independiente. Esta convergencia puede analizarse desde dos puntos de vista: a nivel de servicios y a nivel de red.

Convergencia a nivel de servicios

La convergencia a nivel de servicios implica que éstos se ofrezcan de manera uniforme en cualquier lugar. El hecho de ser proporcionados por redes diferentes (y posiblemente independientes) no es visible para el usuario.

Con este tipo de convergencia podrían surgir "proveedores de servicios" capaces de proporcionar la necesaria combinación de servicios fijos y móviles. La convergencia a nivel de servicio no requiere la integración física de las redes fijas y móviles, excepto, en algunos casos, en el terminal (terminales multimodo).

La Figura 3 presenta gráficamente el concepto de la convergencia a nivel de servicio. En este caso, las redes existentes se reutilizan en el mayor grado posible. Al usuario se le identifica por el UIM (*User Identification Module*) que debe poder conectarse a cualquier terminal de cualquier red del ámbito de su suscripción.

Las redes de los proveedores de red (NPNs), son las redes tradicionales fijas (p. ej., RTPC) o las móviles (p. ej., PLMN).

Las redes de los proveedores de servicios (SPNs) son redes superpuestas que se comunican con las NPNs y que se asocian a un proveedor de servicios particular. Las SPNs tratan la gestión de la movilidad entre redes y la gestión de abonados del grupo genérico de acceso (conjunto de NPNs a los que un usuario particular puede tener acceso). Una NPN puede interfuncionar con múltiples SPNs y una SPN puede también hacerlo con múltiples NPNs, dependiendo de los acuerdos de itinerancia establecidos entre las partes involucradas.

Convergencia a nivel de red

Este tipo de convergencia implica una evolución desde la situación actual de múltiples redes y plataformas, a un número limitado de entidades multifuncionales capaces de proporcionar una gran variedad de servicios.

La convergencia a nivel de red es importante para los nuevos operadores o para aquellos operadores existentes que estén interesados en soluciones técnicas optimizadas con una inversión de capital limitada. Si bien este tipo de convergencia es más importante para los proveedores de servicios de red que para los usuarios, las soluciones adoptadas tendrán impacto en las tarifas, disponibilidad y facilidad de uso de los productos y servicios.

La **Figura 4** muestra, con algunos ejemplos, la posible evolución de los actuales estándares hacia la convergencia de redes. Partiendo de soluciones actuales de red no integrada (las fechas son sólo orientativas), se muestra como

pueden aparecer diversas soluciones convergentes a diferentes niveles (CTM, DECT/GSM, CAMEL, etc.) que llevan a la solución final de PMT, totalmente basada en principios de convergencia de redes (acceso radio UMTS, transporte RDSI-BA, servicios IN-CS3) [2]. En la figura 4, el término B-GSM representa la introducción del ATM en las redes GSM.

El camino hacia el Alcatel PMT

Para poner en práctica los niveles de convergencia de servicio y red descritos anteriormente, Alcatel ha establecido una serie de etapas de evolución que tienen como base su permanente dedicación en investigación, normalización, desarrollo e implantación de soluciones de red que combinan conmutación, transmisión, acceso, terminales e inteligencia, para satisfacer las necesidades específicas de cada operador o usuario final.

De manera particular las redes de acceso, principal objeto del presente número, juegan un papel crucial en dicha evolución. Como ya se ha indicado, el hecho de que el usuario sea capaz de acceder a los servicios de manera uniforme en cualquier lugar, pone requisitos muy específicos a las redes de acceso.

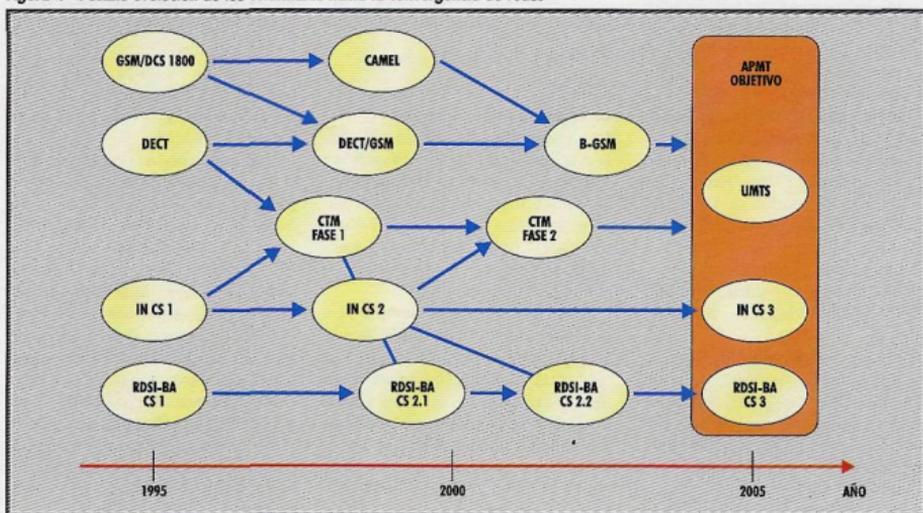
Alcatel, con su amplio catálogo de productos, será capaz de proporcionar la solución adecuada para cada entorno.

Hay que tener en cuenta que la migración desde la situación actual de distintas redes y servicios no sucederá siguiendo un camino único y bien definido, sino de maneras distintas que dependerán del punto de partida de cada operador y de la evolución del mercado.

Alcatel CTM: la solución para operadores de red fija

El sistema CTM (*Cordless Terminal Mobility*) de Alcatel proporciona movilidad en áreas seleccio-

Figura 4 - Posible evolución de los estándares hacia la convergencia de redes



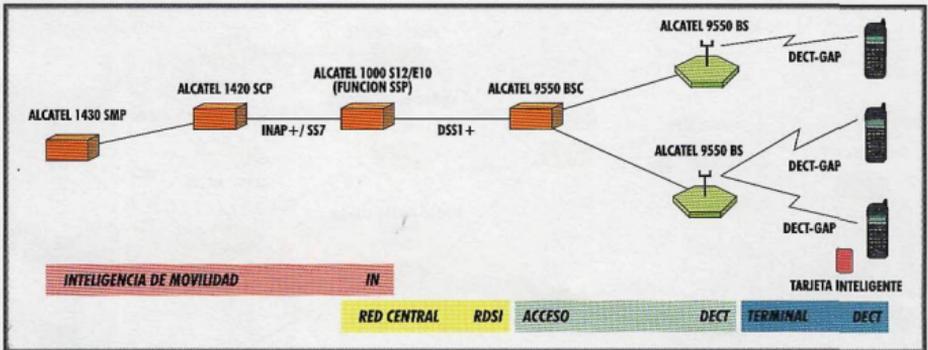


Figura 5 - Alcatel CTM

nadas. Representa un primer paso en la migración hacia el PMT, y es una solución orientada principalmente a operadores de red fija que quieran entrar en el negocio de la movilidad.

Permite extender, en una primera fase, las capacidades de la red fija con movilidad de terminal y posteriormente con movilidades personal y de servicio.

Un ejemplo de modelo de red PMT aplicado a CTM se presenta en la Figura 5. En cada dominio se indican los productos de Alcatel que proporcionan la funcionalidad requerida.

En la solución CTM de Alcatel, la movilidad de terminal la da la red de

acceso radio basada en el controlador de estaciones base Alcatel 9550 y en la estación base Alcatel 9550. La extensión a movilidad personal se puede realizar, en una fase posterior, por medio de tarjetas inteligentes (DAM), para terminales inalámbricos con interfaz DECT-GAP.

La itinerancia por todo el área operacional (que puede tener una extensión geográfica ilimitada) está soportada por el protocolo de señalización DSS1 con la extensión necesaria para el soporte de movilidad (DSS1+).

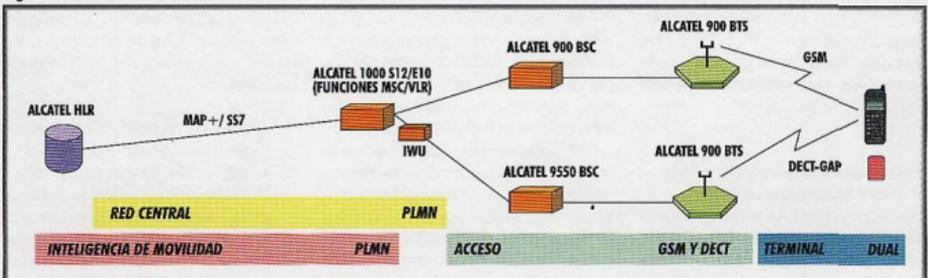
Las características del servicio siguen las definiciones de ETSI, basándose el soporte del servicio en la plataforma IN normalizada de

Alcatel (Alcatel 1000 S12/E10 con función SSP, Alcatel 1420 SCP, Alcatel 1430 SMP) y los protocolos INAP+ sobre señalización n^o7.

Alcatel GSM-DECT: la solución para operadores móviles avanzados

La solución GSM-DECT de Alcatel ofrece movilidad personal y movilidad de terminal global a la vez que movilidad local para interiores o puntos de alta densidad o tráfico en exteriores, en donde la tecnología inalámbrica DECT puede mejorar las características de cobertura del GSM. El modelo de red de esta etapa hacia el PMT se muestra en la Figura 6.

Figura 6 - Alcatel GSM-DECT



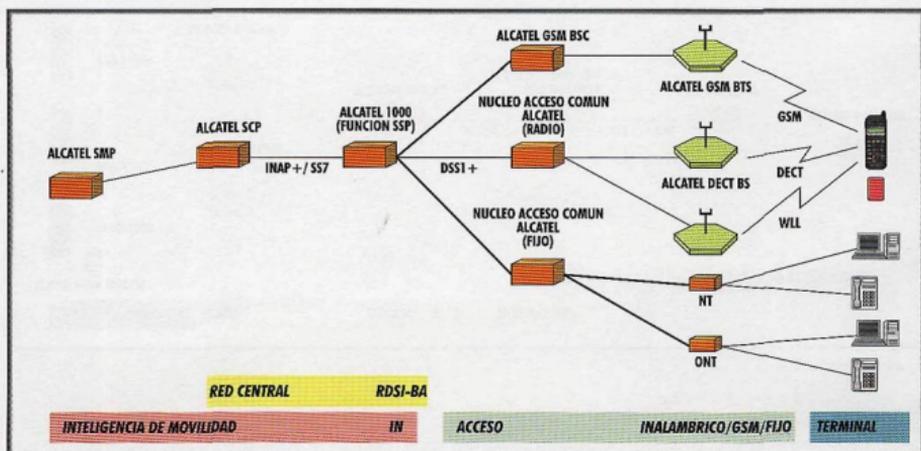


Figura 7 - Alcatel PMT

La coexistencia de los interfaces radio DECT y GSM es posible gracias a terminales de modo dual, que permiten una operación ininterrumpida en todos los entornos, utilizando tarjetas inteligentes tipo SIM (*Subscriber Identification Module*) y módulos DAM (*DECT Authentication Module*).

La red de acceso radio se constituye haciendo uso de Alcatel 900 BSC/BTS para GSM, y de Alcatel 9550 BSC/BS para DECT.

La movilidad global la proporciona la red GSM (Alcatel 1000 S12/E10 con funciones MSC/VLR), y Alcatel HLR con MAP (*Mobility Application Part*) sobre señalización n°7. Una entidad de interfaz de interfuncionamiento específica (IWU) proporciona la necesaria adaptación de protocolos de señalización entre BSC DECT y MSC GSM.

Telecomunicaciones personales móviles de Alcatel: la convergencia final

La solución final Alcatel PMT satisface finalmente la definición de telecomunicaciones personales móviles -movilidad global de termi-

nal, personal y de servicio- basándose en una arquitectura de red convergente. Esta convergencia, no obstante, no significa una solución única en todos los dominios.

En el caso particular del acceso es de esperar que una diversidad de tipos, tanto fijos como inalámbricos, sigan existiendo durante mucho tiempo. En este dominio, la convergencia de red se obtiene usando núcleos funcionales comunes para diversos tipos de interfaces de acceso. Un núcleo común de acceso incorpora todas las funciones y procedimientos en la parte fija del interfaz aire tipo DECT, independientemente de su uso en aplicaciones móviles o fijas (*Wireless Local Loop - WLL*). Esta entidad gestiona todo el tráfico y los recursos radio de las partes de terminación radio asociadas. También es responsable del interfaz con la red de transporte.

El mismo tipo de funciones núcleo comunes pueden usarse en aplicaciones de acceso fijo adaptando la gestión de recursos radio a la de recursos de tipo fijo.

Los terminales multimodo proporcionan movilidad local y global,

en banda ancha o estrecha, gracias a interfaces radio de tipo celular, inalámbrico u otros, según se requiera. Los terminales fijos también permiten la movilidad personal y de servicio, en banda ancha o no, con la sola limitación de sus propias capacidades.

En el dominio de transporte, los conmutadores Alcatel 1000 RDSI-BA proporcionan las capacidades multifuncionales requeridas para todo tipo de servicios, de banda ancha y estrecha.

Las características de movilidad total están soportadas por las facilidades del IN-CS3 (*Capability Set 3*), basadas en la evolución de las técnicas actuales de IN. Además de ello, la evolución de la inteligencia de red para el Alcatel PMT tendrá en cuenta:

- el diseño orientado a objetos en lugar de a funciones
- la migración de las plataformas IN actuales hacia plataformas de proceso distribuido, permitiendo el diseño de redes con completa independencia en la asignación de funciones (Figura 7).

Conclusiones

La evolución natural de la telefonía móvil es la movilidad personal y de servicio y la meta final el concepto de telecomunicaciones personales móviles.

La red de acceso juega un papel crucial en la migración hacia este concepto facilitando la existencia de una variedad de tipos de acceso (GSM, DECT, WLL, fijo, etc.) que deberán cooperar entre sí para alcanzar los requeridos niveles de convergencia para el objetivo de Alcatel PMT.

Primeros ejemplos de este camino hacia el PMT son el sistema CTM, mediante el que los operadores fijos pueden introducir la movilidad en sus redes, y el interfuncionamiento DECT-GSM, con el que los operadores celulares pueden extender su negocio a entornos que no podían alcanzar previamente.

Referencias

- 1 ETSI: TC-TR-GSM 02.78. La facilidad CAMEL (Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic); descripción del servicio. etapa 1, junio de 1995
- 2 ETSI: UMTS 01.04. Escenarios y consideraciones para la introducción del UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). Septiembre de 1995.

Juan Navarro es director de arquitectura de servicios y de red en Alcatel Access System Division, Madrid, España.

Módulo de control de eco para el sistema de acceso radio Alcatel 9800

R. de Fermin, M. Ramos

El acceso radio, empleado tradicionalmente en áreas de baja densidad de población y cada vez más en entornos suburbanos y en redes privadas, requiere un control de eco eficaz

Introducción

El acceso radio al domicilio del abonado es una solución ampliamente difundida para proporcionar servicios de voz y datos en áreas con baja densidad de población. El Alcatel 9800 pertenece a una nueva generación de sistemas de acceso radio que representan también una buena alternativa para áreas suburbanas o redes privadas, ya que puede doblar su capacidad empleando canales ADPCM a 32 kbit/s, e incluso permite reemplazar los pares de abonado por enlaces sin hilos basados en tecnología DECT.

El sistema opera en TDM/TDMA (multiplexado por división en el tiempo/acceso múltiple por división en el tiempo) con FDD (duplexado por división de frecuencia). Puede

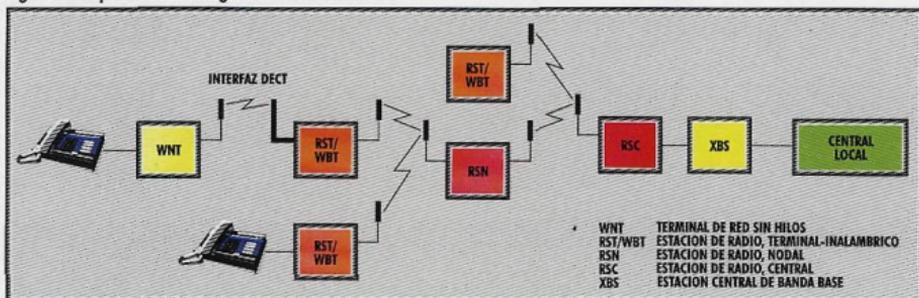
dar servicio a un máximo de 2048 abonados, con hasta 120 canales de tráfico de 32 kbit/s, o 60 de 64 kbit/s, disponibles bajo demanda para todos los abonados, lo que hace del Alcatel 9800 un sistema con concentración. Sus enlaces de radio operan a 2,4 y 1,5 GHz, empleándose 1,9 GHz para la terminación DECT. La **Figura 1** muestra un esquema sencillo de la configuración del Alcatel 9800 donde se han representado las diferentes estaciones del sistema. Brevemente, hay tres estaciones radio: la RSC se encuentra cerca de la central, situada adecuadamente para obtener la máxima eficiencia radioeléctrica; la RST proporciona el acceso al abonado, mediante cableado o con un subsistema DECT; finalmente, pueden existir varias RSNs

que garanticen la propagación entre la RSC y la RST. La XBS (estación central de banda base) se conecta a la central local y controla todo el sistema.

Requerimientos de control de eco en el Alcatel 9800

Sin embargo, doblar la capacidad del sistema con canales ADPCM y emplear tecnología DECT aumenta el retraso del sistema hasta una cantidad que podría causar ecos acústicos y eléctricos, si no se compensaran. Este problema se describe exhaustivamente en [1], donde se analizan en detalle los requerimientos de control de eco para el Alcatel 9800, concluyendo que el usuario conectado al sistema podría recibir un eco de su propia voz generado en el interfaz con la red pública (E1 en la **Figura 2**) y una segunda perturbación proveniente del camino de retorno no deseado que se produce en el terminal del abonado remoto

Figura 1 - Esquema de la configuración del Alcatel 9800



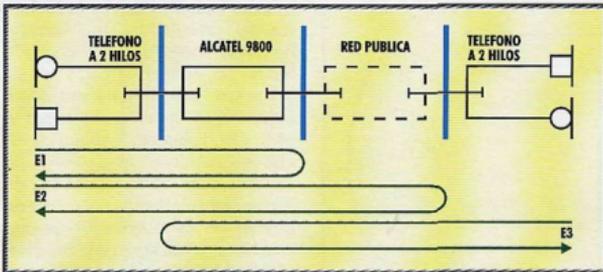


Figura 2 - Caminos del eco en el Alcatel 9800

(E2 en la figura); este abonado lejano, similarmente, recibe un eco de su propia voz generado en el terminal del abonado del Alcatel 9800 (E3).

Como se indica en [1], el camino de eco E1 no deteriorará la calidad de una conversación si se le añade una atenuación de 26 dB, mientras que E2 y E3 requieren una pérdida adicional de 10 dB. Para prevenir cualquier degradación en la calidad de la conversación debida a esos caminos de eco, el Alcatel 9800 incorpora un módulo, el XEC (controlador de eco en la XBS), que puede proporcionar la compensación requerida por todas esas posibles fuentes de eco para hasta 64 canales simultáneamente, de forma que sólo se requieren dos módulos para todo el sistema.

Situación en el sistema del módulo de control de eco

El módulo de control de eco está situado en la XBS del Alcatel 9800, debido a razones tanto técnicas como económicas: en primer lugar, el coste debido a una determinada prestación en un sistema con concentración disminuye conforme esa prestación se mueve desde los terminales (donde el número de canales que se deben manejar sería el máximo número de abonados servidos por el sistema, 2048 en el Alcatel 9800) a la estación central, donde el número de canales disponible es mucho menor (120 para nuestro sistema). También deberían considerarse los costes de mantenimiento, especialmente si el sistema se instala en áreas de difícil accesibilidad.

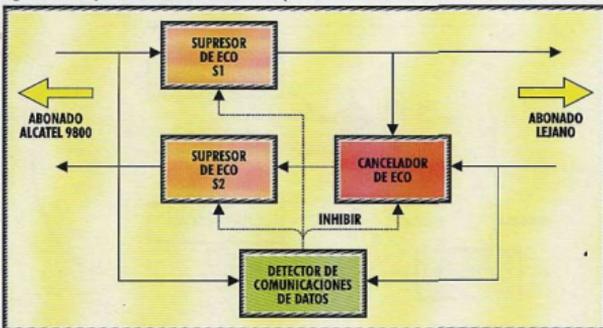
En segundo lugar, situar el controlador de eco en la XBS, todo lo cerca posible de la híbrida que ocasiona el eco E1, reduce la respuesta impulsional de ese camino visto desde el controlador, permitiendo su compensación con un cancelador de eco de longitud mínima. Como se trata de un dispositivo complejo, que requiere un número de operaciones proporcional a su longitud, minimizar el cancelador de eco reduce considerablemente la complejidad global del XEC, como se analizará en los apartados siguientes.

Dispositivos de control de eco para cada canal

Para cumplir las especificaciones detalladas anteriormente, el módulo de control de eco incluye, para cada canal (Figura 3):

- un supresor de eco S1 que puede configurarse para añadir una atenuación entre 6 y 18 dB al eco recibido por el abonado del Alcatel 9800, compensando totalmente el camino E2
- un cancelador de eco capaz de añadir al menos 16 dB al camino de eco E1; el cancelador y el supresor deben, pues, funcionar conjuntamente para atenuar por completo el camino E1
- un segundo supresor S2 (también configurable entre 6 y 18 dB) encargado del eco para el abonado lejano E3
- un detector de comunicaciones de datos en banda vocal.

Figura 3 - Dispositivos de control de eco para cada canal en el XEC



Como ya se ha dicho, el XEC es altamente configurable, puesto que los niveles de atenuación en los supresores pueden programarse con un valor distinto para cada dirección, así como para cada canal. Más aún, todos estos dispositivos pueden activarse e inhibirse por separado, de forma que el módulo se puede emplear en cual-

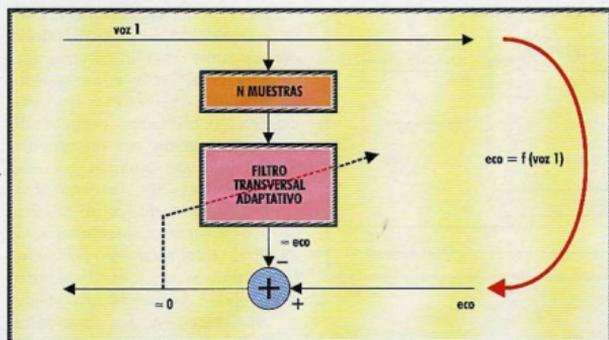


Figura 4 - Cancelador de eco adaptativo

quier sistema de comunicaciones con una mínima adecuación de su interfaz con el exterior.

Cancelador de eco

La Figura 4 representa la arquitectura del cancelador de eco: dado que la perturbación por eco que se recibe por la línea es una función de la voz del que habla, el cancelador utiliza esa misma voz y el eco recibido para obtener una aproximación del canal de eco. Una vez se dispone de esta aproximación (en nuestro caso, se emplea un algoritmo lineal para estimarla) se filtra con ella la voz del que habla, y el resultado se resta de la voz del abonado lejano. Si la estimación del canal de eco es lo suficientemente buena, el resultado de tal resta debe ser cercano a cero, eliminándose así la perturbación por eco del sistema.

El cancelador simula el canal de eco con un filtro digital cuyos coeficientes se actualizan de manera que se minimice la diferencia entre la salida del filtro y el eco recibido. Para poder ajustarse al verdadero canal de eco, la longitud de este filtro debe cubrir la respuesta impulsional del canal, tal y como se ve desde el cancelador. Típicamente, se asume que la respuesta del canal

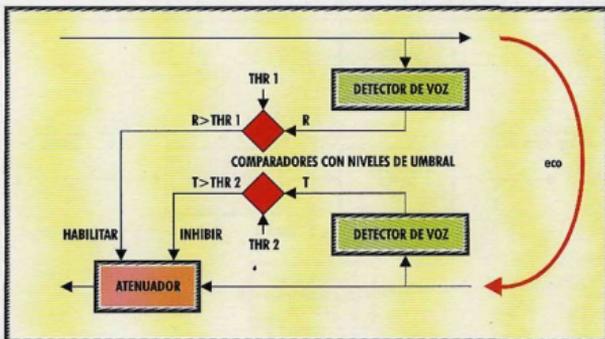
de eco de una híbrida tiene una duración de unos 4 ms [2], así que, a una frecuencia de muestreo de 8 kHz, puede esperarse que un filtro digital de 32 coeficientes sea capaz de reproducir el canal de eco con gran precisión. Obviamente, emplear menos muestras en el cancelador lleva a una estimación del canal menos exacta, si bien tal estimación puede ser suficiente, dependiendo de las especificaciones del dispositivo; los 16 dB requeridos para E1 en el Alcatel 9800, por ejemplo, pueden alcanzarse con sólo 16 coeficientes, es decir, con un filtro que abarque 2 ms.

La adaptación de los coeficientes del cancelador, sin embargo, no puede tener lugar si el abonado lejano no está en silencio y, por supuesto, no tiene sentido a menos que el abonado cercano esté efectivamente hablando, así que se requiere un detector de energía para cada abonado, de forma que se habilite el procedimiento de adaptación solamente cuando el usuario del Alcatel 9800 está hablando y el otro abonado no.

Supresores de eco

Un supresor de eco es un dispositivo más sencillo, basado en los detectores de energía que también se emplean para el cancelador de eco (Figura 5) y un atenuador. Básicamente, cuando el estimador de energía local supera un umbral determinado, se activa el atenuador, de manera que se atenúe el eco en la línea, y cuando el estimador es menor que tal umbral, se inhibe el atenuador, puesto que no puede haber ningún eco retornando hacia el abonado; en cualquier caso, también se inhibe el atenuador cuando el estimador de energía lejana detecta una voz en esa dirección, para permitir que la voz del abonado lejano alcance al otro usuario sin alteraciones.

Figura 5 - Supresor de eco



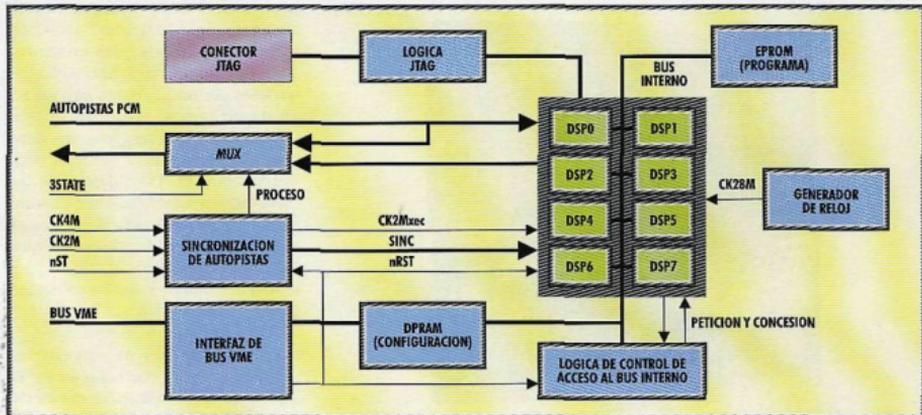


Figura 6 - Arquitectura del módulo de control de eco del Alcatel 9800

En el XEC se han situado dos supresores simétricamente, uno atenuando el eco recibido por el usuario del Alcatel 9800, el otro disminuyendo la perturbación que oíría el abonado lejano. Como se mencionó con anterioridad, el primer supresor controla E2 y ayuda al cancelador con E1, en tanto que el segundo se encarga de E3.

Detector de comunicaciones de datos

En el Alcatel 9800 pueden asignarse canales dedicados para transmisión de datos síncronos a *velocidad media*, en los que se requiere la inhibición manual de todos los dispositivos de control de eco. El XEC permite al módulo de control del Alcatel 9800 configurar cada canal en tiempo real, bien mientras se asigna el enlace, bien cuando realmente se establece una llamada, así que la inhibición manual del control de eco para un canal dedicado resulta una tarea sencilla.

Por otra parte, también es posible transmitir datos hasta 9600 bit/s por los canales ADPCM, siendo necesario un detector que

identifique las comunicaciones de datos de forma que el cancelador y los supresores puedan ser inhibidos automáticamente [3], [4]. Para ello, cada canal se equipa con un detector de tonos de 2100 Hz bidireccional, puesto que ésta es la frecuencia usada por los terminales de datos para comenzar su protocolo de enlace. Cuando este detector identifica un tono de 2,1 kHz en la línea, deshabilita automáticamente todos los dispositivos de control de eco del canal en cuestión, impidiendo que deterioren la calidad de la comunicación de los datos.

Potencia de proceso

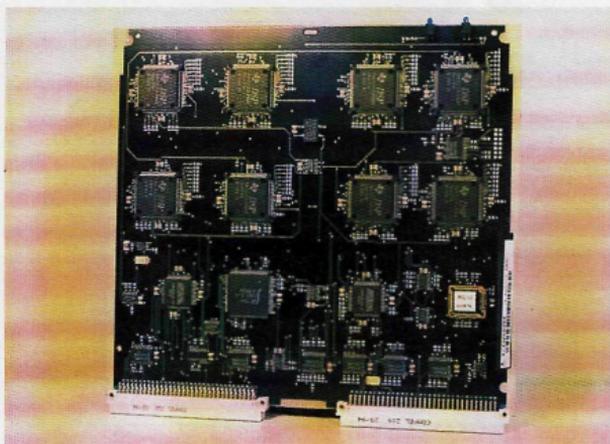
El XEC incluye todas las facilidades de control de eco descritas anteriormente hasta 64 canales; una estimación de la potencia de proceso necesaria para ello puede ayudar al lector a comprender la arquitectura del módulo.

Para cada canal, un cancelador de eco de 2 ms requiere 1,25 MIPS (millones de instrucciones por segundo) como máximo, aunque

desde luego empleará menos potencia de cálculo cuando el abonado del Alcatel 9800 permanezca en silencio. Los dos supresores ejecutan unas 70.000 instrucciones por segundo cada uno (0,07 MIPS), y el detector de comunicaciones en banda vocal necesita hasta 1 MIPS. Finalmente, debe reservarse otro MIPS adicional para el resto de los bloques y funciones, como la lectura y escritura de las tramas PCM, la codificación y decodificación en ley A, etc. Para lograr que todas estas cifras sean tan reducidas, resulta extraordinariamente importante situar el cancelador junto a la híbrida y realizar un diseño optimizado de todos los dispositivos.

Sin embargo, sumándolo todo, la potencia de proceso necesaria está alrededor de 3,4 MIPS por canal, esto es, casi 220 MIPS para todo el XEC.

El módulo de control de eco se diseñó alrededor del procesador digital de señal (DSP) TMS320C50 de Texas Instruments, que puede ejecutar más de 28 MIPS, luego el XEC requiere ocho de estos circuitos, cada uno de ellos a cargo de 8 canales.



Fotografía A - Módulo de control de eco del Alcatel 9800 - XEC

Módulo de control de eco para 64 canales

La Figura 6 muestra el diagrama de bloques del módulo de control de eco. El bloque de procesado del eco, que es el núcleo del XEC, incluye los ocho DSPs (Foto A) que proporcionan la cancelación y supresión de eco, y la detección de datos para ocho canales cada uno. El software que debe ejecutarse en estos DSPs está almacenado en una memoria de sólo lectura (etiquetada Programa en la figura), de donde se leen los procesadores durante el encendido, en un procedimiento en serie definido por el bloque de acceso al bus que garantiza que aquellas líneas de la tarjeta que son comunes a todos los DSPs sólo reciban datos de un procesador en cada momento.

Como se explicó anteriormente, los servicios de control de eco para cada canal pueden activarse, configurarse e inhibirse independientemente mediante una memoria de Configuración, a la que pueden acceder los DSPs con un bus interno, y el módulo de control del Alcatel 9800 empleando un bus

VME. Como los ocho procesadores pueden direccionar ambas memorias y algunos otros registros, un bloque de control de acceso al bus se encarga de conceder el uso del bus a un solo DSP, tras evaluar las peticiones de todos los dispositivos.

Las autopistas PCM que contienen la información que se debe procesar llegan hasta los DSPs, y se encuentran también disponibles a la entrada de un conjunto de multiplexores, junto con las autopistas de salida, de forma que pueda elegirse si transmitir el resultado de la operación del controlador de eco, o bien conectar directamente las señales de entrada y salida,

haciendo el XEC transparente al sistema. En particular, aquellos canales reservados para control y señalización cruzan siempre el XEC a través del multiplexor, sin que se añada un retraso significativo a la información que transportan. Esta posibilidad se utiliza también para desconectar el XEC, dejándolo en un estado de bajo consumo; cuando se programa este estado, se fuerza automáticamente la conexión entre las líneas de entrada y salida, y se activa la señal de reset de todos los DSPs.

Para que los procesadores digitales sean capaces de manejar las autopistas PCM correctamente, la lógica de sincronización convierte la señal de principio de trama nST en varias líneas específicas de comienzo de canal que los DSPs emplean para leer y escribir la información adecuada en el momento adecuado.

Los DSPs 'C50 que se emplean en el XEC incorporan la tecnología IEEE 1149.1 Boundary Scan, también conocida como JTAG, con la que se puede realizar la emulación en placa a través de un conector opcional de 14 líneas; el bloque JTAG controla el proceso de emulación, pudiendo configurarse para emular uno, cuatro u ocho DSPs.

Resultados y medidas

Se midieron muchos parámetros del XEC durante la fase de validación del módulo, una vez se hubo instalado en el Alcatel 9800. Algu-

Tabla 1 - Parámetros medidos en el XEC

Parámetro	Medida
Atenuación del eco en el cancelador	17-18 dB
Velocidad de convergencia del cancelador	16 dB en 100 ms
Atenuación del eco en un supresor	6-18 dB
Tiempo de detección de un tono de 2100 Hz	160-225 ms
Detecciones falsas con voz	ceró

nos de ellos caracterizan el comportamiento real de los dispositivos de control de eco, como se muestra en la **Tabla 1**.

Para verificar la atenuación proporcionada por el cancelador de eco cuando ha concluido su proceso de adaptación, se conectó el sistema a varias centrales disponibles en la red pública, resultando en una mejora del nivel de eco residual de entre 17 y 18 dB (algo mejor que los 16 dB requeridos). Es también importante la velocidad de convergencia del algoritmo adaptativo del cancelador, que la normativa limita a un máximo de 500 ms [3] para evitar que el abonado escuche ecos al comienzo de una conversación; el algoritmo del XEC resultó mucho más rápido, pues alcanza 16 dB de atenuación en unos 100 ms.

Dos parámetros son particularmente relevantes para el detector de comunicaciones de datos: el tiempo de detección y el número de detecciones falsas. 'Detecciones falsas' son las excitaciones no deseadas del detector de tonos con voz humana, de las que [3] exige que se

produzcan menos de 10 en 100 horas de conversación; la última versión del algoritmo de detección del XEC, sin embargo, ha probado ser mucho más robusta, puesto que no ha sufrido ninguna falsa detección desde que fuera instalada en el sistema. Finalmente, desde el instante en que aparece un tono de 2100 Hz en cualquiera de las dos direcciones, el detector tarda menos de 225 ms en reconocer el comienzo de una comunicación de datos en banda vocal; dado que estos tonos duran entre 3 y 4 segundos (ver [5], por ejemplo), el detector permite una inhibición muy rápida de todos los dispositivos de control de eco, dejando así a los dos terminales de datos iniciar sus protocolos de enlace.

Referencias

- [1] R. de Fermín, J.L. Cuerda, F. Reguero, "Análisis del eco en el sistema de acceso radio Alcatel 9800", Comunicaciones Eléctricas, 1er Trimestre de 1995

- [2] W. Tuttlebee, 'Cordless Communications in Europe', Springer-Verlag, Londres, 1990

- [3] Recomendación G.164 de la UIT-T

- [4] Recomendación G.165 de la UIT-T

- [5] Recomendación V.25 de la UIT-T

Rafael de Fermín trabaja en la división de sistemas de acceso de Alcatel en Torrejón, Madrid. Sus áreas de actividad incluyen los lenguajes de descripción de hardware y el desarrollo de algoritmos y dispositivos para procesado digital de la señal. Es jefe del proyecto Alcatel 9800 MRST (Mini Radio Station Terminal).

Mónica Ramos trabaja actualmente en el diseño de ASICs y DSPs en la división de sistemas de acceso de Alcatel en Torrejón, Madrid.

CDMA y DECT: Dos tecnologías de acceso complementarias para países en vías de desarrollo

M. P. Lötter

En los mercados de telecomunicaciones en desarrollo las tecnologías de acceso CDMA y DECT jugarán un importante papel

Introducción

El mundo de la telecomunicaciones se enfrenta a los siguientes retos [1]:

- como satisfacer la siempre creciente demanda de llevar el servicio telefónico a todo los habitantes de un país, no sólo a los urbanos
- como asegurar que un país no se quede atrás cuando el mundo de las telecomunicaciones cambie a la tecnología digital
- como realizar los cambios necesarios en el momento adecuado
- como realizar las inversiones necesarias al introducir nuevas tecnologías
- como mantener el orden en este entorno tan rápidamente cambiante.

Los dos primeros puntos son esencialmente significativos para los países en vías de desarrollo. Así, por ejemplo, la densidad telefónica en Tanzania era en 1993 de sólo 0,37 líneas por cien habitantes [2], y en Ghana de 0,49 a mediados de 1995 [3]. También a finales de 1994, Ghana sólo había unos 30 teléfonos públicos para llamadas internacionales directas. En Africa del Sur, las densidades telefónicas también cambian mucho. Algunas comunidades tienen al menos un teléfono por casa, mientras otras están servidas por uno o dos teléfonos públi-

cos [4]. Para superar estas desigualdades, el gobierno de Africa del Sur ha identificado al sector de las telecomunicaciones como de primaria importancia en su programa de reconstrucción y desarrollo (RDP) [5]. Su meta específica es:

"proporcionar acceso universal económico tan rápidamente como sea posible dentro de un sistema de telecomunicaciones viable y sostenible; desarrollar un sistema tecnológico de información y telecomunicación moderno e integrado, que sea capaz de mejorar, abaratar y facilitar la enseñanza, la sanidad, la información empresarial, la administración pública y el desarrollo rural..."

Con este fondo, el reto al que se enfrentan los ingenieros de telecomunicación en los países en vías de desarrollo es como combinar estas necesidades con las actuales tendencias tecnológicas mundiales.

El actual interés en las arquitecturas de redes celulares en sus diferentes encarnaciones es particularmente interesante. Dentro de esta tendencia, dos soluciones de acceso están causando sensación como posibles candidatas de las soluciones de acceso para áreas metropolitanas y suburbanas de alta densidad. Son el DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*) [6] y el CDMA (*Code Divi-*

sion Multiple Access). Aunque mucho de lo que dice la comunidad CDMA aún se tiene que demostrar en la práctica [7], todavía sigue siendo una tecnología digna de ser tenida en cuenta como un vehículo capaz de suministrar los servicios requeridos por un país en vías de desarrollo. En este artículo se analizan las más comúnmente citadas ventajas de los sistemas CDMA con sus equivalentes en TDMA (*Time Division Multiple Access*), y su aplicación en la provisión de acceso de abonados a la red telefónica conmutada pública (RTCP)¹.

Para comparar las tecnologías CDMA y DECT, hay que crear una base de referencia estándar. En este artículo, partiremos de la premisa de que necesitamos diseñar un sistema de acceso basado en CDMA con unas prestaciones similares o mejores que las de una red DECT. De aquí que hayamos hecho las siguientes suposiciones:

- velocidad de datos de abonado de 32 kbit/s
- anchura de banda de transmisión de 20 MHz.

El resto del artículo se organiza como sigue. Primero se trata el diseño de red, en particular la influencia del tamaño de las celdas en algunas de las "ventajas" de las redes CDMA. A continuación se revisan las diferentes metodologías de duplexación y acceso usadas en las redes CDMA y DECT, mencionando los aspectos normalizadores

¹ También conocida como radio en el bucle local (RLI)

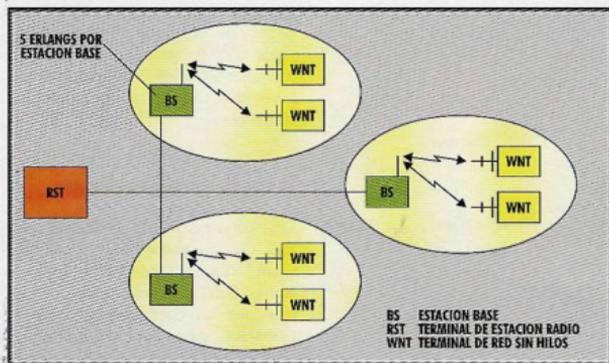


Figura 1 - Topología de una red DECT

que son aplicables. En el resto del artículo se evalúan las capacidades del sistema que se pueden alcanzar, considerándose después la normalización de redes DECT y CDMA. Finalmente, se presentan algunas conclusiones.

Diseño de red

Al comenzar el diseño de una red de acceso hay que responder a dos cuestiones fundamentales. La primera es ¿qué tipos de servicios se deben suministrar cuando la red se ponga en servicio, y cual será el camino de migración que se debe seguir? Y la segunda ¿cómo se distribuirán al abonado? Remitiéndonos a los objetivos del RDP² expuestos al principio del artículo, está claro que el requisito más importante de una red de acceso en un país en vías de desarrollo es el servicio telefónico tradicional (POTS - Plain Old Telephone Service). Sobre todo lo demás, el *acceso universal* debería ser (y en muchos casos lo es) el objetivo fundamental

de las políticas de desarrollo de las telecomunicaciones de los países en vías de desarrollo. Esta opinión se hace evidente en [2, 3 y 8], y debería ser por tanto la meta principal de una red de acceso. Esto significa que servicios de valor añadido como la itinerancia, aunque sean una sutileza, no son definitivamente una necesidad. También hay que considerar muy cuidadosamente cualquiera de los costes en los que se incurra en la provisión de servicios diferentes al POTS. Una vez que una red sea capaz de suministrar el POTS, es más importante asegurar las formas de migración que permitirán la conectividad con otras normas (p. ej., la interconexión de redes DECT y GSM), en lugar de servicios adicionales como la itinerancia. Las ventajas de esta conectividad se hacen evidentes cuando se comparan con la organización de la red de telecomunicaciones en un país específico. En el caso de África del Sur, los servicios de línea fijos los suministra la empresa estatal Telkom SA Ltd., mientras que los servicios celulares GSM los proporcionan dos empresas privadas. Así, si hay que suministrar a una comunidad remota los servicios básicos de telecomunicación, sería posible, por ejemplo, que Telkom SA Ltd. instale una red

DECT en la comunidad, y conecte la red a través de una red celular GSM a la RTPC.

Desde el punto de vista de la distribución al abonado el comparar los conceptos de *acceso universal* y de *servicio universal* se hace evidente. En términos amplios, acceso universal quiere decir que cada habitante de un país tiene acceso a un teléfono, sea un teléfono comunitario, una Phone Shop³, o un teléfono de pago. En contraste, el servicio universal requiere una línea telefónica en cada casa, lo cual es virtualmente imposible de lograr a corto o medio plazo por el número total de líneas requeridas. Por ejemplo, los asentamientos informales en África del Sur pueden tener densidades de hasta 45 casas por 1000 m² [9]. Calcular para estas densidades de abonados el tamaño de la celda se puede hacer de la forma siguiente: Si el número de abonados servidos por la red de acceso ($N_{\text{móviles}}$) es 1024 (similar a los de una celda DECT [10]) y si se asume que la penetración debe ser igual a 20 líneas por cada 100 casas (lo que asegura el fácil acceso a un teléfono por parte de cualquier habitante de una comunidad), entonces el número total de casas en una celda será $1024/0,2=5120$, equivalente a un área de $5120/45 \times 1000=113777$ m², o a una celda de un diámetro de unos 400 m. Esto significaría que la red de acceso media se caracterizaría por una microcelda. Así, veremos como sistemas DECT (esencialmente, un sistema picocelda) y CDMA se adaptarán en un molde microcelular.

Al ser diseñado para picoceldas, el DECT emplea una topología de red de tres niveles (Figura 1), que consta de terminal de estación radio (RST), estaciones base (BS) y terminales de abonado inalámbricos (WST), aunque el RST y las BS se puedan situar en un único sitio. Sin embargo, si sabemos que la red de acceso va a funcionar en un entorno microcelular, se puede asu-

² Aunque el RDP se concibió para el escenario sudafricano, los mismos principios son aplicables a otros países en desarrollo

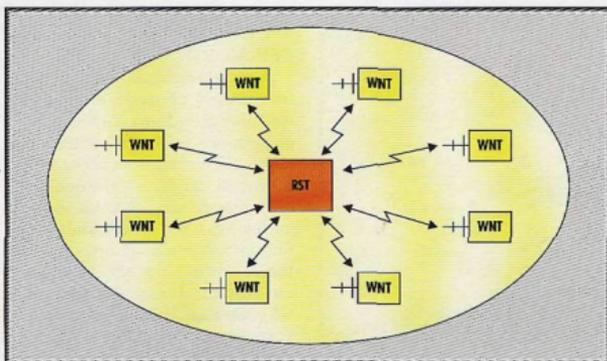


Figura 2 - Topología de una red CDMA

mir que siempre habrá un trayecto directo entre transmisor y receptor. Así, es posible utilizar una arquitectura de red de dos niveles desde el principio, reduciéndose con ello el coste total del sistema (Figura 2). Por ello, una red CDMA hecha a medida puede incluir esta facilidad.

Una de las ventajas de las redes CDMA más frecuentemente citada es la de sus mejores características de propagación proporcionadas por la naturaleza de banda ancha de la transmisión [11]. Sin embargo, cuando se considera que las redes de acceso descritas en este artículo se pueden caracterizar como redes microcelulares, las ventajas de la creciente potencia de transmisión eficaz suministrada por la ganancia de potencia inherente de la red CDMA es despreciable. Aunque una gran parte del coste del sistema pertenece al amplificador de potencia, los niveles de potencia requeridos en un entorno microcelular son bajos, y los amplificadores de potencia usados en sistemas de banda estrecha y ancha tendrán un coste similar. Por ello, la pequeña ganancia en cobertura que se puede obtener con un sistema CDMA no se traduce realmente en un importante ahorro.

Otra ventaja que también se cita frecuentemente es que los ecos multitrayecto los puede resolver un sis-

tema CDMA y receptores *rake* [12, 13]. Asumiendo que la microcelda tiene un diámetro de 500 m, esto significa que la máxima separación entre abonado y estación base es de 250 m. Si la red tiene un control de potencia ideal, el nivel recibido de los ecos con longitudes de trayecto mayores que el doble del máximo de la separación abonado-estación base debería estar por debajo del mínimo nivel recibido. Si un eco se recibe con una longitud de trayecto del doble del máximo de separación abonado-estación base, esto equivale a una diferencia de longitud de trayecto de 250 m entre la principal señal recibida y la componente dispersa. Esta diferencia entre las longitudes de trayecto origina un retardo de $250/3 \times 10^8 = 833$ ns. Asumiendo una anchura de banda de transmisión de 20 Mhz y funcionamiento FDD (*Frequency Division Duplex*), un receptor *rake* puede resolver ecos multitrayecto separados por:

$$T_{delay} : L/W \quad (1)$$

$$= 1/10 \times 10^6 \quad (2)$$

$$= 0,1 \mu s \quad (3)$$

Por ello, considerando las suposiciones de la introducción, y asumiendo un control de potencia casi

perfecto, un receptor *rake* será capaz de resolver ecos multitrayecto sólo de abonados situados en el borde de las celdas, con un beneficio limitado en la capacidad del sistema.

Acceso/metodología dúplex

Los sistemas DECT y CDMA utilizan dos metodologías de acceso completamente diferentes. Los sistemas DECT utilizan acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) como metodología de acceso, mientras que los sistemas CDMA emplean acceso múltiple por división de código con secuencia directa (DS-SS-SSA). En los sistemas DECT, las operaciones de transmisión y recepción se separan utilizando un protocolo TDD (*Time Division Duplex*), mientras que el sistema CDMA utiliza preferentemente un esquema FDD (*Frequency Division Duplex*). Aunque no es necesario, se muestra en [14] que los sistemas CDMA tienen una caída en capacidad cuando se utiliza TDD. La ventaja de la transmisión TDD es que se puede utilizar la misma antena, sin un filtro o circulador caro, para la transmisión y recepción de datos, ya que estas dos operaciones son mutuamente exclusivas. Por otro lado, los sistemas TDD requieren una sincronización más compleja entre la estación base y los abonados. El sincronismo se probará como muy difícil, en especial cuando la diferencia en las longitudes del trayecto de transmisión entre la estación base y distintos abonados es grande, o si el canal se ve afectado por severos efectos multitrayecto. Como se menciona en la sección anterior, éste no es el caso.

Cuando se emplea un sistema CDMA en un entorno FDD, el sincronismo se hace más fácil al tener transmisiones de flujo ascendente y descendente continuas. Sin embargo, no es lo mismo para el control de potencia. Como muestra-

remos, se necesitan eficaces algoritmos de cancelación de interferencias y control de potencia para conseguir que las capacidades del sistema sean iguales o mejores que las del DECT. Cuando se usan estas técnicas conjuntamente con un esquema de acceso FDD, en un escenario donde el desvanecimiento y la atenuación de las dos bandas de transmisión no están correlacionadas, se necesitarán algoritmos de estimación de canal sofisticados a emplear o en las estaciones base o en las de abonados. Es especialmente en el enlace ascendente donde se debe ajustar el control de potencia (es decir, una buena estimación de canal), ya que es este enlace el que determina la capacidad global del sistema. Así, la complejidad del problema *cercalijos* aumenta si las bandas de transmisión y recepción no están correlacionadas. Aunque la anteriormente descrita red de acceso asegurará normalmente la visión directa entre estación base y abonado, aspectos reguladores deben forzar que las bandas de transmisión y recepción se separen hasta 100 MHz, haciendo que las estadísticas de canal no estén correlacionadas en las dos bandas.

Capacidad del sistema

Formular los requisitos de capacidad de los modernos sistemas de telecomunicaciones se está haciendo cada vez más difícil. El resultado de la multitud de diferentes teleservicios, ofrecidos en distintos escenarios operativos, es que la densidad de teletráfico generada no solo dependerá del entorno, sino también de los tipos de terminal y de la densidad de terminales. Con esta perspectiva, se han definido diferentes medidas de la capacidad, como el ETE (*Equivalent Telephone Erlang*) por kilómetro cuadrado y los megabits por segundo por kilómetro cuadrado (Mbit/s/km^2) [15]. Sin embargo, al ser el ancho de

banda un artículo muy precioso, necesita incluirse en el cálculo de la capacidad para facilitar la comparación entre sistemas. Por ello, deberíamos utilizar los bits por segundo por kilómetro cuadrado por herzio ($\text{bit/s/km}^2/\text{Hz}$) como una medida de la capacidad de un sistema de acceso. Además, comparar dos tecnologías diferentes, CDMA y DECT, en un mismo plano de igualdad nunca es fácil. Las suposiciones que se hagan pueden que no sean ventajosas para una u otra tecnología. Por ello, cualquier suposición que se haga debe ser expuesta claramente.

En general, la capacidad de un sistema de acceso se puede calcular de la forma siguiente:

$$\eta_s = RN_s/B \quad \text{bit/s/km}^2/\text{Hz} \quad (4)$$

siendo η_s la capacidad del sistema de acceso, R la velocidad de información en bit/s , N_s el número de conexiones simultáneas a la velocidad R por km^2 y B el ancho de banda total asignado. Si se emplea la reutilización de frecuencias, hay que tomar la suma de todas las anchuras de banda asignadas y de los abonados en cada celda del patrón de reutilización de frecuencias.

La ecuación (4) se puede usar para calcular la capacidad de un sistema DECT. La capacidad de un sistema DECT puede llegar hasta 10.000 Erlang por km^2 [10]. Esto quiere decir que pueden coexistir 10.000 llamadas simultáneas en un área de 1 km^2 . Dado que la velocidad de la información es 32 kbit/s y el ancho de banda asignado 20 MHz , la capacidad de un sistema DECT es:

$$\begin{aligned} \eta_s &= 32 \times 10^3 \times 10.000 / 20 \times 10^6 \\ &= 16 \text{ bit/s/km}^2/\text{Hz} \end{aligned} \quad (5)$$

Hay que hacer notar que el factor de reutilización de frecuencias se ha tomado igual a uno, ya que el sistema DECT emplea asignación automática de canales.

Suponiendo que un sistema CDMA dispone de dos bandas de 10 MHz disponibles (operación FDD), la máxima longitud de secuencia de propagación que se puede usar es igual a:

$$N = BR_{cd}/R \quad (6)$$

donde N indica la máxima longitud de secuencia de propagación, B el ancho de banda asignado (10 MHz), R la velocidad de datos de abonado (32 kbit/s) y R_{cd} la tasa de corrección de errores hacia atrás. Se supone que el sistema CDMA usará algún tipo de corrección de errores hacia atrás, ya que esto incrementa substancialmente la capacidad del sistema. La inclusión de la corrección de errores hacia atrás no proporciona al sistema CDMA una ventaja no equitativa, ya que el ancho de banda total asignado es el mismo que en un sistema DECT. Al utilizar la ecuación (6), y suponiendo que se utiliza un código convolucional de media velocidad, la máxima longitud de secuencia de propagación se puede calcular como $N=152$. La longitud práctica más cercana a $N=152$ para una secuencia de propagación es $N=127$, que produce una capacidad del sistema de 96 canales simultáneos [16], excluyendo el efecto de interferencia co-canal. Por experiencia, la interferencia co-canal contribuye aproximadamente al 50% [17] de la interferencia en una celda, originando una capacidad por celda de $K = 96 \times 0,5 = 48$ abonados. Sin embargo, se puede hacer un posterior refinamiento. Como los sistemas CDMA están limitados por las interferencias, limitar la cantidad de interferencia presente en una celda incrementará directamente la capacidad del sistema. Así, la sectorización de cada celda en tres sectores incrementará el número de usuarios por celda hasta $K = 48 \times 3 = 144$. Esto significa que se necesita un total de $10.000/144 = 70$ celdas en un área de un kilómetro cuadrado para producir una capacidad del sistema igual

a la de un sistema DECT. Para acomodar este número de celdas, se necesita un diámetro de celda de aproximadamente 135 m. Estos pequeños tamaños de celda necesitarán el uso de algoritmos de control de potencia muy estrictos, o de algoritmos de detección conjunta o de cancelación de interferencias sofisticados [18]. Sin embargo, estas técnicas se pueden comparar con las técnicas de ecualización requeridas en los sistemas TDMA, como el DECT, y no se deben contemplar como un importante inconveniente en la implementación de redes CDMA.

Normalización

Probablemente, la principal fuerza motriz para que una nueva tecnología se imponga en el mercado es su nivel de normalización. Los operadores de red y los proveedores de servicios parecen poco dispuestos a actuar como cobayas de las nuevas tecnologías o normas. Por lo tanto, si alguien se plantea entrar en un mercado, es de vital importancia que asegure que el producto propuesto cumpla con las normas lo más que sea posible.

La revolución DECT y GSM que se ha estado generalizando en Europa (y en la actualidad en todo el mundo), ha sido dirigida en gran medida por la normalización de los diferentes interfaces. El proceso de normalización se ha completado en general antes de que se haya introducido la tecnología en el mercado, igualando el terreno de juego para que todos los fabricantes puedan competir en igualdad, generando alto niveles de competitividad y bajando los precios. Dirigidas por este proceso normalizador, estamos contemplado la unión de las tecnologías DECT y GSM (buques insignia de las comunicaciones móviles europeas) con la definición de interfaces normalizados con los controladores de estación base³ [10]. El objetivo final de este pro-

ceso es crear redes DECT que cubran la itinerancia de las personas en áreas de alta densidad (pico/micro-celdas), y redes GSM que conecten individuos móviles (macro-celdas) a la RTPC. La principal ventaja de este proceso es la apertura de enormes mercados a los sistemas DECT y GSM⁴. Ahora, aunque la tecnología DECT tenga más facilidades que las que necesitan las redes de acceso locales, el precio de la tecnología básica de los sistemas DECT es extremadamente bajo, haciendo más rentable instalar redes DECT que otras de tecnologías rivales, como CDMA.

En contraste con los sistemas DECT y GSM, los sistemas de comunicaciones inalámbricas basados en CDMA no contemplan los mismos niveles de normalización. En esta etapa, la principal norma CDMA es la CDMA IS-95 móvil, con sistemas como OMNI POINT que también utiliza tecnología CDMA [19]. Sin embargo, permanecen los dos principales inconvenientes de la norma IS-95 (y de los sistemas basados en ella, como QCTEL⁵). El primero se debe a que la norma fue creada básicamente por una única empresa. Esto significa que la difusión entre países, de la que se han beneficiado DECT y GSM, no se encuentra en la norma IS-95. Además, la norma se escribió desde un punto de vista americano, y podría tener dificultades si se aplica fuera de los Estados Unidos. Por ejemplo, los sistemas basados en IS-95 operan en bandas de 1,25 MHz. Esta elección de anchura de banda operativa se hizo para ajustarse al espectro de EEUU. Ya en los sistemas DECT se dispone de anchuras de banda de 20 MHz, y los sistemas CDMA pueden explotar esta anchura de banda mejor que cualquier otra tecnología de acceso. Sin embargo, si se adopta IS-95 en su forma actual, esto no es posible.

El segundo inconveniente importante es más técnico, y está ligado a la ausencia de medidas que eliminen el ruido causado por otros

abonados en una celda. En diferentes artículos se ha resaltado las ventajas de capacidad que se pueden obtener empleando algoritmos de cancelación de interferencias y de detección conjunta [20]. Este es probablemente el mayor inconveniente técnico de la norma IS-95.

Teniendo en mente los aspectos mencionados, es probable que la norma IS-95 sea una norma interina, y veremos importantes cambios antes de que gane una amplia aceptación fuera de los Estados Unidos. Por ello, será necesario que la nueva norma incluya contribuciones de Estados Unidos, Europa y Japón. Consecuentemente, pasarán años antes que los sistemas basados en CDMA puedan conseguir las mismas ventajas de coste que tienen DECT y GSM desde la normalización.

Conclusiones

Elegir a priori una única tecnología en el cambiante mundo actual es probablemente la peor decisión que se puede hacer. Diariamente aparecen nuevos métodos, y estamos comenzando a ver la hibridación de las técnicas existentes cada vez más. Pero ¿en que situación queda el planificador de redes de un país en desarrollo? Y, quizás más importante ¿cómo queda el fabricante de equipos?

Parece que está emergiendo una situación donde más de una tecnología puede cumplir un cierto papel. De lo expuesto en este artículo, parece evidente que tanto las redes de acceso DECT, como las redes de acceso basadas en CDMA se pueden emplear en los países en vías de desarrollo para proporcionar servi-

³ Un buen ejemplo es el así llamado interfaz-A

⁴ En [21] se estima que el mercado de líneas DECT en Italia será de más de 20 millones de líneas

⁵ Sistema RLL de Qualcomm

cio telefónico en áreas con elevadas densidades de abonados, teniendo cada una de ellas sus pros y sus contras. Así, cuando hay que tomar una decisión final sobre la tecnología apropiada a utilizar, las características incluidas en un producto específico deben ser los factores claves a considerar por los proveedores de servicios, en lugar de la tecnología subyacente. Aquí, en especial, la interconectividad se debe probar como el factor más importante. Cuanto más fácil sea para un proveedor de servicios integrar un servicio (léase también tecnología) en su mercado existente, más aceptación de mercado ganará.

Para finalizar, parece que la elección a priori de CDMA o TDMA como tecnología de acceso ya no existe. En alguna medida, los productos que incorporan ambas tecnologías deben ser incluidos en una gama de productos, y se debe asegurar la interconectividad entre dichos productos.

Referencias

- W.M. Moran, "Telecommunications in transition" en *IEEE Communications Magazine*, pag. 26, vol. 32, n° 11, noviembre 1994
- N. Kiula, "Telecommunications development in Tanzania" en *IEEE Communications Magazine*, págs. 36-37, vol. 32, n° 11, noviembre 1994
- E.K. Salia, "Telecommunications' role in national development in Ghana" en *IEEE Communications Magazine*, págs. 46-47, vol. 32, n° 11, noviembre 1994
- S. Stavrou, "Telecommunications and the Reconstruction and Development Programme" en *Socio-technical perspectives on rural telecommunications - an anatomy for its delivery and management*, FRD Programme Report Series, n° 20, febrero 1995, Pretoria
- African National Congress, *The Reconstruction and Development Programme*, Umanyano Publications: Johannesburg, 1994
- D.J. Goodman, "Second generation wireless information networks" en *IEEE Trans. on Vehicular Tech.*, págs. 366-374, vol. 40, n° 2, mayo 1991
- R. Dettmer, "Where there's a WILL" en *IEE Review*, págs. 145-148, julio 1995
- L. Gatica, "Liberalization and tariff legislation in Chile" en *IEEE Communications Magazine*, págs. 34-35, vol. 32, n° 11, noviembre 1994
- M.P. Lötter, *Micro-cellular CDMA communication system employing complex spreading sequences*, M.Eng Thesis, Universidad de Pretoria, Pretoria, 1995
- Italtel Siemens Telecomunicazioni, *DECT - Italtel's Digital European Cordless Telecommunication Solution*, 1995
- A.J. Viterbi, *CDMA: Principles of Spread Spectrum Communication*, Reading: Addison-Wesley, 1995
- G.E. Bottomley, "Optimizing the RAKE receiver for the CDMA downlink" en *Proc. 43rd IEEE Conference Vehicular Technology*, págs 742-745, 1993
- H. Nuszowski, "Performance of RAKE receivers in realistic mobile radio environments" en *Proc. 43rd IEEE Conference Vehicular Technology*, págs 730-733, 1993
- G.J.R. Povey, "Capacity of a cellular time division duplex CDMA system" en *IEE Proc.-Commun.*, vol. 141, n° 5, octubre 1995
- J.C.S Cheung, M.A. Beach and J.P. McGeehan, "Network planning for third-generation mobile radio systems" en *IEEE Communications Magazine*, págs. 54-59, vol. 32, n° 11, noviembre 1994
- P.G.W. van Rooyen, *Feasibility study on spread spectrum as new technology for multiple access radio*, informe interno, Alcatel Altech Telecoms, mayo 1994
- P.G.W. van Rooyen, J.S. Kunicki, "Performance evaluation of a coded cellular SSMA system" en *Proc. IEEE Conf. on Commun. and Signal Process. COM-SIG'94*, págs. 6-10, 4 de octubre de 1994, Stellenbosch, Africa del Sur
- R. de Gaudenzi, F. Gianetti and M. Luise, "Advances in satellite CDMA transmission for mobile personal communications" en *Proc. IEEE*, págs. 18-39, vol. 84, no. 1, enero 1996
- W. Heger and W. Mohr, "Comparison of GSM/DCS 1800 and IS-95 CDMA for digital mobile radio systems" en *Proc. First European Personal and Mobile Communications Conference (EPMCC'95)*, págs. 286-291, 28-30 de noviembre de 1995, Bolonia, Italia
- A. Duel-Hallen, J. Holtzman and Z. Zvonar, "Multuser detection for CDMA systems" en *IEEE Personal Communications*, vol. 2, n° 2, págs. 46-58, 1995
- D. Ongaro, "Some considerations on the evolution of wireless network architectures: Drivers and Trends" en *Proc. First European Personal and Mobile Communications Conference (EPMCC'95)*, págs. 329-335, 28-30 de noviembre de 1995, Bolonia, Italia

Michiel P. Lötter es ingeniero de diseño en Alcatel Altech Telecoms en Boksburg, Africa del Sur.

El proyecto IVOD Berlin: Tecnología de acceso para la provisión de servicios

R. Heidemann

El acceso híbrido coaxial-fibra ofrece la introducción rentable de una amplia gama de servicios para los abonados, que van desde la distribución de películas y música de alta fidelidad a la tele-enseñanza totalmente interactiva

Introducción

La prueba de campo "Interactive Video Services Berlin" la inició Deutsche Telekom como una exposición de todos los tipos de nuevos servicios interactivos sobre la existente red de fibra y de CATV. El contrato se recibió en abril de 1994 y se contactó con el primer cliente a finales de agosto. Desde entonces el sistema ha estado funcionando las 24 horas del día. Después de año y medio de funcionamiento, Deutsche Telekom ha decidido no abandonar el sistema, como originalmente se había planificado, sino dejar esta decisión abierta.

Objetivos de la exposición

Los objetivos eran tanto los servicios como la tecnología.

Se debían presentar tantos servicios como fuese posible. El mayor reto era, y aún lo es, la falta de una clara definición de todos los servicios. Debido a esto no fue posible, con un método clásico, hacer un borrador de las especificaciones de requisitos y técnicas del sistema. Muchos de los problemas técnicos relacionados con los servicios tuvieron que ser resueltos ad-hoc. El aparato de TV se diseñó como el terminal primario

del usuario-final debido a su bajo coste y su total disponibilidad, con la provisión de un medio de evolución hacia las aplicaciones en PC.

Las principales condiciones y objetivos técnicos fueron que el sistema debería funcionar sobre la red de cable coaxial y fibra existente en Berlín, que no se necesitarían instalaciones adicionales en la casa ó en el área residencial y que todos los servicios se suministrarían sobre la salida de CATV en las instalaciones del abonado. Las últimas condiciones significaban que el cable coaxial tenía que transportar señales hacia y desde los terminales. Salvo los canales analógicos existentes de TV y radio todos los nuevos servicios son totalmente digitales, lo cual significa que, para el vídeo, se utiliza el formato MPEG1+ (MPEG1 a 2,5 Mbit/s, pero con resolución vertical total como para MPEG2).

Servicios en el Piloto de Berlín

Los servicios se pueden clasificar en dos grupos principales: *servicios distributivos*, en los cuales el usuario sólo puede seleccionar el programa ó el contenido y *servicios interactivos*, donde el usuario tiene control total sobre el programa.

Servicios distributivos

1. Televisión digital con las categorías:

- Radiodifusión (radiodifusión plana de vídeo digital comprimido)
- Pay-per-Channel (contratación mensual de canales de TV digital codificados)
- Pay-per-View (contratación de eventos fuera de los programas normales de TV).

2. Las diez principales películas

Este servicio representa el vídeo casi a demanda, lo cual significa que las diez principales películas se emiten en intervalos de 15 minutos. Durante los tiempos de espera se muestran trailers de otras películas importantes.

3. Radio de pago

Este servicio de música funciona sobre la base de Pay-per-Channel. Se pueden seleccionar diferentes géneros de música entre 92 "tipos", p. ej., clásica, folk, rock, tradicional hebrea, canciones islámicas, por citar sólo unos pocos, a través del *set-top box*, del aparato de TV y del equipo de sonido. Cuando suena una canción, se muestran en la pantalla de TV el título, el intérprete y otras informaciones esenciales.

Servicios interactivos

1. Video-a-demanda

Este servicio clásico de VOD permite una operación totalmente interactiva

(arranque, parada, pausa, adelante, rebobinado) utilizando el mando a distancia. Ofrecen las siguientes subcategorías: película, programa infantil, magazine/ programa de entrevistas, información de viajes/ naturaleza, quiz/entretenimiento. Normalmente, el contenido se actualiza parcialmente cada dos semanas.

2. Tele-tienda

Con el mando a distancia, se pueden seleccionar los productos existentes en un catálogo que está formado por secuencias de vídeo en movimiento, imágenes estáticas y texto. Después de seleccionar un elemento, es posible encargarlo con el mando a distancia y un simple editor de texto sobre la pantalla de TV para dar dirección, identificación del cliente y números de la tarjeta.

Un suministrador de servicios muestra el marketing avanzado de alquileres con imágenes animadas, que se enriquece bajo demanda mediante videos en movimiento.

3. Canal de la Salud

Este servicio presenta esencialmente un diccionario médico, que se basa en secuencias películas de imágenes médicas. Al final de la película se puede obtener información adicional en un ordenador personal que se puede conectar al *set-top box*. El programa "Alcatel STU-link" presenta un interfaz de usuario del tipo Windows para este servicio.

4. Información-a-demanda

Los primeros dos servicios de esta categoría son "Información de Berlín" e "Infosurf Berlin", en los cuales se pueden obtener interactivamente información de Berlín en una mezcla de vídeo, animaciones y texto. El tercer servicio de información es el "Echo-TV". Con un enlace de banda ancha con los estudios de TV de Berlín, las noticias, magazines y eventos deportivos se codifican en MPEG en tiempo real y se cargan en el módulo servidor especial Echo-

TV también en tiempo real. Inmediatamente después de terminar el evento se puede obtener el contenido almacenado como información interactiva a petición.

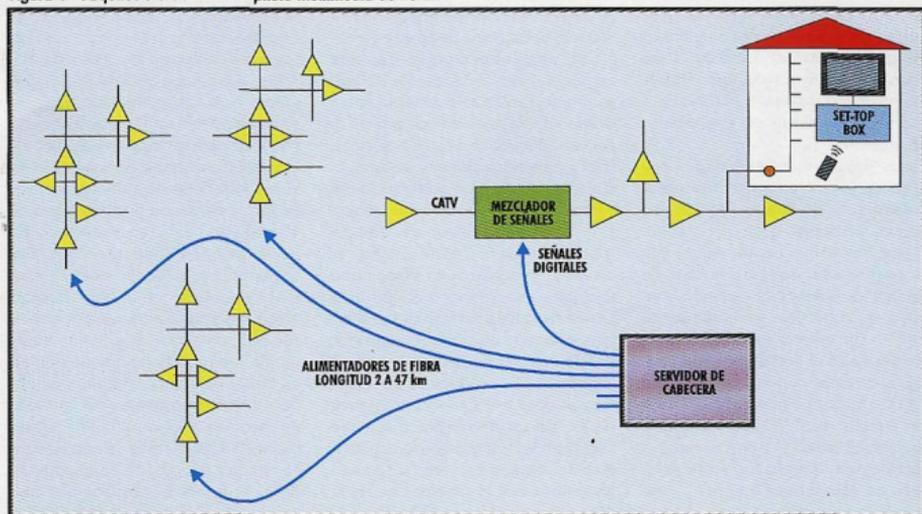
5. Tele-enseñanza

Se ofrecen dos clases: el VOD interactivo simple de películas científicas, incluyendo animación y el servicio "Learning World TV2000". Este segundo es una mezcla de películas científicas y juegos educativos que se han adaptado para mostrarlos en la pantalla de TV. Como ejemplo se han compuesto 140 videoclips del tema "Ecología" (con una duración de 5 a 15 minutos cada uno).

Arquitectura de la red

Debido al muy bajo número (48) de clientes distribuidos en el área urbana y suburbana de Berlín, es obligatorio un amplio uso de enlaces de fibra de larga distancia que

Figura 1 - Arquitectura del sistema piloto multimedia de Berlín



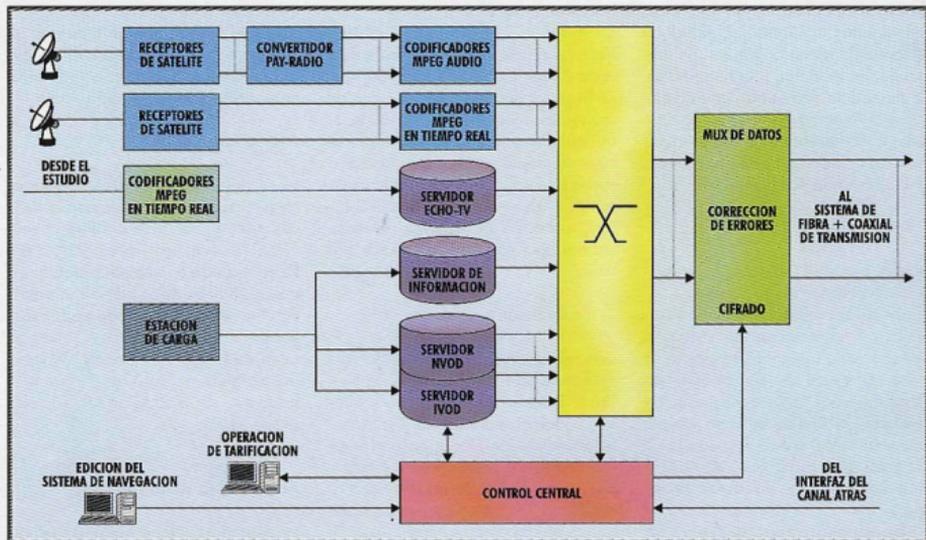


Figura 2 - Diagrama de bloques del distribuidor multimedia y del servidor

alimenten las "celdas" coaxiales donde se localizan los usuarios. Esta situación representa de una forma ideal el punto de arranque de los nuevos servicios, cuando la tarifa de suscripción es muy baja y un distribuidor multimedia caro tiene que servir a toda una ciudad. Este método demuestra la flexibilidad como se instala en el producto Alcatel 1570BB.

La arquitectura global del sistema de Berlín se puede ver en la **Figura 1**. Los canales digitales se transmiten dentro de la hiper-banda (300 a 150 MHz) con alimentadores de fibra óptica de una longitud de hasta 47 km desde la estación central a las cabeceras secundarias de CATV. Allí los canales digitales se combinan en el dominio de frecuencia múltiplex con las señales de CATV. Utilizando puertos auxiliares del equipo de CATV se ha tenido cuidado al insertar nuevos canales digitales sin ninguna interrupción ó degradación del servicio analógico de CATV existente.

Estas precauciones son obligatorias ya que normalmente unos 240.000 abonados de CATV (de los 1,2 millones de usuarios de la CATV de Berlín) se conectan a la red dentro del área de servicio del sistema de ensayo.

El canal hacia atrás se transmite en la banda estándar de 5 a 30 MHz mediante cableado coaxial in-house desde el *set-top box* al punto de acceso convencional del servicio CATV, que normalmente se encuentra en el sótano del edificio. Allí se extrae dicho canal del cable coaxial y se envía por módem sobre el par trenzado hacia el control central y al servidor. Esta solución es muy atractiva para ensayos en los que unos pocos usuarios interactivos del servicio están muy dispersos en una gran red, la cual no puede ampliarse con facilidades de canal hacia atrás para cientos de amplificadores de línea de CATV. En un despliegue masivo se necesitan tecnologías de canal hacia atrás más potentes, como la tecnología utilizada en el sistema híbrida de fibra y coaxial Alcatel 1570BB.

Tecnología del distribuidor y del servidor

El diagrama de bloques del distribuidor multimedia se muestra en la **Figura 2**. En la parte superior del diagrama se muestran los codificadores MPEG de tiempo real de audio y de vídeo, para radiodifusión, *Pay-per-Channel*, *Pay-per-View* y radio de pago. La parte principal de la instalación del distribuidor es el servidor de vídeo MPEG de Alcatel que normalmente tiene una capacidad de unos 120 Gbytes. Esto equivalente a 60 películas de 100 minutos cada una (2 Gbytes por película de 100 minutos). Utilizando el mismo entorno mecánico y tipo ordenador personal, Alcatel presentó servicios totalmente interactivos con 9 Gbytes en el CeBIT'95 (Hannover, Alemania), por lo que un aumento del servidor de Berlín a más de 300 Gbytes de capacidad es factible. Actualmente, el servidor maneja varios cientos de ficheros de vídeo, con un tamaño que varía entre el minuto de los clips de

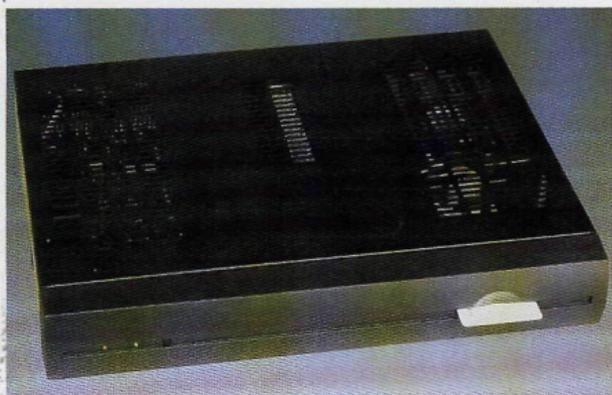


Foto A - Set-top box de Alcatel

compras y las de 2,5 horas de las películas. El servicio Echo-TV se instala con una modificación de esta tecnología de servidor que permite escribir producciones MPEG en los discos en tiempo real, ya que el servidor principal se carga con una estación de carga de cintas especial.

Set-top Box

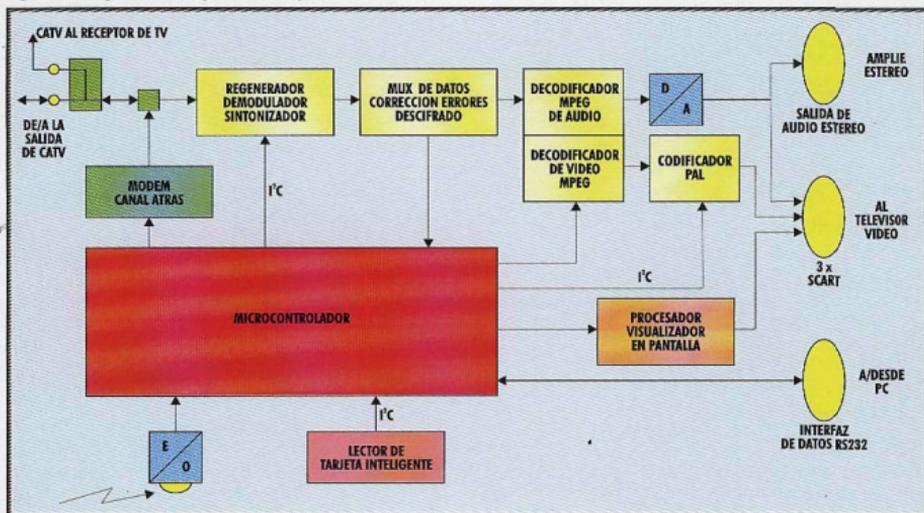
Como interfaz universal entre el sistema ensayo de Berlín y los terminales de abonado, que incluyen aparato de TV, vídeo, equipo estéreo de audio y ordenador personal, Alcatel ha desarrollado el set-top box

(Foto A), cuyo diagrama de bloques se muestra en la Figura 3. Hemos intentado alcanzar dos objetivos de diseño importantes: primero, el set-top box y los interfaces asociados deberían ser tan genéricos como fuese posible y, segundo, el coste del aparato debería tan bajo como fuese posible, de ahí que se hayan usado componentes de bajo coste y que se haya aplicado la tecnología OSD (*on screen display*) de bajo coste para el visualizador del sistema de navegación en la pantalla de televisión.

El set-top box suministra los siguientes interfaces:

- coaxial de 75 ohmios para conexión a la salida de CATV
- coaxial de 75 ohmios para alimentación CATV al aparato de TV
- 3 x SCART para conexión del aparato de TV y el vídeo
- salida estéreo de audio para radio de pago
- RS-232 para la conexión del ordenador personal ó de la consola de juegos

Figura 3 - Diagrama de bloques del set-top box universal



- infrarrojo para todas las interacciones y control del usuario
- tarjeta inteligente para identificación y acceso restringido del usuario.

Soporte de la entrega, integración y operación del sistema Alcatel

Alcatel desarrolló y entregó el sistema completo extremo a extremo:

- servidor de vídeo interactivo digital con estación de carga
- codificadores MPEG en tiempo real (con C-Cube y Tadiran)
- conmutador de vídeo MPEG con 240x48 puertos de entrada-salida
- sistema de transmisión digital de subportadora para red híbrida fibra/coaxial
- *set-top boxes* con mando a distancia y tarjeta inteligente
- interfaces por satélite para radio de pago (con DMX - *Digital Music eXpress*)
- estación de edición para el sistema de navegación.

Alcatel soportó a Deutsche Telekom en la caracterización de la red CATV de Berlín para señales digitales y suministró el equipo de prueba portátil especial y de fácil uso. Además, se dió un gran soporte durante la planificación de la arquitectura del sistema.

Para la operación diaria del ensayo, Alcatel hace la codificación en MPEG de todo el contenido, tales como películas, clips, magazines. A petición especial, la autoría de los trailers de las películas para vídeo a demanda también se ha hecho en los laboratorios de Alcatel.

Conclusiones

Tecnológicamente hemos aprendido que el híbrido fibra coaxial es muy sensible, en el sentido de que "celdas" pequeñas con sólo 20 hogares aprobados (concepto de fibra-al-último-amplificador) y "celdas" muy grandes con 77.000 hogares aprobados pueden combinarse en un único sistema. Además, parece ser totalmente posible ampliar las

redes con el CATV analógico de hoy a servicios digitales añadiendo únicamente estas señales en alguna parte de la red.

Desde el punto de vista del despliegue del servicio, hemos aprendido que el híbrido fibra coaxial permite que los servicios se desplieguen aunque la penetración inicial sea muy baja. El transporte digital sobre subportadoras moduladas en el dominio de la frecuencia de radio permite una mezcla muy flexible de servicios: TV analógica simple y radio analógica, radiodifusión digital e interactividad digital. En un futuro cercano tendrá lugar una migración desde la telefonía por cable, por radiodifusión de datos de alta velocidad, hasta la conectividad conmutada de paquetes completa.

Rolf Heidemann coordina el trabajo en el campo estratégico "Delivery Segment/ Access Systems" de la división de investigación de Alcatel Telecom en Stuttgart, Alemania

Redes de líneas alquiladas

R. Peeters , J. Goubert, F. Ulrich

Las líneas alquiladas han jugado siempre un importante papel en las comunicaciones de datos. La evolución de las redes y la introducción de nuevos servicios han colocado a las redes de líneas alquiladas y su papel dentro del conjunto total de las redes de telecomunicaciones en una nueva perspectiva

Introducción

Las líneas alquiladas se utilizan tradicionalmente para una conexión permanente punto a punto entre dos usuarios finales. Los abonados eligen las líneas alquiladas debido a su superior calidad y a la alta disponibilidad de la conexión. Para poder cumplir con estos requisitos, los operadores han construido redes dedicadas de líneas alquiladas, la mayoría de ellas digitales. Para soportarlo se han desarrollado elementos de red dedicados.

Las redes de líneas dedicadas han sido construidas no sólo por los operadores públicos. Compañías como las ferroviarias y del metro han construido sus propias redes privadas para atender sus propias necesidades.

La evolución de las redes y los nuevos requisitos impuestos por las redes de telecomunicaciones en general también han tenido sus implicaciones en las redes de líneas alquiladas. La introducción de los sistemas de gestión de red para redes de líneas alquiladas es, por ejemplo, una de las más importantes tendencias a considerar.

El papel de las líneas alquiladas

Una línea alquilada es un canal de comunicación disponible permanentemente. Las líneas alquiladas soportan diferentes anchuras de banda, incrementándose su precio con dicha anchura de banda.

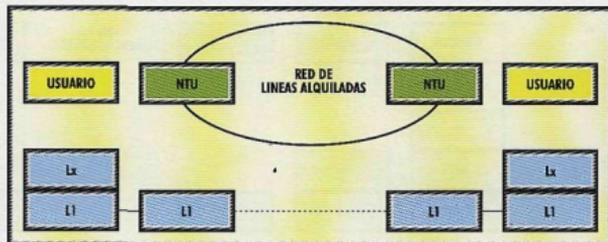
En el modelo OSI siete capas, el servicio de líneas alquiladas se localiza en la capa 1. Aunque por definición no está completamente libre de errores, las actuales redes de líneas alquiladas ofrecen conexiones con una tasa de error binaria muy baja y una alta disponibilidad. Un conjunto de protocolos de las capas más altas se utilizarán sobre la conexión de líneas alquiladas.

El uso tradicional de una línea alquilada es una conexión directa usuario-a-usuario como se muestra en la **Figura 1**.

El acceso a la red de líneas alquiladas se realiza a través de una caja llamada generalmente unidad de terminación de red (NTU), que proporciona típicamente la conversión de capa 1 desde el interfaz de usuario al interfaz de red.

Aunque el servicio de líneas alquiladas como tal está restringido a conexiones de usuario punto a punto, es también una tecnología soporte de otros numerosos servicios. La conexión de terminales de usuario a los servidores, donde un servidor tiene que ser interpretado en el sentido más amplio del término, es una aplicación común de las líneas alquiladas. Ejemplos son los conmutadores X.25, los conmutadores de *frame relay*, los enrutadores IP, el PABX, etc. Esta configuración se muestra en la **Figura 2**. Observe que varios servidores operando en diferentes capas pueden ponerse en cascada - IP sobre *frame relay* es un ejemplo.

Figura 1 - Interconexión directa de usuarios a través de la red de líneas alquiladas



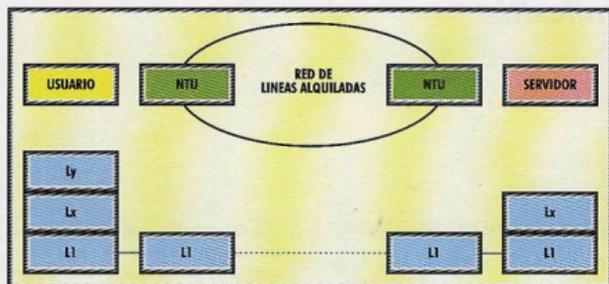


Figura 2 - Conexión de usuario a servidor a través de la red de líneas alquiladas

El negocio principal de los operadores públicos es el suministro de telefonía básica (POTS) a una gran comunidad en una gran área geográfica. Sus servicios están destinados al público y el operador se esforzará para dar la máxima cobertura a la comunidad pública. Además de los POTS, un operador público también ofrecerá una gama de otros servicios, por ejemplo líneas alquiladas. Los abonados objetivo de los servicios de las líneas alquiladas van desde abonados de pequeñas empresas a abonados de grandes empresas. Normalmente, el operador público tiene una licencia para desplegar una infraestructura de cable.

Un segundo grupo de operadores de líneas alquiladas son aquellas organizaciones que tienen una gran necesidad de una red de comunicaciones interna y que son capaces de construirla. Generalmente sirven a una comunidad privada relativamente grande que se extiende sobre una área geográfica más restringida y están autorizados para instalar una infraestructura de cable. Como ejemplos tenemos las compañías de servicios públicos tales como: las compañías de metro, de ferrocarriles, de autopistas, de gas y de electricidad. Además de la red de líneas alquiladas operarán, la mayoría de las veces, servicios tales como la comunicación de voz -PABX- y la

A menudo el equipo del usuario no proporciona el adecuado conjunto de protocolos para interactuar con los servidores disponibles. En este caso las cajas de conversión se pueden situar entre el equipo del usuario y la NTU. Ejemplos de tales cajas son los dispositivos de acceso de *frame relay*, los enrutadores, etc. Este tipo de configuración se muestra en la Figura 3.

La red de líneas alquiladas, los servidores y el equipo de usuario no suelen ser en general propiedad de la misma organización, aunque cualquier combinación es posible.

En el caso que el servidor sea propiedad de la misma organización que posee la red de líneas alquiladas, la integración de las funciones

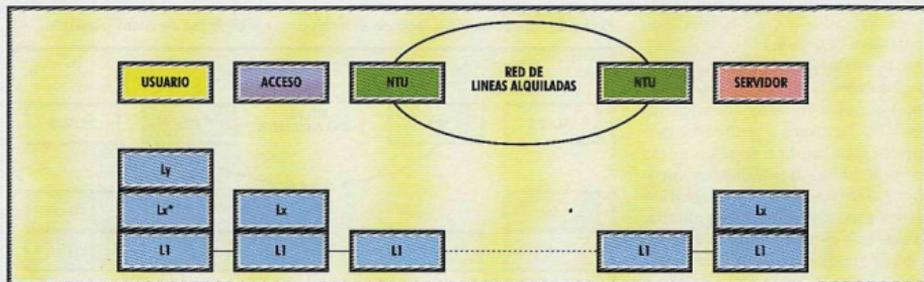
resulta interesante. Tanto la integración de los dispositivos de acceso con la NTU como la de los servidores con los elementos de red de las líneas alquiladas dará como resultado una solución de red más barata.

Objetivos de mercado

Se pueden distinguir tres grupos principales de operadores de redes de líneas alquiladas, cada uno de ellos con diferentes requisitos hacia los elementos de red que componen la red:

- operadores públicos
- operadores de redes privadas y de redes "campus"
- nuevos operadores.

Figura 3 - Adaptación de protocolo de usuarios conectados a un servidor a través de la red de líneas alquiladas



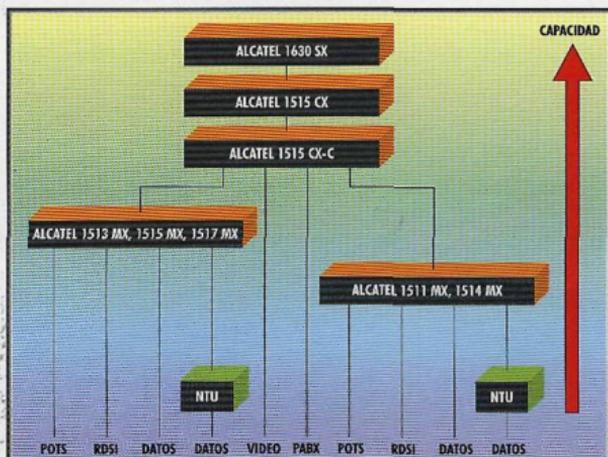


Figura 4 - Gama de productos de líneas alquiladas de Alcatel

Los elementos de red

Los módulos básicos de una red de líneas alquiladas de banda estrecha son los transconectores I/O y los multiplexores de acceso. Las principales características de un transconector I/O son su gran número de puertos de 2 Mbit/s y la capacidad de transconexiones de nx64 kbit/s. El multiplexor de acceso suele multiplexar una variedad de interfaces de usuario en uno o más interfaces de red de 2 Mbit/s. Los interfaces de usuario incluyen interfaces de POTS, RDSI, PABX, analógicas de datos, digitales de datos de baja - inferior a 64 kbit/s- y alta velocidad -nx64 kbit/s-. Los transconectores y los multiplexores de acceso se interconectan a través de las redes disponibles de PDH o SDH, o por sistemas dedicados de transmisión de línea de 2 Mbit/s.

La Figura 4 presenta la gama de productos de líneas alquiladas de Alcatel en términos de la capacidad ofrecida. Por encima de todos están los sistemas transconectores, Alcatel 1630 SX, 1515 CX y 1515 CX-C para transconexiones de 3072, 128 y 31 puertos respectivamente y con un coste optimizado para la capacidad deseada.

Los multiplexores de acceso incluyen los Alcatel 1511 MX, 1513 MX, 1514 MX, 1515 MX, y 1517 MX. El Alcatel 1511 MX es un multiplexor primario de 2 Mbit/s con un interfaz de red de 2 Mbit/s y un amplio conjunto de interfaces de usuario intercambiables. El Alcatel 1514 MX está optimizado para aplicaciones de inserción/extracción de 2 Mbit/s. Los Alcatel 1513 MX, 1515 MX, y 1517 MX son multiplexores flexibles. Estos productos se caracterizan por su gran capacidad. Mientras que los Alcatel 1511 MX, 1514 MX y 1515 MX se diseñan para V.110, los Alcatel 1513 MX y 1517 MX lo son para X.50.

Finalmente, se dispone de una serie de sistemas de línea de 2 Mbit/s que sirven de pasarela entre equipos MX y CX remotos. El

comunicación de datos -por ejemplo X.25. En vista de una todavía mayor cobertura geográfica, son candidatos a abrir sus redes y ofrecer servicios públicos en competencia con el operador público tradicional.

Otras organizaciones con necesidad de una versión de menor escala de redes privadas -las llamadas redes "campus"- entran en esta categoría. Dichas organizaciones incluyen universidades, hospitales, bases militares, plantas de fabricación, etc.

Un tercer grupo de suministradores de servicios son los nuevos operadores que están emergiendo en los mercados abiertos de telecomunicaciones. Su principal objetivo es ofrecer un servicio competitivo o de valor añadido al operador público tradicional. No siempre tienen la capacidad para desplegar una infraestructura de cable y enfocarán su actividad sobre nichos de mercado -por ejemplo, los abonados de grandes empresas.

Una de las oportunidades para los nuevos operadores es la tenden-

cia a externalizar (*outsourcing*) las redes corporativas. Las redes corporativas proporcionan servicios de comunicaciones internas a una comunidad privada extendida sobre múltiples localidades. Existe, sin embargo, la restricción de que no pueden instalar sus propias infraestructuras de cable entre dichas localidades. Los nodos en las redes corporativas se conectan a través de su propia infraestructura de cable en la misma localidad, -generalmente un edificio- y por servicios de un tercero entre distintas localidades. Un nuevo operador podría instalar, interconectar, gestionar y mantener el equipo que forma la red corporativa. Para la interconexión, el operador puede utilizar su propia infraestructura, si tiene el permiso, o usar los servicios del operador público.

También el operador público puede tener su actividad en este campo, con la ventaja de que posee una gran infraestructura de base. El operador público tiene también la posibilidad de integrar el equipo, proporcionando una implantación más barata.

Alcatel 1511 PL es un sistema de línea HDB3 tradicional que incluye repetidores y una supervisión mejorada de la funcionalidad. El Alcatel 1512 PL utiliza tecnología HDSL para poner los servicios de 2 Mbit/s al alcance de una mayor base de abonados. También están disponibles sistemas ópticos de 4x2 Mbit/s y 16x2 Mbit/s -los Alcatel 1521 FL y 1531 FL.

Como se verá en los siguientes apartados, los productos de líneas alquiladas de Alcatel son muy adecuados para satisfacer las necesidades de las redes de líneas alquiladas tanto públicas como privadas.

La actual red pública

La red de operadores públicos es históricamente creciente y está enfocada al suministro del servicio POTS. La red se estructura en torno de una central telefónica pública (CO) en donde está instalada una central local (LE). Desde estas COs se despliega una infraestructura de cobre -pares trenzados- para conectar los abonados a la LE. A esta infraestructura local de cable se le llama, habitualmente, bucle local. Las regiones servidas por una LE dependen de la densidad de población y normalmente tienen un diámetro de varios kilómetros. Los cables que salen de la CO se dividen en los puntos FDI y SDL. Las LEs se conectan a centrales de mayor nivel a través de una red troncal PDH que sirve como una red interurbana.

Esta infraestructura es también la base para la provisión de servicios de líneas alquiladas.

Los transconectores y los multiplexores de acceso están generalmente instalados en la CO e interconectados por la red troncal PDH. El acceso de los abonados de líneas alquiladas se hace a través de la infraestructura de pares trenzados existente (Figura 5).

Con el multiplexador de acceso instalado en la CO, los usuarios se pueden conectar a:

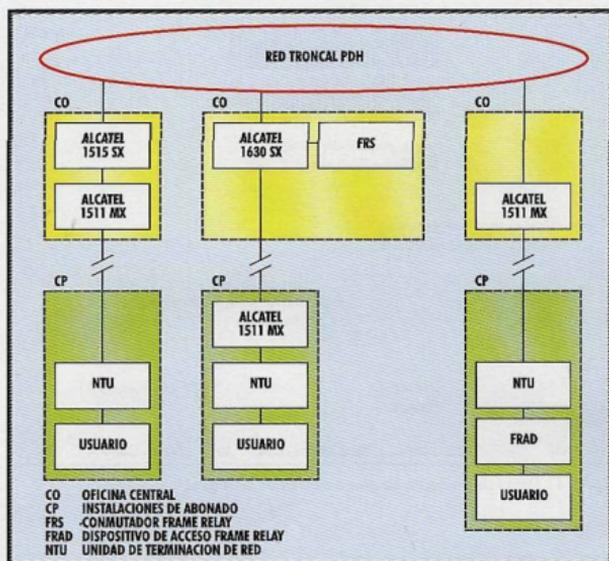


Figura 5 - Estructura típica de la red pública para la provisión de servicios de líneas alquiladas

- módems VF en las instalaciones del abonado (CP) a través del interfaz analógico de 2W/4W en el MX
- módem VF o de banda base en la CP con un modem espejo en la CO a través de un interfaz digital de datos en el MX
- NTUs en la CP por una placa dedicada de interfaz en el MX.

En las nuevas instalaciones, las NTUs son las soluciones preferidas. Funcionan digitalmente desde el principio y aportan un conjunto de mejoras tales como el control dentro de banda de la calidad de la línea. Las soluciones del tipo NTU están enfocadas a abonados de pequeñas empresas.

Para abonados de medianas y grandes empresas, el multiplexador de acceso puede situarse alternativamente en el CP. Dependiendo de la distancia entre CO y CP se pue-

den utilizar los sistemas de transmisión de línea Alcatel 1511 PL, 1512 PL, 1521 FL o 1531 FL.

El HDSL hace posible llevar 2 Mbit/s al CP de forma económica para una comunidad grande y es una importante evolución de las redes de líneas alquiladas. Para abonados de grandes empresas está probablemente justificada la instalación de fibra hasta el CP.

Evolución a corto plazo de la red pública

Con la llegada del SDH, primero se convertirá la red principal de PDH a SDH. En una segunda fase, el SDH se desplegará también en el bucle local. Como resultado el equipo MX se llevará desde la CO hasta un punto -por ejemplo FDI- más cercano al CP, como muestra la Figura 6.

Se mantendrán los métodos para conectar los abonados al MX. Pero, al disminuir la longitud del bucle de cobre entre ADM/MX y usuario, serán factibles velocidades de acceso de 2 Mbit/s, por utilizar el HDSL, para casi todos los usuarios. En consecuencia, el equipo MX se podrá desplazar más fácilmente hacia el CP. Además, las líneas alquiladas con una mayor anchura de banda implantadas a través de la red SDH estarán al alcance de un mayor número de usuarios.

Situar equipo MX en FDI y CP requerirá otros planteamientos

mecánicos para el equipo MX si se compara con las soluciones de bastidores montados en los edificios de las COs.

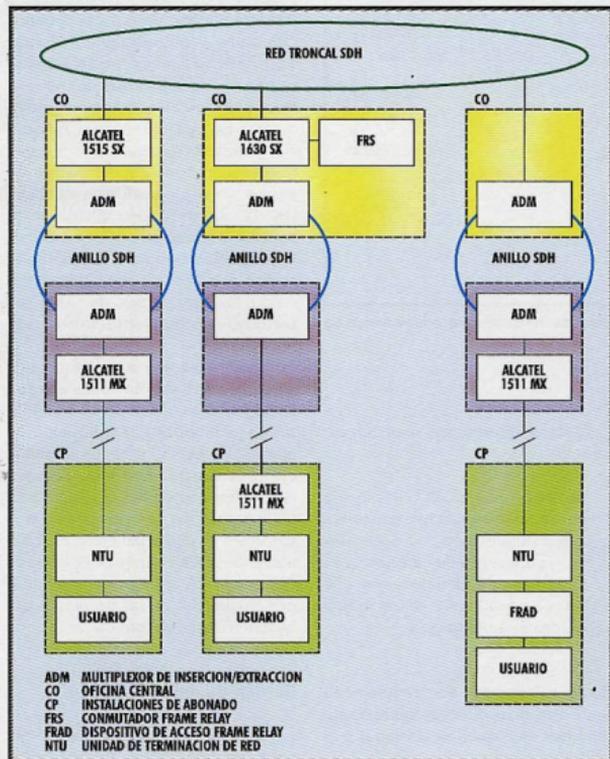
Una posterior evolución de red será la integración de DLC, ADM y MX en un equipo optimizado. Aquí la respuesta de Alcatel es el 1540AN. Un Alcatel 1540AN situado en el punto FDI proporcionará acceso a abonados de pequeñas empresas a través de cajas NTU. Para abonados de medianas y grandes empresas se situará en la CP una versión optimizada, el Alcatel 1540 MX, que comparte la

misma tecnología que el 1540AN pero tiene interfaces agregados más baratas, como HDSL o fibra (PDH).

Para poder ofrecer servicios de valor añadido más baratos a los abonados de empresas, la funcionalidad de las capas más altas estará opcionalmente disponible en el Alcatel 1540 MX y en las NTUs. Ejemplos de dichas facilidades mejoradas son el acceso *frame relay*, el acceso IP, los interfaces LAN, etc.

Evolución de la red pública a largo plazo

Figura 6 - Evolución de la estructura de red pública para la provisión de servicios de líneas alquiladas



Una siguiente etapa será el despliegue de tecnología de banda ancha en el bucle local. A largo plazo, los servicios de BA reemplazarán a los servicios de BE, pero hasta que la cobertura del ATM se universalice será necesario el inter-funcionamiento BE-BA.

Una manera de proporcionar inter-funcionamiento BE-BA puede ser por:

- inter-funcionamiento ATM-*frame relay*
- inter-funcionamiento en las capas superiores -por ejemplo, IP

El inter-funcionamiento entre ambos tipos de red se realizará, en el primer caso, en los servidores en los que pueden combinarse conmutadores ATM/FR y en los enrutadores en el segundo caso.

En vista de esta evolución se requerirá en la NTU la integración de la funcionalidad de las capas más altas, tales como el acceso *frame relay* o la funcionalidad IP (Figura 7).

Redes de servicios públicos

La red de comunicaciones de una compañía de servicios públicos sigue generalmente la red de su

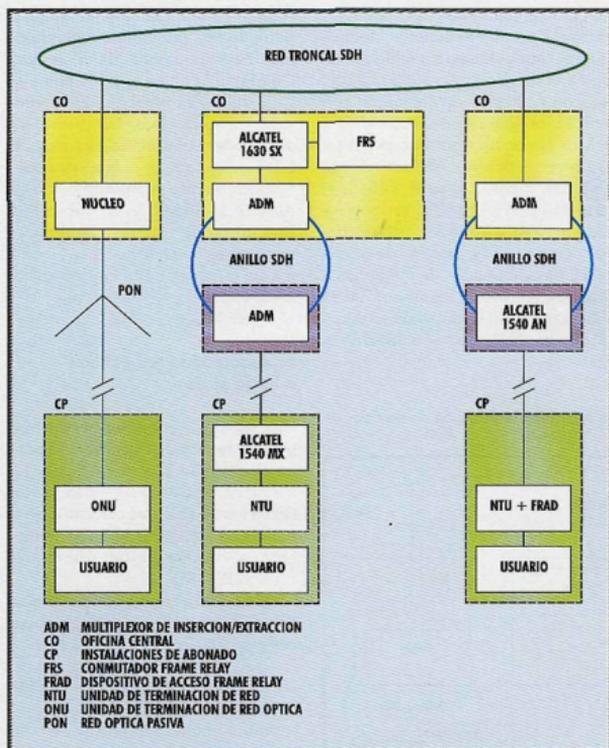


Figura 7 - Evolución a largo plazo de la estructura de red pública para la provisión de servicios de líneas alquiladas

negocio principal -por ejemplo, las redes ferroviarias o de metro. Tendrán una red interurbana interconectando los lugares en donde esté instalada la mayor parte del equipo de telecomunicaciones. Desde las localizaciones más importantes se despliegan redes de acceso que a menudo tienen la forma de una red de inserción y extracción. Las redes de inserción y extracción interconectan estaciones intermedias de metro o ferrocarril.

En principio, la arquitectura de la red es idéntica a la de los operadores públicos pero con las

siguientes diferencias más importantes:

- no enfocada a POTS sino a cubrir sus propias necesidades
- generalmente son redes lineales en vez de redes de estrella
- alta disponibilidad de la red, que a veces conduce a redes redundantes 1+1 completas
- de menor escala.

Estas diferencias se traducen en requisitos de productos ligeramente distintos de aquellos destinados a las redes públicas:

- más enfoque en las aplicaciones/interfaces de usuario tradicionales para interconectar equipos especializados
- necesidad de nodos de inserción y extracción que combinen eficazmente la funcionalidad de los MX y CX
- facilidades integradas de protección de red y equipo altamente redundante.

Nuevos operadores

Las redes de los nuevos operadores presentarán un aspecto muy similar al de la red pública. También aquí los módulos básicos serán los transconectores, los servidores y los multiplexores de acceso. Las diferencias fundamentales serán la menor cobertura y la utilización de más fibra. Además ocuparán su lugar la utilización de soluciones de transmisiones alternativas tales como radio.

Los nuevos operadores tendrán equipos de transconectores y servidores - como los conmutadores de *frame relay*- instalados en sus locales. La interconexión puede realizarse o por su propia red interurbana o utilizando los servicios interurbanos ofrecidos por terceros - como las compañías de servicios públicos que busquen ingresos adicionales.

Para el acceso a los abonados surgirán muchas soluciones alternativas. Posibles alternativas son utilizar su propia fibra, la utilización de una red de CATV, usar los servicios del operador público y las soluciones inalámbricas. Debido a que probablemente los nuevos operadores enfoquen su actividad hacia los abonados de grandes empresas, los multiplexores de acceso se instalarán principalmente en las propias instalaciones de los clientes.

Gestión de red

La gestión de red es una de las características clave de las redes

del futuro. Las redes tienen que ser supervisadas y provisionadas de la forma más eficiente. La introducción de sistemas automatizados permitirá a los operadores disminuir sus costes operativos. La gestión de red es por consiguiente un aspecto clave de la competitividad.

La gestión de red de las líneas alquiladas se trata en otro artículo de este número. Sin embargo, el tratamiento de las redes de líneas alquiladas estaría incompleto si no se mencionara su importancia.

Debido a que cada vez más se combinarán las redes de acceso con las redes de transporte SDH, la integración de los OSs de acceso y transporte es un aspecto importante para alcanzar una solución global sólida. Tal y como sucede en las propias redes de servicios, el OS de acceso será un cliente del OS de transporte.

Además, se requiere la integración de los OSs de líneas alquiladas y frame relay o de los de las redes de datos. Aquí, el OS de las líneas alqui-

ladas actuará como un servidor para el OS de la red de datos.

Aparte de proporcionar los procesadores y los programas necesarios para la gestión de la red, las soluciones de alto rendimiento y a un precio razonable entran igualmente en juego de manera importante. El diseño de soluciones TMN se tiene en cuenta desde el comienzo del diseño de los elementos de red.

Conclusiones

Las redes de líneas alquiladas continuarán jugando un importante papel en las redes de telecomunicaciones. Los productos Alcatel de líneas alquiladas cubren la gama completa de necesidades de elementos de red para la construcción de una red de líneas alquiladas. Las necesidades, tanto de las redes públicas como las de las privadas, están soportadas por ellos.

La disponibilidad de soluciones de gestión de red representa una importante ventaja. La capacidad de integración de los productos de gestión de líneas alquiladas con gestores de red de otras áreas de redes de telecomunicaciones, como el SDH y las redes de datos, permiten poder ofrecer soluciones completas e integradas de redes de telecomunicaciones.

Ronny Peeters es ingeniero de sistemas de Alcatel Access System Division en Amberes, Bélgica

Jozef Goubert es jefe del grupo de sistemas de líneas alquiladas de Alcatel Access System Division en Amberes, Bélgica

Fritz Ulrich es director técnico de sistemas de líneas alquiladas de Alcatel Access System Division en Amberes, Bélgica

Nodos de acceso Alcatel con transporte SDH integrado

C. Baiocco, S. Carbone, C. Fumagalli

Los nodos de acceso con una suficiente capacidad y manejabilidad son vitales en el crecimiento de las telecomunicaciones, con abonados que piden nuevos servicios y una mayor anchura de banda

Introduction

La **Figura 1** muestra la arquitectura general de la red en la mayoría de los países; existe una red de distribución primaria formada por pares de cobre trenzados, que parten desde el repartidor principal (MDF) de la central telefónica pública (CO) hacia diferentes interfaces con los distribuidores de alimentación (a veces un armario junto a la carretera) y después una red de distribución secundaria a los abonados finales, bien directamente, bien a través de otro cajetín en la acera o en un edificio.

El diseño de la topología, de la arquitectura y de la red está estrictamente relacionado con el entorno, ya que las zonas urbanas y las rurales tienen diferentes densidades de abonado. Cada abonado tiene su propio acceso físico a la CO, que necesita un enorme MDF, junto a una gran cantidad de interfaces hardware. Naturalmente, esta arquitectura es completamente pasiva, sin posibilidad de operaciones de red tales como la calidad de servicio o el control remoto del usuario, y sin redundancia desde el usuario al CO, a menos que se hagan los necesarios gastos adicionales.

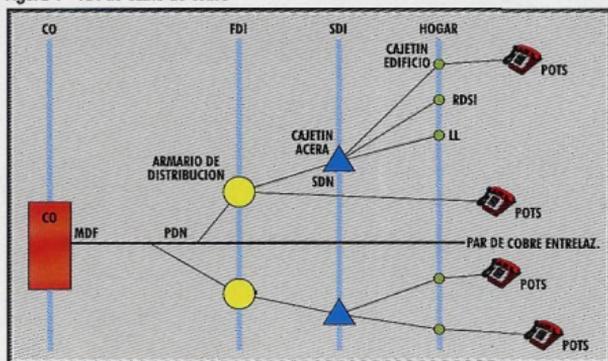
¿Por qué los nodos de acceso?

Debido a la creciente demanda de servicios de telecomunicación, los operadores públicos decidieron reorganizar la arquitectura de red, desplegando cada vez LEs más grandes y más complejos; como consecuencia los LEs de pequeña capacidad fueron sustituidos con otro equipo, para poder llegar hasta los abonados remotos.

El primer intento fue con concentradores remotos, junto a la introducción de multiplexores

bidireccionales, en oposición, usados tanto en las instalaciones de los abonados como en las CO, con un mazo de enlaces de 2 Mbit/s entre ellas. La utilización de la técnica de multiplexación por división en el tiempo (TDM) en el flujo de datos de 2 Mbit/s mejoró la ganancia del par trenzado. Desafortunadamente, esta solución dependía mucho de las especificaciones de los fabricantes y los concentradores remotos sólo requerían interfaces telefónicas homogéneas. Para reducir los costes, se introdujeron multiplexores asimétricos, con un multiplexor remoto directamente conectado a los LEs por una portadora de 2 Mbit/s. La señalización de canal asociado (CAS) usada en este escenario, transportada en un canal temporal dentro de los 2 Mbit/s, fue el primer paso de normalización pero, desafortunadamente, con una fuerte dependencia del país. Finalmente, el ETSI defi-

Figura 1 - FDI de cable de cobre



nió un protocolo de señalización normalizado: V5.1 y V5.2 [2, 3]; para los operadores esto significa independizarse de las especificaciones individuales de los suministradores y un protocolo normalizado.

Específicamente, el V5.1 se dedica a la gestión de POTS (telefonía tradicional) y RDSI (señalización, protocolo de control común y de puerto) para un máximo de 30 usuarios en un enlace de 2 Mbit/s, mientras que el V5.2 es capaz de gestionar la concentración, la protección del enlace de 2 Mbit/s y la protección del protocolo V5.2, añadiendo el protocolo de canal de comunicación de portadora, el protocolo de control del enlace y el protocolo de protección para un máximo de 16x2 Mbit/s.

Todas estas evoluciones originan un nuevo equipo llamado *nodo de acceso (AN)*, que implementa una arquitectura de red distribuida.

¿Por qué la jerarquía digital síncrona (SDH)?

La necesidad de unificar las dos principales jerarquías pliesiónicas existentes desde el punto de vista de la transmisión (la europea, basada en

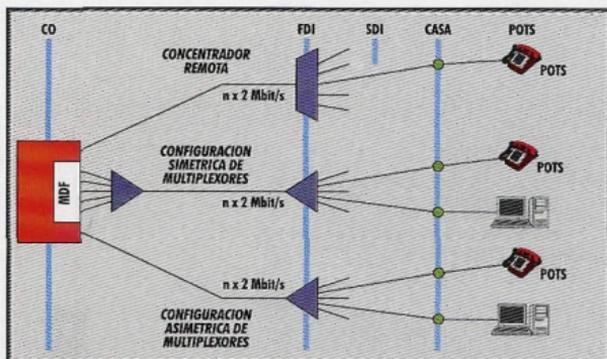


Figura 2 - Configuración de red con concentradores remotos y mltiplex simétrico/asimétrico

2,048 Mbit/s, y la americana, basada en 1,544 Mbit/s), la aparición de la fibra óptica en el mercado, con una anchura de banda casi infinita, y la oportunidad de transportar de forma transparente diferentes cargas netas de la jerarquía digital pliesiónica (PDH), a empujado a los operadores a mostrar un interés cada vez mayor en el SDH, en detrimento del PDH.

El esquema de multiplexación normalizado de la jerarquía digital síncrona se muestra en la Figura 3.

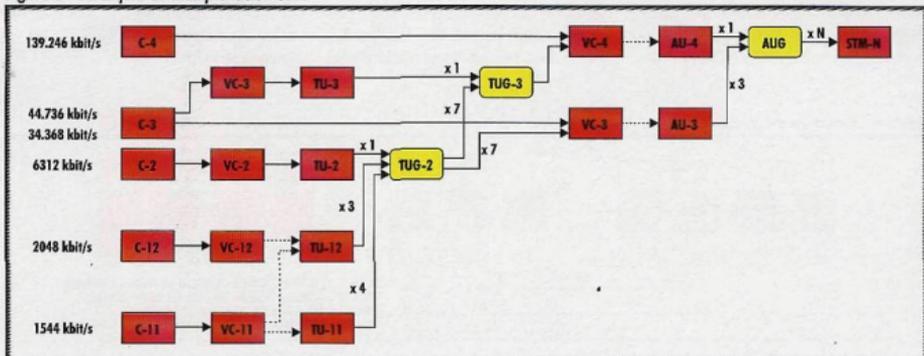
En las Figuras 3 y 4 se puede ver lo fácil que es insertar o extraer tri-

butarios de pequeña granularidad en un entorno SDH.

Como cada 2 Mbit/s dentro de la TU-12 lleva su propio reloj, las oficinas de una empresa distribuidas nacional o internacionalmente se pueden interconectar eficazmente, permitiendo un enrutamiento más dinámico y flexible de los servicios.

La aparición de las normas de transmisión síncrona dio a los operadores de redes una gran oportunidad para una mayor elasticidad, seguimiento de las faltas y calidad de la supervisión del servicio.

Figura 3 - Jerarquía de multiplexación SDH



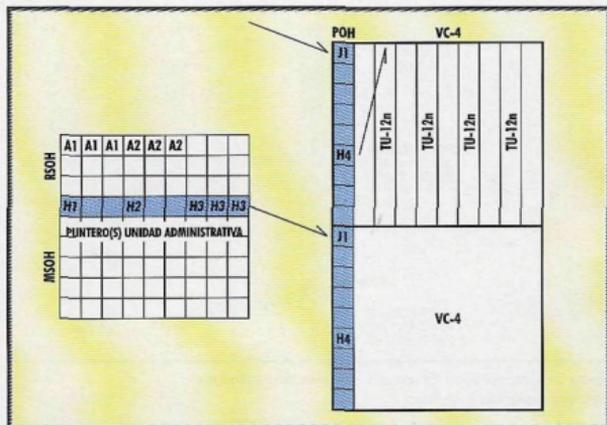


Figura 4 - STM-1 con correspondencia 63xTU-12

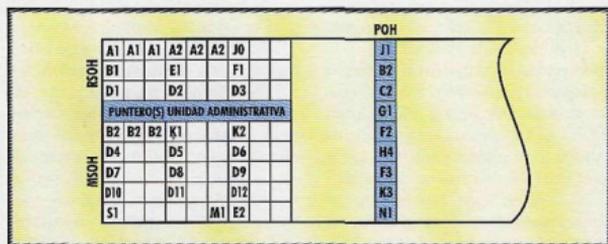


Figura 5 - Bytes SOH y POH del STM-1

Estas facilidades se despliegan usando, dentro de la estructura SDH, bytes específicos de tara (SOH, dividido en RSOH para la sección de regeneración y MSOH para

la sección múltiplex, POH para el trayecto - Figuras 5 y 6). La supervisión de las prestaciones, los canales de comunicación integrados (ECC), los canales de servicio de los

operadores, la información de sincronismo de reloj, y la gestión de las protecciones son las principales funcionalidades permitidas.

La típica arquitectura en anillo con fibras ópticas usada en la jerarquía SDH garantiza la fiabilidad por protección de trayectos debida a los dos posibles caminos, este y oeste; es posible el reencaminamiento dinámico al usar criterios de protección específicos, como muestra la Figura 7.

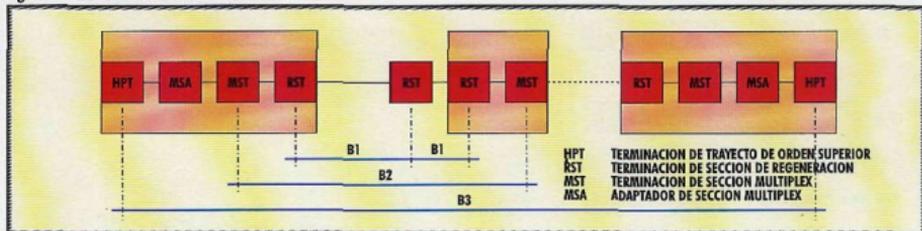
La misma carga útil se transmite a ambos lados de los anillos STM-1. En los anillos STM-4 y STM-16 la carga útil se divide, optimizándose la asignación de anchura de banda.

En este nuevo escenario tecnológico, la arquitectura de red está cambiando rápidamente para cumplir mejor con los severos requisitos de las prestaciones.

AN con transporte SDH integrado

Las anteriores consideraciones, junto a la emergente nueva tecnología de transmisión, generan una arquitectura de AN con transmisión SDH integrada, empleada como se indica en la Figura 8. En esta figura se muestra una configuración de red típica, manteniendo la compatibilidad tecnológica con la previa de cobre. Los ANs se conectan en un anillo óptico. Un ADM en el lado LE actúa como una pasarela al CO y emplea tributarios de 2 Mbit/s como interfaz de servicios conmutados, como RTPC, RDSI y líneas alquiladas.

Figura 6 - Estructura de enlace SDH



Da una idea de la capacidad del anillo el que, para 500 abonados por AN y una concentración 4:1 (que equivale más o menos a 0,2 erlangs por abonado), cada AN requerirá 4:5x2 Mbit/s, y por ello con un VC-3 (21x2 Mbit/s) se pueden tratar en un anillo hasta 4:5 ANs. Si se emplea un STM-1 completo (es decir 3xVC-3), el número de ANs se triplicará, y así sucesivamente.

Usando estos conceptos de VC-3 y STM-1, los servicios de banda ancha, banda amplia y banda estrecha pueden ser ofrecidos por la red sin cambiar las arquitecturas de las redes públicas de datos (PDN): la anchura de banda es un recurso común entre los servicios heterogéneos y se puede asignar de diferentes formas para acomodarse a las necesidades específicas de los clientes.

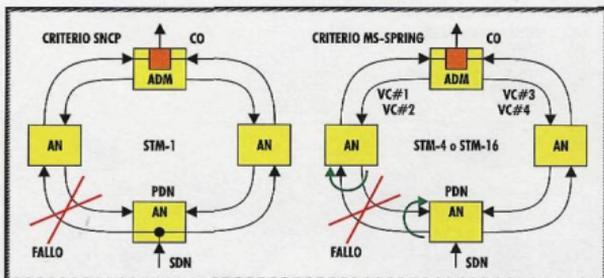


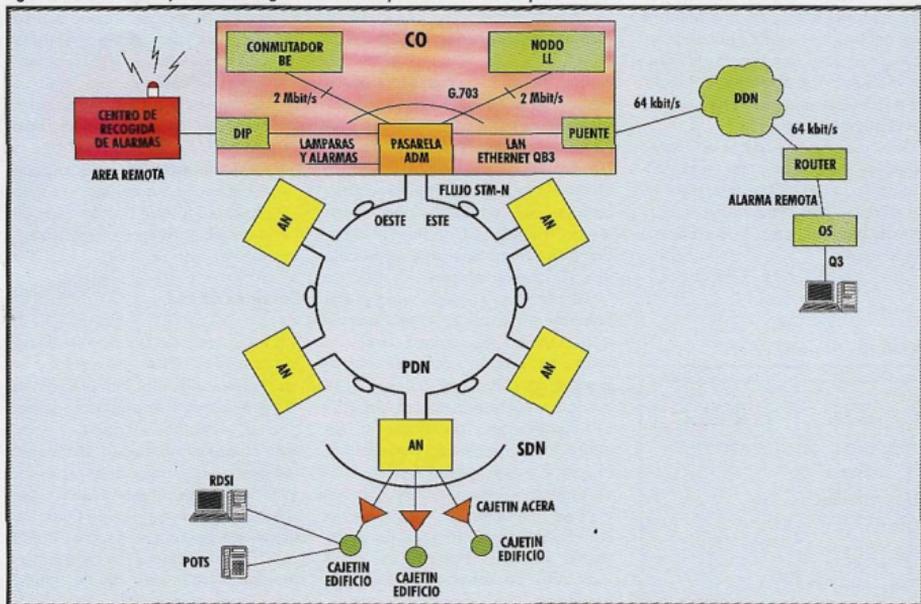
Figura 7 - Protección de trayecto de anillo STM-N: criterios de conmutación

Finalmente, en esta arquitectura el equipo combina las funcionalidades de transporte y de acceso: la misma plataforma de gestión de red se puede emplear, con operaciones sin costura, en redes tanto de acceso como de transporte.

Gestión de red

La tecnología SDH aumenta las estructuras de subred, mientras que la tecnología PDH sólo permite estructuras punto a punto, con equipo de acceso y de transporte.

Figura 8 - AN con transporte SDH integrado en una arquitectura de anillo óptico



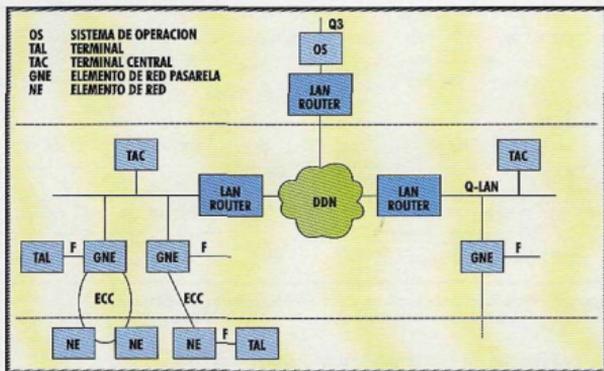


Figura 9 - Arquitectura de referencia

Además, la estructura en anillo SDH es más flexible y cumple mejor las necesidades de los clientes en términos de coste y funcionalidades proporcionadas, pero origina por otro lado más dificultades en el control y en la gestión de los equipos. Esto se debe principalmente a dos hechos: la pasarela puede tener hasta n fuentes (y no una sola como en el pasado), y el equipo del anillo se puede distribuir a lo largo de una amplia zona geográfica.

Por esta razón la parte de acceso adquiere un mayor peso en la economía de la red global de telecomunicaciones, y es obligatorio el mantenerla bajo un control centralizado y constante.

La tecnología SDH permite dicho medio de control, proporcionando un amplio canal que transporta información de gestión del equipo a través del propio equipo y de la red local al sistema de operación (OS).

Sistema de operación de Alcatel

Se han definido varias recomendaciones para normalizar los principios de la red de gestión de las telecomunicaciones (TMN). La tendencia de Alcatel es adaptar su OS a dichas recomendaciones, en particular a las que se refieren a principios arquitecturales [5], a funcionalidades proporcionadas [6] y al modelo de información adoptado [7, 8].

Merece la pena gastar unas pocas palabras en explicar el modelo de información y sus ventajas. Define la visión de gestión como un objeto gestionado (MO) que representa el recurso en el interfaz del sistema. El MO actúa como recipiente de las operaciones de gestión pedidas por el gestor y es responsable del envío de informes relacionados con los eventos espontáneos que suceden en el sistema. Este método tiene varias ventajas. Permite un nivel muy alto de abstracción, que es necesario para ocultar característi-

Figura 10 - Elementos del OS



cas del sistema gestionado (p. ej., detalles de implantación, arquitectura interna, etc.). Ello estimula la modularidad y reutilización de las especificaciones y permite una ampliación controlada. Todos los MOs forman el modelo de información de gestión y representan toda la información de gestión que el agente muestra en sus interfaces con el OS.

La elección de Alcatel ha sido proporcionar varios niveles de OS que cubren una amplia gama de visiones de gestión del sistema gestionado (Figuras 9 y 10) como:

- gestor de elementos (EM): gestiona los elementos de red (NE). Proporciona todas las funcionalidades descritas en la recomendación M.3400 de la UIT-T
- gestor regional (RM) o gestor de circuitos (CM): permite establecer un camino entre dos puntos de la red gestionada a nivel regional
- red nacional (NN): permite establecer un camino entre dos puntos de la red gestionada a nivel nacional. En otras palabras, indica a todos los RM involucrados que tiene que crearse un camino, pero no le interesa saber como se establece a nivel regional
- línea alquilada (LL): controla los servicios de los clientes, proporcionando a cada uno de ellos los servicios y recursos requeridos.

Servicios de red

En este escenario tan flexible es útil describir que clase de servicios se suministran desde los puntos de vista de la red, la gestión y el equipo.

Los servicios de banda estrecha soportados actualmente se dividen en servicios conmutados como POTS y RDSI (accesos básico y primario) y redes especiales como las líneas alquiladas (p. ej., nx64 kbit/s, con n hasta 30, pero también subvelocidades menores de 64 kbit/s, como sucede en X.50).

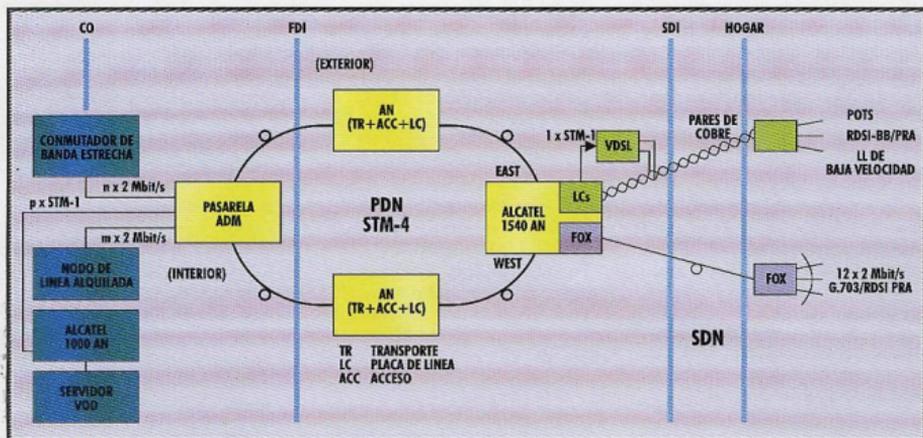


Figura 11 - Alcatel 1540 AN en anillo SDH

Los servicios de banda amplia se refieren a anchuras de banda del orden de 2 Mbit/s, y aquí merece la pena mencionar el predecible incremento de Internet; se requerirá una multiplexación estadística de paquetes y pudiéndose usar el método ADSL en la existente red de par de cobre trenzado.

Los servicios de banda ancha se relacionan con las decenas de 2 Mbit/s, y las evoluciones futuras muestran servicios de vídeo, vídeo interactivo, etc. En este momento se requerirá un entorno ATM (modo de transferencia asíncrona), y la tecnología para el cliente será VDSL, DHN o equivalente.

Nodo de acceso SDH de Alcatel

A continuación se describe brevemente el actual equipo de nodos de acceso SDH de Alcatel.

Equipo Alcatel 1550 AN

Puede conectarse a un anillo STM-1 con capacidad de inserción/extracción de hasta 21x2 Mbit/s. El Alcatel 1550 AN soporta el V5.1 de ETSI y

trata POTS (hasta 480), RDSI (básico y primario) y LL.

El conjunto de placas es para:

- telefonía básica
- COIN BOX - Teléfono sobre voz
- enlace de datos a alta y baja velocidad DDN X.50 (9,6/64 kbit/s)
- DDN nx64 kbit/s
- conexión analógica directa DDN
- acceso básico RDSI BA y PRA.

La fiabilidad del Alcatel 1550 AN se logra con redundancia de las partes comunes (tributario activo/reserva de 21x2 Mbit/s), redundancia de los abonados POTS (configuración 30+1) y protección de trayectos ofrecida por una estructura en anillo.

La instalación típica es en un entorno de exteriores, incluso si se proporciona una solución de interiores.

SGMA es el OS producido por Alcatel Italia para gestionar la red basado en equipos Alcatel 1541 SM y Alcatel 1550 AN.

La red se compone de varias subredes, cada una de las cuales se compone de una pasarela, que es el equipo Alcatel 1541 SM, y hasta cinco equipos Alcatel 1550 AN. Se

soportan diferentes versiones del equipo. La pasarela se conecta al OS a través de una red local Ethernet.

SGMA es básicamente un gestor de elementos (EM), aunque proporcione algunas funcionalidades de red. Proporciona, en particular, las siguientes funcionalidades referidas en [5]:

- gestión de fallos
- gestión de configuración
- gestión de seguridad.

y las siguientes adicionales:

- administración del sistema
- interfaz de usuario
- gestión de líneas de comunicación.

Equipo Alcatel 1540 AN

Para suministrar nuevas facilidades, como servicios de distribución e interactivos [4] o acceso Internet, se requiere un aumento de la anchura de banda en los anillos SDN y PDN. Para responder a estos requisitos del mercado, Alcatel ha comenzado a desarrollar una segunda y flexible generación de

ANs, con mayores prestaciones y estructuras hardware y software normalizadas.

Una matriz cuadrada sin bloqueo a nivel DS-0 (810x810, es decir un VC-3 completo) y una transconexión TU-12 están entre las más importantes mejoras de esta nueva generación de ANs.

Este recurso hardware y el protocolo de señalización V5.2 del ETSI permiten un potente método de concentración. Con 51 Mbit/s, tanto ascendentes como descendentes, disponibles en todos los LCs, y teniendo LCs de POTS y RDSI como una función TSA, sólo unos pocos de los 810 DS-0 se utilizan realmente en telefonía común y por ello se dispone de una gran anchura de banda para futuros servicios mejorados. Así, por ejemplo, en el caso de los servicios de banda amplia, cuando se asigna un tráfico de pico de 2 Mbit/s a cada usuario pero con un bajo porcentaje de usuarios simultáneos y con multiplexación estadística, se dispone de una anchura de banda interna de unos 40 Mbit/s, tanto ascendentes como descendentes.

Los servicios de banda estrecha ofrecidos por el Alcatel 1540 AN son POTS, RDSI (accesos básico y primario) y LL. Con la placa FOX insertada, por ejemplo, en la misma estructura que la parte común, se pueden gestionar y enviar a los usuarios a nivel de cajetín tres VC-3. Aquí otro interfaz FOX permite la multi-

plexación/demultiplexación de un grupo de 12x2 Mbit/s. Esta aplicación específica amplía las ventajas del SDH justo hasta las instalaciones de los abonados (**Figura 11**).

En los servicios de banda ancha, la sustitución del conjunto STM-1 (155 Mbit/s) por el STM-4 (622 Mbit/s) permite la inserción/extracción de 4xSTM-1 del anillo y el enrutamiento a facilidades ADSL, VDSL o DHN.

La fiabilidad está asegurada por una estructura en anillo, la redundancia interna del módulo de extracción, la redundancia de enlace de los bastidores de línea universales y un enlace de protección de reserva (n+1).

El Alcatel 1540 AN está disponible para un entorno de exteriores (que equivale hasta 480 POTS) y en una versión de interiores (hasta 2000 POTS equivalentes).

Conclusiones

Con la tendencia de llevar hasta el usuario cada vez más anchura de banda y de tener una gestión de red más completa para todo el sistema, parece que el nodo de acceso SDH jugará un papel importante en un futuro cercano, y su evolución se reflejará probablemente en una ampliación del concepto FTTL (fibra en el bucle), que llevará la fibra óptica hasta los hogares.

Referencias

- 1 Recomendaciones G.707, G.708 y G.709 de la UIT-T - Jerarquía SDH
- 2 ETS 300 324-1 - Marzo 1993. ETSI Signalling Protocols and Switching (SPS); V5.1 interface specification for the support of access network
- 3 Version: 7A - Mayo 1993. Signalling Protocols and Switching V interface at digital local exchange (LE) - V5.2 interface for the support of Access Network (AN)
- 4 Recomendación L.211 de la UIT-T. Red digital de servicios integrados (RDSI) - aspectos de servicio de la RDSI-BA
- 5 Recomendación M.3010 de la UIT-T
- 6 Recomendación M.3400 de la UIT-T
- 7 Recomendación X.720 de la UIT-T
- 8 Recomendación X.722 de la UIT-T

Cinzia Baiocco trabaja en sistemas de gestión de redes de acceso en los laboratorios de Alcatel Access System Division en Italia

Stefano Carbone es responsable del diseño de circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) en los laboratorios de Alcatel Access System Division en Italia

Corrado Fumagalli es ingeniero senior de sistema ASAN en los laboratorios de Alcatel Access System Division en Italia

Gestión de redes de acceso basada en TMN.

Aspectos de arquitectura y modelos de información

I. Cabrera, L. Martínez

En un mercado multivendedor y multioperador; la potencia y flexibilidad de las redes de acceso depende en gran medida de los conceptos normalizados de gestión de red

Introducción - Marco de referencia de la arquitectura de gestión de red

El mercado y la leyes constituyen las fuerzas directrices en la evolución de las redes de acceso hacia una total orientación del servicio a los usuarios finales y proveedores de servicio, para los cuales la red de acceso facilita la infraestructura básica (ver más detalles en [1]). El impacto de esta orientación al servicio, desde el punto de vista de la gestión de red, nos muestra los tres importantes desafíos que todo operador de red de acceso debe afrontar (no desde el punto de vista técnico sino de mercado):

- bajo coste de propiedad (que permita soportar de forma competitiva a los proveedores de servicio)
- tiempo de respuesta corto (con el fin de ayudar a los proveedores de servicio a satisfacer a sus clientes)
- alta flexibilidad (que permita nuevos servicios con personalización regional o individual).

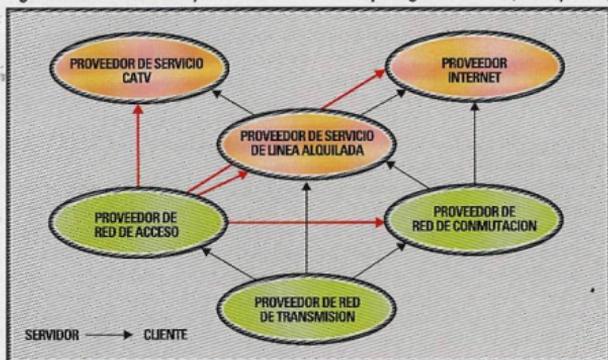
A partir de aquí podemos derivar fácilmente cuáles son los aspectos técnicos que deberán ser mejorados en la gestión de red de las redes de acceso:

- centralización, integración y automatización de la operación y mantenimiento del equipo de red (*aspecto 1*)
- prestaciones potentes y abstractas de operación y mantenimiento (*aspecto 2*)
- interacción entre los sistemas de gestión del proveedor de servicio y del suministrador de red, o del proveedor del servicio básico (*aspecto 3*).

Pero, ¿que ocurriría si tomáramos estos tres grandes desafíos y los intentáramos relacionar con los conceptos de arquitectura TMN? Aunque parezca increíble, ¿conuerdan perfectamente los unos con los otros!

- el *aspecto 1* se cubre con los interfaces Q3 (OS A EN)
- el *aspecto 2* se cubre con una orientación al objeto (modelos de información) y una arquitectura por capas (LLA)
- el *aspecto 3* se cubre con el concepto de interfaces X.

Figura 1 - El modelo de empresa de redes de acceso para gestión de red (visión parcial)



Para no pecar de demasiado idealistas, debemos decir que estas concordancias tienen lugar en un nivel conceptual. A nivel de arquitectura, es aún necesario que los organismos de normalización realicen trabajos de refinamiento y definición. A nivel de normativa implementable -bueno, digamos que todavía queda mucho trabajo por delante.

El modelo empresa o interdominios: Interfaces X

Siguiendo con nuestro enfoque al mercado, definamos primero el



Figura 2 - Arquitectura estratificada de la lógica (LLA)

modelo de empresa y el uso de los conceptos LLA e interfaces X, que han probado ser herramientas muy útiles. En otras palabras, identificaremos los diferentes dominios de red (potencialmente operados por diferentes organizaciones/compañías) y sus interrelaciones en el nivel de gestión de red.

El objetivo fundamental de este modelo es reducir al mínimo el número de interacciones y proporcionar una funcionalidad lo suficientemente abstracta.

Si bien en un mercado maduro hay muchos actores implicados (proveedores de servicio de valor añadido, proveedores de contenido, etc.), por simplicidad y como ilustración, sólo consideraremos las interacciones más representativas entre algunos de los actores del modelo de empresa para gestión de red. La Figura 1 representa los actores fundamentales (en los papeles de proveedores de red y de servicios) en relación con las redes de acceso y las interacciones entre ellos. Sólo detallaremos las interacciones marcadas con flechas rojas.

Lo primero que se deriva de la figura es que, desde el punto de vista de la gestión, la red de acceso juega un papel de soporte (excepto en la interacción con la red de transmisión en los casos en los que la red de acceso no es dueña del medio interno de transmisión).

El segundo aspecto que se deriva es que hay dos grandes tipos de interacciones con otros actores, en dos diferentes niveles:

Nivel de red

Esta interacción con la red de conmutación puede ser considerada como una relación cooperativa, tanto la red de acceso como la de conmutación cooperan (coordinando la gestión de los recursos de conexión, protocolos, configuración, etc., como en el caso del interfaz V5) para ofrecer una red común, pero de responsabilidad distribuida, que ofrece servicios de conmutación. Esta relación es de tipo maestro-esclavo ya que la red de acceso sigue las instrucciones de la red de conmutación.

Nivel de servicio

Este tipo de interacción es una relación puramente de cliente-servidor, en la cual la red de acceso ofrece un servicio portador más o menos transparente a otros proveedores de servicio. Aquí el grado de abstracción es tal, que no se observa ningún detalle interno, todo se traduce en términos de servicio (incluso las alarmas). En nuestro ejemplo, hemos elegido tres servicios:

- **líneas alquiladas:** esta interacción se puede resumir como la oferta por parte de la red de acceso de una serie de recursos (puertos de usuario, puertos de red y conectividad interna) al operador de líneas alquiladas, el cual ofrece a su vez la conexión entre usuarios finales, que usan redes de acceso u otras (de transmisión, conmutación, etc.)

- **Internet:** Puede ofrecerse al usuario final en dos formas principales: transparente (la red de acceso no tiene los recursos específicos para el soporte de Internet, de tal modo que los servicios de conmutación y las líneas alquiladas se usan para conectar al usuario con el servidor Internet) y dedicada (en la que la red de acceso tiene la capacidad de dirigir paquetes de datos desde/hacia Internet). Sólo en este segundo caso existe interacción entre el proveedor Internet y el proveedor de redes de acceso
- **CATV:** Muy parecido al Internet, pero para la distribución de canales de televisión a los usuarios finales y de canales de subida, en el caso de que haya servicios de vídeo con interactividad limitada.

Debemos señalar que debido a que en la conmutación actual no hay separación entre la red y los servicios (excluidas las redes inteligentes), existe también una nueva interacción con la conmutación a nivel servicio.

Sorprendentemente, este tipo de interacciones tan importante, que se materializarán como interfaces X en el área del TMN, todavía no se han desarrollado suficientemente. Es ahora cuando ha comenzado su estudio a través de organismos como el ATM Forum o Eurescom de la comunidad de normalización internacional.

El modelo de gestión intradominios: Interfaces Q3

Si bien en el apartado anterior nos hemos centrado en las características de la gestión de red implicando a más de un dominio, lo que podríamos llamar relaciones horizontales, ahora vamos a considerar las interacciones verticales, que cubren todas las necesidades de gestión dentro de un sólo dominio.

No sería correcto estructurar los sistemas de gestión de red como un conjunto plano de aplicaciones, ya que existe una enorme cantidad de tareas de gestión con diferentes perspectivas y necesidades (en términos de abstracción, tiempo de respuesta, etc.).

Además, todos los operadores están tomando una nueva perspectiva de su negocio, cambiando su orientación tecnológica por una orientación de mercado. Esto significa que ya no buscan nuevas tecnologías sino ganar dinero prestando servicios que se implementan en redes compuestas de elementos de red. No es casualidad pues que LLA estructure la gestión en capas de negocio, servicio, red y elementos (Figura 2) y sea comúnmente aceptado como una buena forma de arquitecturar las soluciones de gestión en un dominio determinado. El resto de esta sección se dedicará a la aplicación de LLA a los dominios de las redes de acceso.

Gestión de servicio

Es el objetivo más importante de aquellas empresas de redes orientadas al mercado. Incluso para redes de acceso que no ofrecen servicios al usuario final, actividades como la configuración y provisión de servicios (a los proveedores de servicio), la gestión de reclamaciones (para trazar, localizar, localizar y resolver las reclamaciones de los clientes) y la supervisión de la calidad de servicio, etc., son fundamentales.

En un futuro próximo, veremos operadores de redes de acceso que llevarán cables al usuario final. Estos cables permitirán llevar a cabo una serie de servicios, dependiendo del tipo de cable contratado, y los operadores de servicio podrán ofrecer a los usuarios sus servicios tan sólo alquilando dichos cables ofrecidos por el operador de red de acceso.

Gestión de red

Esta capa tiene dos funciones principales: la primera consiste en

ofrecer a la capa de servicio una idea apropiada (abstracción) de la red usada para realizar los servicios (si el número de redes de acceso es demasiado grande y/o su topología es compleja, p. ej., redes de acceso en cascada) y la segunda consiste en facilitar funciones inherentes al nivel de red, tales como planificación, configuración, vigilancia, supervisión de prestaciones, cooperación entre redes (p. ej., enlaces V5 hacia redes de conmutación, etc.).

Gestión de elementos

Esta capa tiene también a su vez dos funciones fundamentales: la primera es dotar a la capa de red de una abstracción apropiada de la red de acceso (ya que los detalles y equipos internos no son visibles, es decir se ofrece una visión de "caja negra") y la segunda es facilitar funciones del nivel de elementos como gestión, configuración, vigilancia, gestión de software, pruebas, etc. del equipo.

Interfaces Q3

Las interacciones entre las distintas capas se modelan a través de TMN como puntos de referencia Q3, los

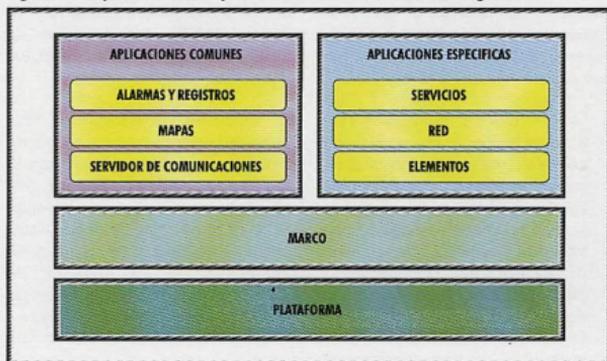
cuáles se materializan en interfaces reales en base a aplicaciones (ofreciendo una distribución no refinada). Sin embargo, a largo plazo, cuando el ODP y el CORBA sean lo suficientemente maduros, se podría lograr un mejor nivel de distribución (incluso a nivel de un sólo objeto). Todavía se debate si tal nivel es necesario y, después, factible (rentable).

Aspectos de la implementación de los elementos de red

Si bien todo el mundo reconoce la importancia de las normas, las restricciones de diseño que pueden ocasionar se contemplan a menudo como "un mal menor". Nuestra experiencia con modelos de Información GDMO prueba, por el contrario, que las normas son útiles de tres formas fundamentales (una vez que los muros de la sintaxis y la navegación-a-través-de-tantas-normas-todavía-borrador han caído!, lo que, a propósito, no lleva tanto como puede parecer):

- para definir los requisitos que se deben cumplir y atenerse a ellos, incluso si la mayoría de las normas no están aún terminadas del

Figura 3 - Arquitectura común para una variedad de soluciones de gestión



todo y a veces debe hacerse una "adivinanza" de como se cubrirán el resto de los requisitos. Ayuda a mantener cortos debates

- para definir parte de la arquitectura OAM. De hecho, para llegar a la definición de un modelo de información, los organismos de normalización realizan un análisis muy bueno del problema a modelar. Este análisis no se pierde en el modelo de información, sino que está implícito en él. Si bien definir la arquitectura del sistema a partir del modelo de información no es una tarea evidente, merece la pena intentarlo, ya que así la definición del sistema se realiza antes y el sistema concuerda mejor con la "lata" del Q3
- para ayudar a los implementadores. Un modelo de información contiene muchos detalles de implementación que son expresados de manera formal (si bien no perfecta), que muy pronto se convierten en el manual de los implementadores (a menudo, se refieren a él como "la Biblia").

Estas tres ventajas se aplican a todo tipo de elementos de red, cualquiera que sea su tecnología o función en la red. Tras un primer vistazo, al considerar su aplicación a las redes de acceso, parece que un interfaz Q3 completo y directo desde una red de acceso es demasiado caro. Sin embargo, un análisis global más detallado, en el que se tengan en cuenta los siguientes puntos, nos da una perspectiva diferente:

- existen muchas soluciones tecnológicas para las redes de acceso, pero todas ellas ofrecen parecida "funcionalidad de red" (es decir, garantizar al usuario el acceso a diferentes servicios de telecomunicación). Los modelos de información orientados al objeto estándar logran un nivel de abstracción apropiado, de forma que las soluciones para gestión de red necesarias sobre

la muy dispersa y compleja (en términos de tamaño y número de tecnologías) red de acceso global puedan ser más simples y permitir menores costes operativos

- la orientación hacia el objeto (junto con la abstracción) permite una mejor reutilización del software, tanto en el EN como en el OS
- las funciones de gestión asociadas (como históricos, enrutamiento de eventos, medidas, etc.) permiten una solución personalizable (incluso en funcionamiento) sin ningún coste, reduciendo el coste de ingeniería (CDE).

A pesar de todo, debemos señalar que la pila OSI y toda la funcionalidad del agente TMN aún ponen importantes exigencias a la capacidad de proceso en el nivel de elemento de red, que en el caso de redes de acceso pequeñas, podría ocasionar un problema de coste para algunos operadores de red. Para garantizar ambas cosas, la actitud de Alcatel es agrupar las prestaciones y las cuestiones Q3 en dos grandes grupos bien diferenciados entre sí:

Protocolo: La función más exigente de los interfaces Q3 es el protocolo y los mecanismos para acceder a la información de gestión (CMP sobre una pila OSI). En este punto los problemas son el tratamiento de asociaciones (ACSE), los derechos de acceso, el filtrado, la atomicidad, los nombrados externos, etc.

Información gestionada: Este grupo representa lo que se puede realizar con el elemento de red y lo que éste realiza en términos de gestión. Aquí los aspectos se relacionan con la gran cantidad de clases e instancias de objetos de gestión, la complejidad de los modelos de datos (tipos ASN.1) y, a veces, la falta del nivel deseado de calidad en los modelos de información normalizados.

Definición de la arquitectura de los elementos de red

Para satisfacer los requisitos indicados anteriormente y adaptarse a las necesidades y preferencias de los operadores de red, Alcatel ha desarrollado una arquitectura compuesta por dos módulos software, uno trata los aspectos de protocolo y el otro la información de gestión (este último módulo se subdivide a su vez en otros más pequeños para la gestión de áreas concretas, como gestión V5, equipamiento, RSU, líneas alquiladas, etc., que se escogerán dependiendo de la funcionalidad disponible en la red de acceso).

La interacción entre estos dos bloques se parece a CMISE (con prestaciones reducidas) pero sin toda la sobrecarga del protocolo (es decir, basada en llamadas a función).

El bloque que maneja la información se implementa siempre en el elemento de red, mientras que el que trata con los aspectos del protocolo se puede localizar físicamente en el elemento de red (soporte completo Q3 desde el elemento de red) o de forma remota en un adaptador Q3 externo o incluso en el OS (dependiendo de las necesidades del operador de la red).

Aspectos de implementación del OS

La red de acceso está formada por diferentes tipos de equipos, que realizan diferentes servicios y cuya gestión se arquitecturiza definida por LLA de TMN, cada uno de los cuáles presenta una visión distinta de la red.

Las soluciones de gestión de red adoptadas hoy en día en la división de negocio de acceso se agrupan en familias dependiendo de los servicios que prestan y de los elementos de red involucrados. Debido a la arquitectura común utilizada en su desarrollo, se pueden fácilmente integrar entre sí y con los productos de gestión de red de otras divisiones.

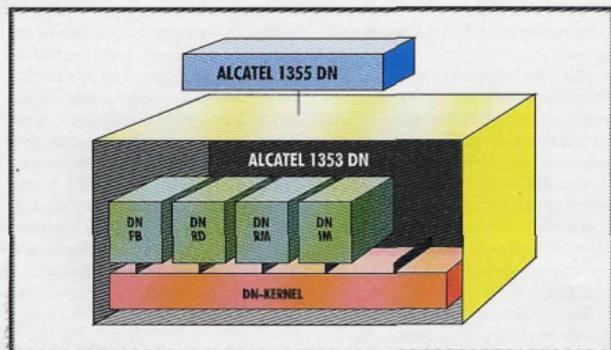


Figura 4 - Productos de gestión de red de Alcatel para la red de distribución

Una arquitectura común para soportar distintas soluciones de gestión

Una vez identificada la necesidad de integración entre las distintas familias de productos, la decisión tomada por la gestión de redes de acceso fue definir un kernel común de aplicaciones, llamado DN-kernel que, basado en la filosofía del ALMAP (*Alcatel Management Platform*), incluyera las aplicaciones comunes que requieren todos los sistemas de gestión y las herramientas que ayudan a los diseñadores a crear nuevas aplicaciones (Figura 3).

El DN-kernel se basa en una plataforma de integración del mercado, como el ALMAP, que simplifica la interconexión de las distintas aplicaciones usando técnicas de modelos de información para modelar los interfaces entre las aplicaciones, y que facilitan el mecanismo de encaminamiento para interconectar y distribuir la información.

Por encima de esta plataforma se encuentran las aplicaciones, también del mercado o de los diferentes centros de desarrollo de Alcatel, que se desarrollaron siguiendo una filosofía común expresada en las reglas ALMA.

El componente principal del DN-kernel es la aplicación de supervisión de alarmas Alcatel 1330 AS,

usada en la mayoría de los sistemas de gestión de red de Alcatel. Reúne todas las alarmas de un sistema y las presenta al operador como contadores configurables y una lista de alarmas, filtradas y clasificadas según distintos criterios, que pueden ser seleccionados por el operador.

La plataforma incluye un mecanismo de representación de la red por mapas icónicos, pero se ha desarrollado un gestor de mapas que permite la distribución de la misma información a diferentes usuarios del sistema.

Un servidor de comunicaciones simplifica la vida del diseñador, al acceder a los distintos equipos con pilas distintas a través de un API común, que resuelve los problemas de direccionamiento y simplifica los programas de aplicación.

El DN-kernel incluye también herramientas para ayudar a los diseñadores a modelar los interfaces de sus aplicaciones y los accesos a los protocolos normalizados usados en el modelo de información (XMP/XOM). Con estas herramientas, el diseñador se puede concentrar en el problema que tiene que resolver sin preocuparse por la complejidad de los interfaces, realizando un código de mejor mantenimiento y más limpio.

Productos de aplicación de gestión de red de Alcatel

Redes de distribución

Mayoritariamente dedicadas al servicio de telefonía, la primera familia de productos de gestión de red desarrollada es la red de distribución - DN- (Figura 4).

El Alcatel 1355 DN se compone de una capa de gestión de servicio que cubre el resto de productos y permite la integración de las distintas tecnologías usadas en una red de distribución, ya sea de cobre, fibra o radio.

Su función principal es crear y mantener la información del abonado y su asociación con la conexión que provee el equipo. El operador puede también asociar cualquier fallo en el equipo con el abonado afectado y ejecutar pruebas de línea para identificar mejor el problema.

Cuando el nodo de acceso se conecta a una red troncal para proveer servicios de circuitos alquilados, el Alcatel 1355 DN provee la información del circuito de acceso.

Al estar los nodos de acceso normalmente conectados directamente a la central local, el nivel de gestión de red queda reducido a un mínimo que está hoy integrado en el Alcatel 1355 DN.

La capa de gestión de elementos de red se dedica a mantener la configuración del equipo y supervisar su estado. Al compartir la misma filosofía y herramientas, cada tipo de elemento de red posee su propio producto de gestión, que se integra fácilmente para formar una red mixta.

En general se denominan Alcatel 1355 DN-xx, indicando las dos últimas letras el tipo de equipo que gestionan. El FB gestiona los nodos de acceso basados en fibra con su visión específica de la red de distribución de fibra, el RD gestiona los distintos equipos que permiten el acceso vía radio y el IM gestiona los elementos de red basados en modelo de información, la nueva generación de nodos de acceso integrados en un anillo SDH.

Se facilitan soluciones específicas para otros equipos, como el RM que gestiona el Alcatel AN 1530, un nodo de acceso desarrollado específicamente para el mercado australiano.

Redes de distribución de vídeo

La solución para lograr la distribución de vídeo sobre fibra usando el Alcatel BB 1570 está formada por el Alcatel 1355 VD para la gestión de servicios y por el Alcatel 1353 VD para la gestión de elementos de red.

Basado en la familia DN, está dedicado a problemas específicos en las redes CATV y puede integrarse fácilmente con los productos DN para crear un sistema cable-teléfono.

Redes de circuitos alquilados

Para prestar servicios de circuitos alquilados hay distintos tipos de elementos de red gestionados a través del Alcatel 1353 AC y el Alcatel 1353 EM en la capa de gestión de elementos de red.

La conectividad de red entre los distintos elementos la gestiona por el Alcatel 1354 CM que establece y mantiene los circuitos de extremo a extremo.

Los servicios de circuitos alquilados deberían abastecerse usando la misma aplicación que proporciona el servicio a mayores velocidades y con distintas tecnologías.

Integración con otras redes

La "red de acceso" implica que hay que acceder a otra red, de tal forma que las soluciones de gestión deben

al menos trabajar entre ellas, e incluso a veces deben cooperar realmente.

Esto se simplifica usando una plataforma común entre los desarrollos de gestión de red de Alcatel y a la misma serie de aplicaciones comunes, como las alarmas o los mapas.

Cuando se integra con la gestión de red de la central local, se requiere la gestión coordinada de los abonados y la configuración de los interfaces entre el nodo de acceso y la central local.

La integración con las redes de transporte como una extensión de los anillos SDH, requiere una aplicación de gestión de servicio común, que cubra tanto los circuitos prestados por la red de acceso como aquellos prestados directamente por la red de transporte. Los enlaces que conectan ambas redes también tienen que estar coordinados.

Conclusión

Si bien queda todavía pendiente mucho trabajo de normalización, ya hemos alcanzado el punto en el cual el marco está establecido, ayudando a definir las soluciones de gestión que cubran las necesidades emergentes derivadas de los escenarios de provisionamiento liberalizados y complejos. El nivel alcanzado nos hace sentirnos optimistas y pensamos que lo que queda de normalización e implementación merece la pena ser recorrerlo.

Hemos cubierto tan sólo unos pocos ejemplos de cómo estas normas pueden ser aplicadas a diferentes problemas de gestión, pero probablemente la mejor característica

de estos conceptos es que definen un marco de referencia que puede ser aplicado a nuevas prestaciones o interacciones entre nuevos actores.

Alcatel se ha comprometido a bajar en esta dirección, como demuestra su actual familia de productos y ha lanzado actividades como CAMINA (*Common Alcatel Management Interfaces for Networks in the Access*) para evolucionar y facilitar la plataforma necesaria y tener una gestión de red abstracta y reusable, ayudando a alcanzar los anteriores objetivos.

Referencias

- 1 D. Carballal, G. Salamanca: *Evolución de la red de acceso*, Revista de telecomunicaciones de Alcatel, 3er trimestre de 1996 (este número)

Iñaki Cabrera es analista senior de gestión de red en Alcatel Access System Division en Madrid, España

Luis Martínez es responsable de sistemas en gestión de red en Alcatel Access System Division en Madrid, España

SARA: Una arquitectura software reutilizable en redes de acceso

F. González-Vidal, M. Dekeyser, G. Vázquez

Los módulos de software reutilizable creados específicamente para las redes de acceso de telecomunicaciones pueden alcanzar un nivel verdaderamente elevado de modularidad, para dar prestaciones, fiabilidad y flexibilidad máximas.

Introducción

Desde los inicios de la ingeniería del software se ha perseguido el objetivo de construir sistemas complejos como si de un mecano al estilo de Lego™ se tratase, empleando componentes ya desarrollados, bien definidos y probados, que pudieran ser usados en una gran cantidad de proyectos diferentes.

Este objetivo ha sido bastante difícil de conseguir, llegándose en la mayor parte de los casos a soluciones de muy baja granularidad (como la reutilización de bibliotecas de subrutinas). Sólo en el caso de la microinformática se producen excepciones relevantes. De todas formas, y al contrario que en otras disciplinas de la ingeniería, en el campo de la telecomunicación no se ha alcanzado la verdadera reutilización de componentes normalizados, a pesar de que ha existido un avance significativo en el terreno de los grandes sistemas de conmutación.

En este artículo describimos una metodología que permite alcanzar un alto grado de reutilización de módulos software de gran complejidad funcional, y no de simples subrutinas. En la segunda parte, presentamos los motivos que nos impulsan a desarrollar esta metodología de reutilización del software. La tercera se consagra a dar una visión global de

nuestra metodología particular: arquitectura software para reutilización en acceso; en la cuarta parte presentamos cómo se puede aplicar este concepto al desarrollo de proyectos de redes de acceso. En la quinta perfilamos la evolución prevista en el software de aplicación en las redes de acceso, para finalizar con algunas conclusiones notables.

Razones para la reutilización del software

¿Por qué reutilizar el software y para qué? A menudo se argumenta que nada puede ser "más eficaz" que una solución "ad-hoc" para un problema específico. La respuesta a esta pregunta es el ahorro que se consigue con la reutilización del software:

- ahorro en esfuerzo de especificación de requisitos: determinando los elementos comunes, podemos desarrollar una especificación de señalización o un modelo de información de gestión para toda una gama de productos de acceso; por otra parte, podemos asignar esta tarea a los mejores expertos de la organización, en lugar de mantener a "expertos locales" en cada proyecto.

- ahorro en el time-to-market: una vez que se ha realizado la inversión inicial para desarrollar estos componentes software (cubriendo todo la gama de aplicaciones software para las redes de acceso), el desarrollo de un nuevo producto puede centrarse en sus particularidades específicas (p. ej., la gestión y el control del espectro radioeléctrico en las aplicaciones de radio en el bucle de abonado). Además esta metodología permite emplear técnicas de integración incremental, con las que es posible tener disponible un prototipo del producto en fases muy tempranas del proyecto, permitiendo que el equipo de desarrollo gane en experiencia y confianza.
- ahorro en los costes de mantenimiento del producto, gracias a la mejora de la calidad: la estabilidad de los componentes software desarrollados se verifica a medida que se emplean en diferentes aplicaciones. De esta forma, se obtiene una base software para el desarrollo de aplicaciones robusta, fiable y totalmente probada en un corto plazo de tiempo.

Como conclusión, cuando se trabaja sobre una familia de productos, centrada en un campo concreto de aplicaciones, y donde se puede determinar un gran número de elementos comunes, la alternativa de la reutilización puede ser más eficaz que el desarrollo "ad-hoc" inicial, dando por supuesto que se asume el esfuerzo requerido para el desarrollo de estos componentes software reutilizables.

SARA: Una propuesta para la reutilización del software

Las ventajas de la reutilización del software son ampliamente reconocidas. Estas ventajas son más fáciles de identificar en el terreno de los sistemas de acceso, donde se ha hecho un gran esfuerzo de normalización de los requisitos funcionales. Se han llevado a cabo algunas actividades orientadas a minimizar el impacto de los proyectos software en los planes de desarrollo de nuevos productos, partiendo de la base de que la proporción entre los esfuerzos de desarrollo software y hardware en productos de acceso está en la relación 1,7:1 (e incluso superior). Desde la reutilización local de bibliotecas comunes, rutinas y estructuras de datos dentro de un proyecto específico hasta la definición formal de funcionalidades comunes (capaces de ser

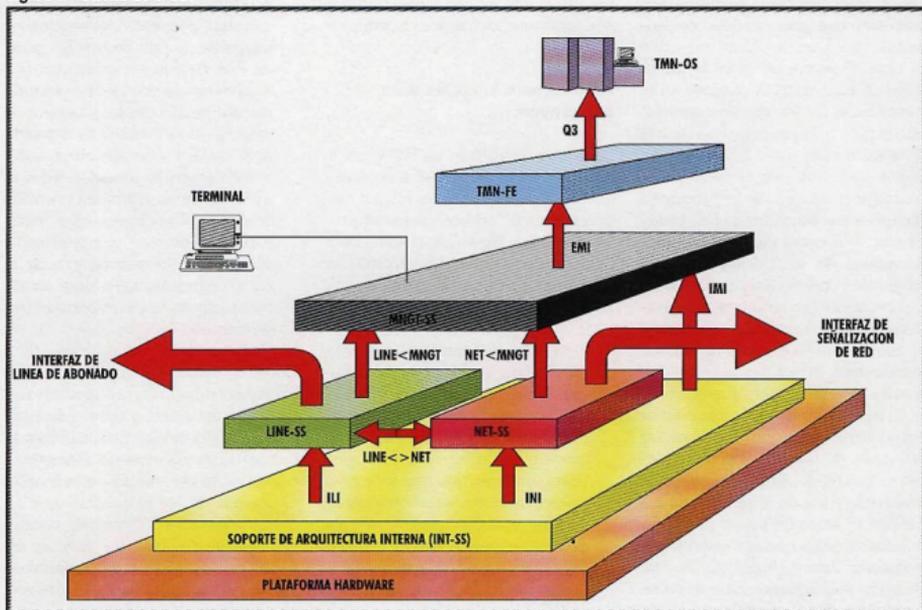
empleadas por cualquier red de acceso como, por ejemplo, el tratamiento de mensajes en el interfaz Q3 del TMN), la tendencia ha sido apostar por la reutilización a todos los niveles del ciclo del desarrollo software. Algunos ejemplos significativos son los siguientes:

- adaptar desarrollos de software de un producto a la plataforma empleada en otro. En esta modalidad de reutilización, no sólo el código fuente puede ser reutilizado, sino también las especificaciones técnicas del software y los diseños de alto nivel. Como ejemplo, la introducción de un mismo interfaz de señalización en dos productos diferentes¹, empleando este tipo de reutilización, ha proporcionado los siguientes resultados:
 - más del 50% de código fuente reutilizado

- reducción a la mitad del tiempo de duración del desarrollo
- reducción en dos tercios del esfuerzo de desarrollo
- fomentar la reutilización de las habilidades y procedimientos de trabajo de los equipos de desarrollo, confiándoles proyectos software similares en diferentes productos
- establecer un marco de procesos, planes de documentación, técnicas de gestión y herramientas del desarrollo común a diferentes proyectos, basado en las normas internas de Alcatel. Esto ayuda a reducir la curva de aprendizaje de los diseñadores software cuando cambian de un proyecto a otro.

¹ Figuras obtenidas del desarrollo del interfaz RSU-S12 en los productos Alcatel 1570 NB y Alcatel 9800

Figura 1 - Diseño de SARA



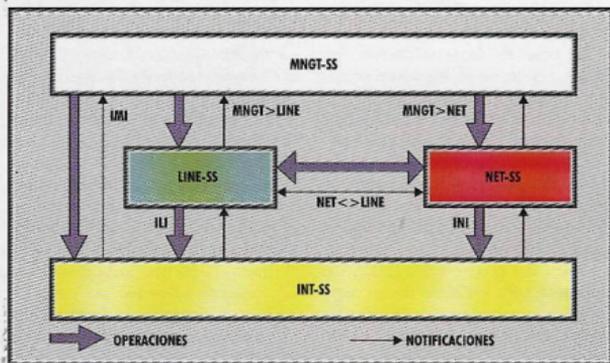


Figura 2 - Principales interfaces de SARA

Pero este esfuerzo ha resultado insuficiente para cubrir con la cada día más amplias necesidades de los productos de acceso. Se definen nuevos funciones y servicios que han de ser incorporados a los productos ya existentes, bajo el riesgo de quedar obsoletos mucho antes de llegar al final de su vida media esperada. Estos nuevos requisitos a menudo fuerzan el cambio de gran parte del software del producto, lo que suele convertirse en nuevos desarrollos software. Estos sufren los ya conocidos inconvenientes de cualquier ciclo de desarrollo software tradicional (proceso secuencial, planificaciones difícilmente controlables, falta de flexibilidad para adaptarse al cambio de requisitos, etc.), una situación que se puede evitar con SARA.

SARA (Software Architecture for Reuse in Access) puede definirse como un modelo de arquitectura para las aplicaciones software que pueden estar presentes en cualquier producto de acceso. Este modelo cubre las funcionalidades comunes a las redes de acceso (tal como interfaces normalizadas de señalización o gestión), pero también proporciona una fórmula para la integración flexible de las características específicas de cada producto (tales

como control de sistemas de conmutación distribuidos, múltiples medios de transmisión dentro de la red de acceso, etc.).

SARA tiene un objetivo ambicioso: convertirse en la arquitectura software de una amplia gama de redes de acceso, independiente de la evolución de la plataforma física y lógica, de los cambios en los requisitos del usuario y de las combinaciones de servicios a soportar. Para lograr alcanzar este objetivo, ha sido necesario introducir algunos estrictos requisitos en el diseño de SARA:

- debe ser independiente de la arquitectura del hardware sobre la que opera. Esto es, la misma arquitectura del software debe poder trabajar en productos muy diferentes, vistos desde una perspectiva hardware
- su diseño debe estar orientado hacia la reutilización del software dentro de la división de sistemas de acceso (ASD) de Alcatel. Esto significa que, además de identificar y cubrir todo la gama de funcionalidades de las aplicaciones de acceso, todos los procesos y etapas del ciclo de vida software que le componen deben ser conocidos y

empleados adecuadamente por todas las unidades dentro de Alcatel ASD

- el diseño debe ser flexible para permitir una realización no monolítica, facilitada por la definición de planes de implementación modular. De esta forma, la fase de construcción de los componentes software de SARA se puede incorporar sin dificultad a los ciclos de desarrollo ya planificados para diferentes productos de acceso. Esta modularidad permite que los componentes de SARA se construyan en paralelo, aprovechando los recursos de desarrollo de diferentes proyectos. De esta manera se minimiza el impacto en el presupuesto de I+D de Alcatel ASD.

La Figura 1 muestra los principales bloques funcionales que componen el diseño de SARA. Las principales características de este diseño son:

- se basa en el concepto de reutilización de grandes bloques funcionales. Esta filosofía propone que la reutilización de grandes unidades software de funcionalidad homogénea ofrece la mejor relación entre los esfuerzos de desarrollo y gestión empleados en el proyecto. Además, permite una adecuada recuperación de la inversión realizada en el desarrollo de software reutilizable. En SARA, funciones genéricas tales como la manipulación de información de gestión de equipo (MNGT-SS), los interfaces de señalización de red (NET-SS) y de usuario (LINE-SS), o el agente del interfaz con el sistema de operación y mantenimiento (TMN-FE), se han identificado como los principales bloques de funcionalidad reutilizable
- el diseño se ha estructurado siguiendo una jerarquía cliente/servidor, con interfaces asimétricos bien definidos entre componentes software, basado

en los conceptos de 'operación' y 'notificación' (Figura 2). Este esquema es obligatorio en los interfaces externos de los principales componentes, pero se fomenta también su uso en las interacciones internas (entre módulos software dentro un bloque principal).

Una vez que hemos identificado los principales componentes, se necesita profundizar un poco más para organizarlos en forma de módulos software (las unidades más pequeñas que pueden ser codificadas y probadas por separado). Los criterios seguidos en esta nueva descomposición del diseño son consistentes con los requisitos generales de SARA, enfatizando en los objetivos de reutilización del diseño, pero sin olvidar la

optimización del rendimiento en tiempo de ejecución.

La base de la reutilización del diseño reside en el siguiente requisito: cualquier módulo (o conjunto de módulos) software de SARA se usa 'tal cual' (esto es, sin modificaciones) en diferentes productos de acceso. Estos módulos deben ser capaces de interoperar con software previamente existente (requisito necesario en casos tales como, por ejemplo, la actualización progresiva a SARA de la arquitectura software de un antiguo producto). Para cumplir con estas restricciones, los módulos software se definen de forma que sean autocontenidos, abarcando el conjunto mínimo de funciones y procedimientos que les permite proporcionar por sí mismos una funcionalidad concreta. Para conseguir este propó-

sito, los módulos software de SARA se diseñan empleando técnicas básicas de orientación a objetos (abstracción, encapsulado de datos e interfaces claras).

La optimización del rendimiento en tiempo de ejecución tiene dos restricciones principales:

- las interacciones entre diferentes módulos han de reducirse al mínimo, evitando así la sobrecarga de proceso de los interfaces internos. Es necesaria una cuidadosa consideración de las posibles estrategias de implementación. Por ejemplo, si cada módulo software se ejecuta en una tarea de sistema operativo diferente y no se han minimizado las interacciones entre módulos, el coste de la comunicación entre tareas podría disminuir el rendimiento

Figura 3 - Descomposición de SARA en SWMs

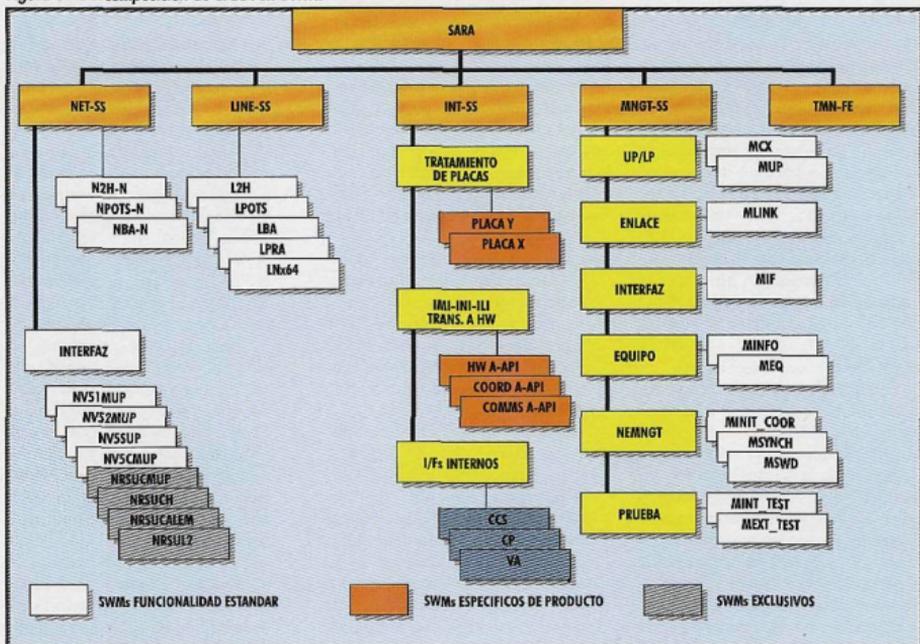




Figura 4 - Descomposición de INT-SS

interacción cliente-servidor facilita la distribución del software. A su vez, se puede mejorar la adaptación de los módulos software a los recursos de la plataforma mediante técnicas de diseño escalable, que permiten adecuar las capacidades de un determinado módulo en función de la plataforma de ejecución final.

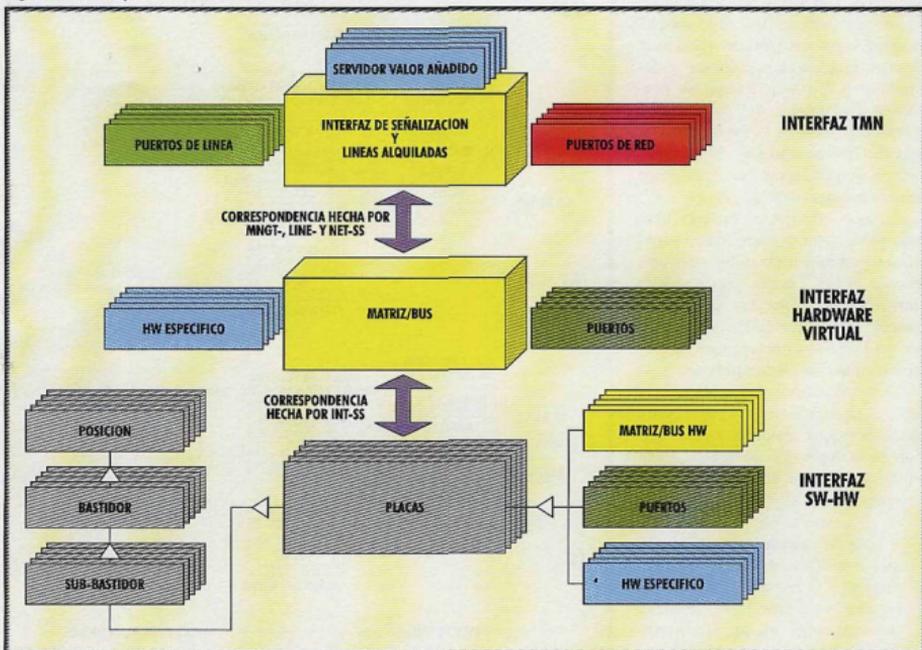
Teniendo en cuenta estos requisitos, la descomposición detallada de SARA se muestra en la **Figura 3**. Muestra cual es la colección de módulos software en los que SARA se descompone en la actualidad. Es posible ver cómo se han seguido las restricciones de diseño en la definición de los diferentes módulos software. Como ejemplo del compromiso de reutilización en el diseño, el módulo MUP (que maneja la información de gestión relacionada con

de ejecución global del sistema han de aprovecharse al máximo las capacidades de las plataformas multi-procesador distribuidas. Los recursos de estas arquitecturas se emplean más eficazmente si se considera la distribución del software en la fase de

diseño, y se adecuan los módulos software a las características de los recursos de computación previstos

SARA no hace ninguna asunción sobre las plataformas de computación a emplear, pero el modelo de

Figura 5 - Correspondencia funcional en SARA



los puertos de usuario, tales como provisionamiento de datos de usuario, gestión de su estado administrativo o recogida de alarmas) proporciona una abstracción del puerto de usuario, que es independiente de los interfaces de red o usuario empleados en un producto de acceso concreto.

NV5SUP es un ejemplo de diseño optimizado tanto en el rendimiento de ejecución como en sus capacidades de reutilización. Este módulo provee una abstracción del procesamiento de todos los protocolos comunes del interfaz de señalización V5 de ETSI, relacionados con un puerto de usuario (para los servicios RTPC y RDSI). NV5SUP podría ser empleado en cualquier producto de acceso que ofertase un interfaz V5.1 ó V5.2 de ETSI a una central de conmutación. El módulo es también 'instanciable'; esto es, el procesamiento de los protocolos asociados a los puertos de usuario se puede hacer en instancias diferentes del mismo módulo software (siendo cada una de ellas una entidad software independiente). De esta forma, se permite la distribución del software en varios procesadores, explotando al máximo las capacidades de la arquitectura de productos con capacidad de proceso distribuida.

Aunque el objetivo de este artículo no es defender una lógica específica de estructuración del software, merece la pena hacer una pequeña clarificación sobre los principios básicos en los que SARA se basa, y que ya han sido presentados brevemente en las secciones previas.

La estructura jerárquica de SARA, basada en el paradigma cliente/servidor, establece una relación de la dependencia directa entre diferentes bloques software. Esto es, A depende de B si:

- A solicita operaciones sobre B, que implican el paso de argumentos y la recuperación de los resultados a través del interfaz (normalmente en un modo síncrono)

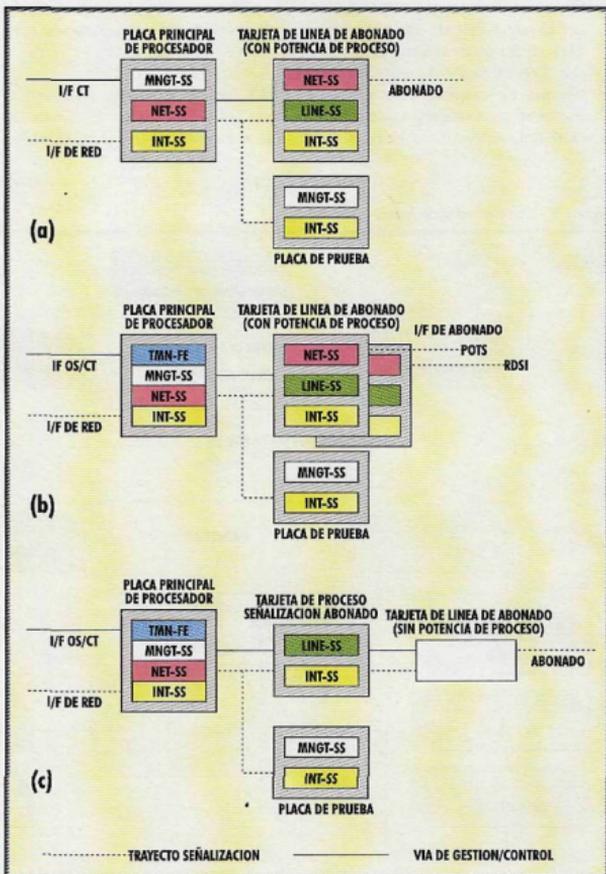
- B emite notificaciones (comunicando información mediante el paso de argumentos) a A, de forma asíncrona.

Esta estructura elimina dependencias cíclicas entre bloques, con lo que se fomenta el desarrollo en paralelo y se facilita el proceso de integración incremental. El mantenimiento del interfaz es una respon-

sabilidad compartida, donde el bloque servidor define los servicios que proporciona (en forma de operaciones y notificaciones), y el bloque cliente describe cómo y cuando se usan estos servicios.

Otro concepto importante en SARA es la función de la ocultación del medio físico, que se lleva a cabo mediante el bloque INT-SS. Esta se alcanza mediante la definición de

Figura 6 - (a) Ejemplo 1 de SARA en una arquitectura centralizada; (b) Ejemplo 2 de SARA en una arquitectura centralizada; (c) Ejemplo de SARA en una arquitectura descentralizada



un "interfaz de hardware virtual", consistente en varios APIs (Application Programmer's Interface) específicas de acceso, que proporcionan al software de aplicación una visión genérica de las arquitecturas hardware de cualquier producto de acceso. Se han identificado varios grupos de estos A-APIs (Access APIs):

- A-APIs para la comunicación entre módulos software, que permiten a un módulo comunicarse con cualquier otro, independientemente de la localización física (procesador) donde se están ejecutando
- A-APIs para manejo de dispositivos hardware, que esconden las características de componentes hardware específicos (matrices de conmutación, circuitos de línea de abonado, ASICs, etc.)
- A-APIs de coordinación, que regulan la operación conjunta de complejos subsistemas hardware durante la ejecución de una acción atómica (p. ej., pruebas sobre el circuito de línea del abonado, que implican al puerto de usuario, un equipo de medida específico y una conexión especializada a través de la red de acceso, todo ello bajo el control de la aplicación de pruebas).

La estructura del componente INT-SS se muestra en la **Figura 4**.

Esta subdivisión del software en una parte independiente del hardware (TMN-SS, NET-SS, y LINE-SS) y una parte dependiente del hardware (INT-SS) permite describir la función del software como dos etapas de mapeado independientes:

- el software independiente del hardware hace una conversión del interfaz TMN (que gestiona los interfaces de señalización, la funcionalidad de líneas dedicadas, las asociaciones entre puertos de red, de usuario y servidores de valor añadido opcionales como compresión de la voz,

frame relay, etc.) sobre el *interfaz de hardware virtual*, compuesto de puertos que son interconectados a través de una matriz y/o bus, y de hardware específico que opera sobre el tráfico (controladores HDLC) o que proporciona recursos de telecomunicación (detectores DTMF)

- el software dependiente del hardware traduce el *interfaz de hardware virtual* (que hace abstracción de la distribución de las funcionalidades software y hardware) sobre el hardware real, compuesto de múltiples tarjetas (que pueden incluir mecanismos de protección y redundancia) y que normalmente se distribuyen a lo largo de varias localizaciones geográficas.

Una ventaja adicional de esta clara división funcional, además de la obvia reducción en la complejidad de las especificaciones, es que el impacto del cambio de requisitos del cliente sólo afectará al software independiente del hardware, mientras que cambios en la implementación hardware (causadas, por ejemplo, por motivos de coste) imputarán sólo al software dependiente del hardware. De esta forma, esta organización lógica desacopla claramente ambos tipos de software (**Figura 5**).

Una aplicación del concepto SARA

Como ejemplo ilustrativo de cómo se puede usar SARA en el diseño de redes del acceso, supongamos que tenemos un equipo con arquitectura hardware que incorpora capacidad de proceso distribuida. Los requisitos funcionales de nuestro cliente son interfaz V5.1 hacia la central local, servicio POTS y gestión a través de terminal de operador (CGT). En este caso, los módulos software de SARA se usan como se muestra en la **Figura 6a**.

Si se cambian los requisitos funcionales, agregando el servicio RDSI

y gestión a través de un sistema de operación y mantenimiento (OS), se pueden agregar nuevos módulos de SARA, tal y como se muestra en la siguiente **Figura 6b**:

Si la arquitectura hardware cambia, concentrando el proceso de la señalización de usuario en una única tarjeta, la distribución de módulos SARA sería como la de la **Figura 6c**.

Evolución de SARA

La evolución futura de SARA se basará tanto en la expansión (para seguir los cambiantes requisitos de las redes de acceso en telecomunicación) como en el perfeccionamiento interno (para incorporar al diseño los más avanzados principios y técnicas de software).

SARA se ha construido inicialmente para proporcionar soporte a servicios de banda estrecha en los equipos de acceso (optimizados para aplicaciones de telefonía básica), con facilidades para el soporte de aplicaciones de banda ancha con bajo nivel de penetración. Servicios típicos en este sector son:

- Internet
- Video-on-Demand y variantes
- Frame Relay, SMDS, ATM

En paralelo con la evolución hacia servicios de mayor ancho de banda, se prevé también que en el futuro se incrementará la funcionalidad de las redes de acceso, añadiendo nuevos servicios que hasta ahora eran responsabilidad única de la red de conmutación. Un ejemplo típico es la inclusión de capacidades de red inteligente, en áreas como comunicaciones móviles y movilidad personal.

Otra etapa prevista en la evolución de SARA es la introducción en el diseño de estándares de interfaz entre módulos software, que actualmente se encuentran en proceso de definición. Como ejemplos, el estándar CORBA para los gestores de peticiones entre objetos, y el estándar UNO (Universal Networked Objects)

para la comunicación entre gestores de objetos distribuidos. La inclusión de estas normas dependerá de la madurez de la definición de estas normas internacionales.

Finalmente, el uso de lenguajes de especificación especiales (como SDL para la definición de máquinas del estado finito configurables), así como de herramientas de generación automática de código para el desarrollo de porciones específicas de la arquitectura (p. ej., para el interfaz de usuario), mejorará la eficacia del desarrollo. Este tipo de ayudas se empleará fundamentalmente en aquellas partes de la arquitectura más sensibles al cambio de requisitos del cliente: requisitos de señalización específicos de cada país, cambios en el interfaz TMN, cambios en la funcionalidad de los servicios inducidos por requisitos de cliente, etc.

Conclusiones

El modelo expuesto en las secciones anteriores se puede considerar bastante pragmático, aunque con una fuerte base teórica de fondo. Este trabajo no consiste en la búsqueda de funcionalidades de amplio propósito; de hecho, tenemos limitado nuestro campo de actuación al dominio de las redes de acceso, lo que nos ha permitido identificar un gran número de funcionalidades comunes de suficiente entidad como para que puedan ser empleadas a lo largo de toda una familia de productos (radio, fibra, cobre).

Las principales razones que han motivado el diseño de los componentes software de SARA son los siguientes:

- la existencia de estándares, bien 'de iure' o 'de facto', tanto de protocolos de señalización en el interfaz con las redes de comunicación (ETSI V.5.1, V5.2, VB5; US TR-303), como en el interfaz de usuario (protocolos de usuario RDSI) y con las redes de gestión de telecomunicaciones (estándares TMN y SNMP)
- la disponibilidad de plataformas de computación que se extienden a lo largo de una amplia gama de aplicaciones, desde aquellas de capacidad limitada a potentes sistemas de información, y que proporcionan interfaces de programación (APIs) uniformes a todos los entornos
- el hecho de reducir el ámbito de estudio de este ejercicio a un dominio limitado de aplicaciones en donde se pueden identificar y apreciar los beneficios de esta arquitectura, que implica a una gran cantidad de diseñadores. La denominada 'ingeniería de dominios' se ha empleado para identificar un gran conjunto de requisitos potenciales de la aplicación, originados tanto en la experiencia del pasado como en las actividades de ingeniería inversa realizadas sobre las características técnicas de equipos existentes.

Los estrictos requisitos de SARA sólo pueden cumplirse debido a la visión global que del mercado de las redes de acceso tiene el grupo de arquitectura del producto de ASD, y el fuerte convencimiento de Alcatel en los beneficios de la reutilización del software.

Referencias

1. 'DAVIC 1.0 Specification Part 08 - Lower Layer Protocols And Physical Interfaces - Revision 4.2', chapter 7 "Tools for digitizing the Access Network"

Francisco González-Vidal es director técnico adjunto de arquitectura y sistemas de Alcatel Access System Division en Madrid, España

Miek Dekeyser trabaja en el grupo de sistemas y arquitectura del producto de Alcatel Access System Division en Madrid, España

Guillermo Vázquez trabaja en el grupo de arquitectura del producto de Alcatel Access System Division en Madrid, España

Planificación de redes de acceso: Metodología, plataformas y herramientas

E. Lafuente, J.L. Roncero

En el segmento de acceso el proceso de planificación juega un papel decisivo en la aplicación óptima de las tecnologías, tanto en redes fijas como móviles

Introducción

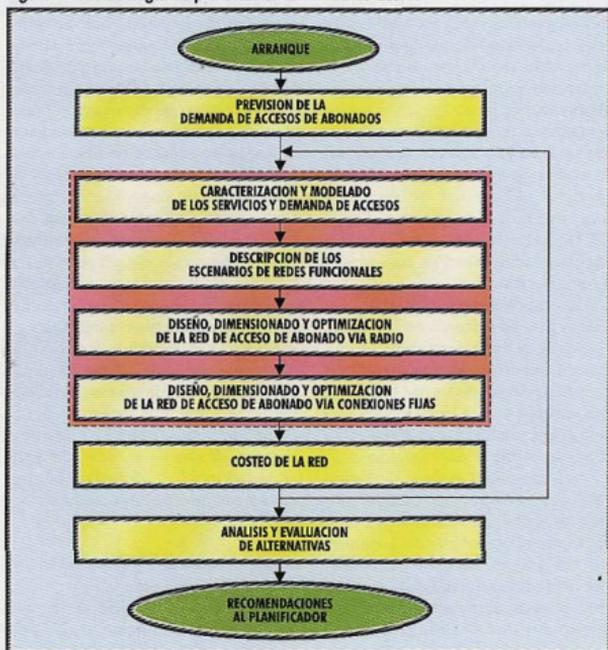
Alcatel, como fabricante de productos de telecomunicaciones, estudia y analiza continuamente la evolución de las redes de telecomunicaciones.

Dentro de este proceso, Alcatel proporciona soluciones de red cuidadosamente diseñadas para cubrir las necesidades de sus clientes dentro de un servicio conocido como planificación de redes.

El proceso de planificación facilita una provisión eficaz de los servicios, desde el punto de vista de costes, fiabilidad y flexibilidad, respondiendo a los intereses de cuatro actores principales: operadores ya establecidos, nuevos operadores, proveedores de servicio y usuarios finales.

Para resolver los aspectos críticos que existen en el diseño y planificación de redes de acceso, en la división de investigación de Alcatel Telecom se han elaborado diversas metodologías de planificación orientadas al diseño de configuraciones de redes de acceso de una forma flexible, cubriendo estructuras tanto de red fija como de red móvil. La solución, aporta respuestas tanto a condicionantes generales (servicios, tecnologías), como a particulares (escenarios de aplicación concretos), permitiendo la comparación de alternativas de una forma sencilla y eficaz.

Figura 1 - Metodología de planificación de la red de acceso



Metodología de planificación y diseño de redes de acceso

El objetivo principal del desarrollo de una metodología de planificación de la red de acceso es determinar alternativas de diseño cuyas implantaciones tecnológicas y sus costes sean los más adecuados para satisfacer las necesidades específicas de los cuatro actores ya mencionados.

El proceso de diseño y planificación de la red de acceso, como se muestra en la Figura 1, se ha desarrollado basándose en cuatro pasos fundamentales. El primero contempla la caracterización de la demanda de servicios basada en los requerimientos impuestos por los abonados

o grupos de abonados. El segundo trata la descripción de los escenarios de red funcional, que consiste principalmente en la estimación y/o optimización del número, tipo y tamaño de las áreas de servicio, tomando como referencia aquellas áreas heredadas de la capa de red de conmutación (p. ej., áreas de servicio de la central local, de unidades de conmutación remotas o de concentradores). El tercer paso se centra en optimizar el dimensionado de la tecnología utilizada para establecer la comunicación entre el abonado y los puntos de acceso a la red (nodos de distribución). Esta conexión se puede satisfacer mediante diversas tecnologías como son los cables de cobre y coaxial o los enlaces de radio. Dada la importancia que ha adquirido el radio en zonas de poca infraestructura y rápido crecimiento, la metodología aquí expuesta se centra únicamente en este tipo de enlaces. Por último, el cuarto paso optimiza la tecnología utilizada para establecer la conexión entre los puntos de acceso a la red y la red pública de conmutación. Esta tecnología comprende tanto el equipo en el nodo como la infraestructura a nivel físico (necesidades de planta).

Caracterización de la demanda multi-servicio

En esta fase se modelan y cuantifican los requisitos de la demanda de usuarios siguiendo el modelo de la demanda que se muestra en la **Figura 2**.

La existencia de diferentes mezclas de servicios y tipos de clientes en la red de acceso recomienda mantener "accesos de abonados" como parámetro de medida de la demanda. Su estimación está basada en el número y localización de los "puntos de acceso a la red". Tomando como referencia este parámetro se puede cuantificar la demanda potencial de recursos de red independientemente del tamaño y forma de las redes de clientes.



Figura 2 - Proceso de análisis de la demanda multiservicio

Los accesos de abonado y los puntos de acceso a la red se caracterizan y cuantifican de acuerdo a un modelo de demanda que consiste segmentar la demanda en el área a planificar en función de la proximidad geográfica de los abonados y de la homogeneidad de sus necesidades de servicios de telecomunicación.

La demanda total de un área se segmenta, por tanto, en unidades de demanda homogéneas. Cada una de ellas se considera una fuente de tráfico y punto de acceso a la red. Ejemplos de unidad de demanda son: un hogar (para soluciones FTTH), un edificio, una casa, una oficina o una estación base (para soluciones radio).

Las unidades de demanda del mismo tipo se agrupan en sub-áreas y éstas a su vez se clasifican como tipo de sub-áreas de acuerdo al tipo y número de unidades de demanda que agrupen. Cada tipo de sub-área define, así, un diseño funcional específico de la red de distribución.

La segmentación de la demanda proporcionada por este modelo permite describir de una manera simple la compleja demanda generada por un alto número de abonados individuales con muy diferentes requisitos de demanda de servicios y con una distribución geográfica específica.

Descripción de los escenarios de red funcional

Las entidades que componen el modelo funcional de la red se muestran en la **Figura 3**. El proceso de diseño de la red funcional se basa en el modelo de demanda anteriormente expuesto. Por cada unidad de demanda se define un nodo de distribución y por cada nodo de distribución un enlace de distribución hacia el nodo de acceso. La combinación de todos los enlaces de distribución que provienen de todos los nodos de distribución de una sub-área constituye la configuración de la red de distribución. Por tanto se ha definido una configuración de la red de distribución para cada tipo de sub-área, lo que permite diseñar una red en la que coexistan diferentes configuraciones funcionales conectando un nodo de distribución (punto de entrada en la red) con el nodo de acceso. El enlace de distribución está soportado por la planta de fibra y transporta aquellos accesos de abonado que han sido conectados a los nodos de distribución mediante enlaces de radio.

Diseño, dimensionado y optimización de la red de acceso radio

La arquitectura general de la red que conecta el abonado al nodo de distribución se representa en la

Figura 4. La planificación, en este segmento de la red, se centra en la parte de red desde el terminal de abonado hasta las estaciones base (BE).

El objetivo principal es obtener el número mínimo de estaciones base (BE) que garanticen la cobertura y den servicio a la demanda de tráfico con la calidad requerida por el usuario. Para ello se emplea una metodología que realiza secuencialmente un preanálisis y un análisis detallado [1].

Preanálisis: Este proceso realiza una síntesis de toda la información disponible de manera que se puedan establecer, de una forma rápida, ciertos criterios iniciales que puedan servir de apoyo a la planificación detallada posterior.

El preanálisis se realiza basándose en reglas derivadas de experiencias anteriores sobre escenarios similares, tablas generadas a partir de simulaciones y modelos estadísticos que tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- información general descriptiva del área, dividiéndola en sub-áreas de distintos tipos
- estimación, caracterización y localización de la demanda de tráfico

- tipo de BE, condicionando sus radios medios de cobertura
- capacidad máxima por celda, en función del grado de servicio
- localizaciones posibles de las BE (tejadós, paredes,...).

Los resultados que se obtienen son valores medios asociados a las sub-áreas descritas que, sin asociarse a localizaciones físicas concretas, proporcionan información sobre:

- número de celdas/km²
- porcentaje de celdas que necesitan varias BE en el mismo sitio
- tipo de BE más adecuado para cada sub-área
- tráfico medio por celda (erlangs)
- tráfico total (erlangs/km²).

Análisis detallado: Este proceso sigue un esquema tradicional de Planificación, desde el punto de vista de las actividades que conlleva.

Definición del escenario: Se requieren datos detallados del escenario, tales como: la topografía del terreno, el mapa geográfico de las calles, la altura de los edificios y la distribución geográfica de los posibles usuarios de la red. Dicha distribución se basa en la distribución de

habitantes, empresas y peatones en el área geográfica en distintos periodos de tiempo, y clasificando los usuarios por utilización de servicios y características de movilidad.

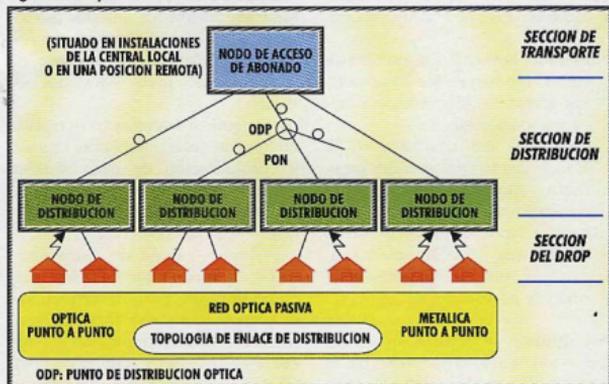
Configuración de las BE: Una vez conocido el escenario y obtenida toda la información necesaria para abordar el estudio, el paso siguiente es establecer una configuración inicial de BE, esta vez ya sobre un escenario detallado, con localizaciones físicas reales.

Se parte de un conjunto de reglas para un primer emplazamiento de las BE en el área geográfica en estudio y de acuerdo a los datos de entrada registrados en la base de datos y a los resultados derivados del preanálisis.

En algunas situaciones o entornos concretos (p. ej., pueblos o zonas residenciales reducidas), la localización de las BE puede resultar un proceso sencillo. En otras situaciones, debido a la extensión que presentan algunas de estas áreas (a veces, más de 120 km²), conviene parcelar el área global en otras más pequeñas que permitan realizar un estudio con más detenimiento sin perderse en la globalidad.

Análisis de cobertura: Disponiendo de una configuración concreta de BE, hay que proceder al análisis de cobertura por medio de modelos de propagación adecuados para cada entorno [3]. Estos modelos tienen como objetivo obtener un nivel de señal en un punto que debe ser superior a la sensibilidad del receptor. Para ello se contemplan parámetros tales como: la potencia transmitida por la BE, la ganancia de la antena de la BE, la ganancia de la antena del terminal de usuario, la ganancia debida a la utilización de diversidad, el margen requerido debido al desvanecimiento y las pérdidas de propagación cuyo valor está determinado por la aplicación de los distintos modelos [2, 3].

Figura 3 - Representación funcional de la red de acceso



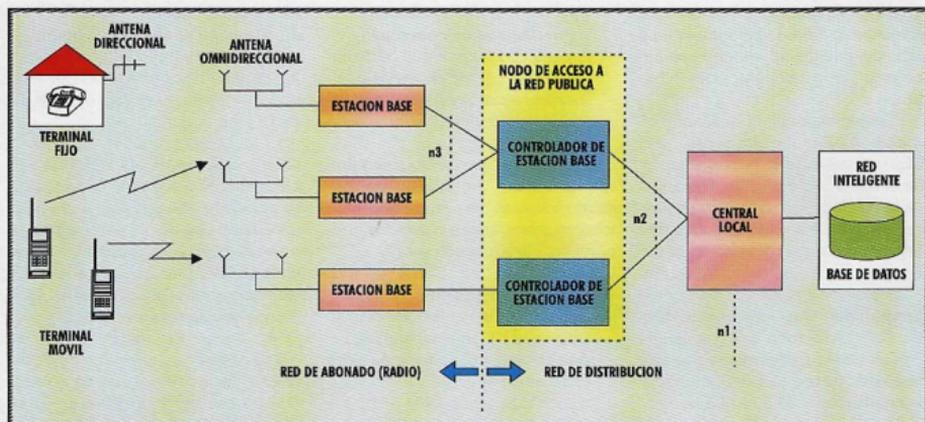


Figura 4 - Representación funcional de red de abonado vía radio

Evaluación del tráfico: En entornos residenciales, rurales e incluso suburbanos (en su mayoría), la densidad de usuarios no es demasiado elevada como para plantear problemas desde el punto de vista de desbordamiento de las capacidades del sistema. En entornos urbanos, sin embargo, la situación de desbordamiento puede ser muy frecuente.

El proceso de análisis consiste en hacer una estimación de la penetración del sistema en función de los usuarios potenciales y estudiar los aspectos señalados para el análisis genérico particularizándolos para una localización concreta de las BE y analizando una estimación del tráfico ofrecido a cada una de ellas según su localización.

Diseño, dimensionado y optimización de la red de distribución

El problema a resolver en esta fase se puede dividir en tres etapas. La primera de ellas consiste en el diseño de las rutas lógicas de tráfico cuyo objetivo consiste en maximizar la carga (tráfico) de los enlaces lógicos (rutas) desde el nodo de distribución al nodo de acceso. El modelo utilizado para ello se basa en un algo-

ritmo de clasificación que agrupa, de manera adecuada, los diferentes tipos de accesos. Los criterios utilizados para la agrupación son:

- tráfico cursado por los diferentes accesos de abonados
- grado de servicio requerido en la red
- restricciones tecnológicas.

La segunda etapa consiste en determinar el dimensionado óptimo de los equipos en los nodos y enlaces de red. Los modelos utilizados para ello se basan en dos tipos de algoritmos:

- método heurístico para optimizar el volumen de los equipos en los nodos de distribución minimizando su coste
- algoritmo del tipo Branch & Bound usado para determinar el óptimo factor de división en el dimensionado de las redes ópticas pasivas con una o dos etapas de división de la fibra, minimizando el volumen de equipo en el nodo de acceso.

Por último, se realiza una fase donde se minimiza el coste de la planta a instalar. Los criterios prin-

cipales de optimización son: topología, configuración funcional de la red y configuración tecnológica. La resolución de este problema se basa en la aplicación de un algoritmo de búsqueda de caminos de mínimo coste sobre una estructura en árbol.

Coste de la red

El objetivo de esta fase es determinar el coste de la red basándose en el diseño topológico y en los resultados de dimensionado de los equipos. En particular, el coste topológico tiene en cuenta los enlaces usados en la topología así como su infraestructura incluyendo el número de nuevas fibras o pares requeridos por enlace.

El coste de los equipos se calcula en función del número, tipo, tamaño y configuración de cada sistema requerido en la red. Este coste tiene en cuenta la modularidad de los diferentes sistemas de acceso.

Como resultado de todas estas fases, el planificador tiene información suficiente para desarrollar las alternativas de red técnicamente factibles. Estas alternativas pueden ser analizadas en términos de flexibilidad, seguridad, supervivencia o

costes para seleccionar el conjunto de ellas que mayores beneficios reporten en los aspectos deseados.

Herramientas de planificación

Las metodologías descritas anteriormente, basadas en modelaciones paramétricas orientadas a los distintos segmentos de la red, están soportadas sobre un conjunto de herramientas software de planificación, integradas en una plataforma común de ejecución (CIBELES) [4].

Estas herramientas, desarrolladas bajo entorno Windows y ejecutables en ordenadores personales son: SAND [7], IRIS [5] y ORIS [6].

SAND

Permite realizar evaluaciones tecnológicas de alternativas de red de acceso para servicios tanto convencionales de banda estrecha, como de distribución de vídeo. Para ello, dimensiona y costea sistemas de red fija utilizados para conectar accesos de abonado al nodo de acceso. SAND es capaz de introducir el concepto de movilidad a la red fija considerando que parte o la totalidad de los nodos de distribución pueden ser estaciones bases previamente analizadas por ORIS.

IRIS

Permite diseñar, dimensionar y costear sistemas inalámbricos en interiores, basados en tecnología DECT. Permite digitalizar planos de edificios, introducir datos de demanda, localización manual y automática de BE, el análisis de cobertura, evaluar el tráfico ofrecido a las BE, dimensionar centralitas inalámbricas (WPABX) y calcular los costes del sistema.

ORIS

Permite diseñar, dimensionar y costear sistemas de acceso radio, basados en tecnología DECT en distintos

entornos: urbanos, suburbanos, residenciales y rurales, considerando distintas aplicaciones de movilidad restringida (CTM) y radio en el bucle de abonado (RLL). Soporta los procedimientos, procesos y modelos a los que se ha hecho referencia. La herramienta está en fase de desarrollo.

Conclusiones

La planificación de redes de acceso, soportadas por diversidad de equipos y tecnologías, es una actividad que evoluciona al mismo ritmo que lo hacen las tecnologías relacionadas. Los planificadores de redes y sistemas tienen que revisar continuamente sus modelos, métodos y herramientas, para asegurar que los procedimientos más eficientes se usan siempre en la descripción y evaluación tecnoeconómica de las opciones de diseño. Bajo estas premisas, el proceso de planificación ha llegado a ser un factor clave en la selección e implementación óptima de funcionalidades de ingeniería y tecnologías para asegurar soluciones robustas y eficientes de red.

La planificación de redes de acceso conlleva un alto grado de complejidad debido al amplio abanico de posibles tecnologías y configuraciones que son factibles dentro de este segmento de la red. Parámetros de diseño, tales como la fiabilidad, el coste, la homogeneidad y evolución de la demanda, son elementos clave para determinar las estrategias de implantación de las redes de acceso.

Alcatel aporta métodos, modelos y algoritmos soportados por herramientas que proporcionan soluciones completas, rápidas y flexibles desde el punto de vista de la planificación de redes de acceso, como repuesta a las necesidades de:

- marketing estratégico, con vistas a la adaptación/desarrollo de nuevos productos

- comercial, con vistas a dar soporte en la preparación de ofertas que requieren soluciones globales, basadas en argumentos sólidos y que presenten la opción tecnológica mas completa
- instalación de segmentos de la red de acceso, principalmente en comunicaciones vía radio.

Alcatel cuenta con una gran experiencia en la planificación de redes, abordando prácticamente todos los aspectos relacionados con la misma, considerando tanto redes privadas como redes públicas y todos los segmentos, incluidos el de la red de acceso, que permiten optimizar el trinomio producto-calidad-precio de la forma más ventajosa para nuestros clientes.

Referencias

- [1] *Metodología de planificación de redes públicas con tecnología DECT*. J.L. Roncero. TELECOM I+D'95, Madrid, noviembre 95
- [2] *Urban transmission loss models for mobile radio in the 900-1800 MHz bands*. COST 231 TD (90), enero 1991
- [3] *Propagation Models (issue 1)*. R2084/ESG/cc3/DS/P/012/b1, abril 93
- [4] *CIBELES: Platform and Applications for Integrated Planning, Design and Analysis of Advanced Networks*. I. Puebla, A. Nitchiporenko, Alcatel, abril 94. Internal code: NCIB 0012 PA C01
- [5] *IRIS: A structured Tool for Designing & Planning Indoors Wireless Systems*. J.L. Roncero, G. Vallejo. NETWORKS, Budapest, septiembre 94
- [6] *ORIS v.2.21. Funcional Specifications*. J.L. Roncero, diciembre 95. Internal code: NCIB 1502 PA A03
- [7] *Análisis de redes multi-tecnología: modelo y aplicación a redes de acceso*.

- G. García-Carrasco, E. Lafuente. TELECOM I+D'95, Madrid, nov 95
- [8] *Structured Method for the Strategic Analysis of Customer-Responsive Access Network Architectures*, P. Lemonche, G. García-Carrasco and J.M. Moral-Medina. 6th International Network Planning Symposium (NETWORKS'94), Budapest, septiembre 1994
- [9] *Parametric Methodology for Analyzing Implementation Strategies of Residential Broadband Networks: The Incremental Cost of Integrated Access*, R. Díaz de la Iglesia. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 10, Nº9, diciembre 1992
- [10] *Residential Fiber Optic Networks: An Engineering and Economic Analysis*, D.P. Reed, Artech House, 1992
- [11] UIT-T: Recomendaciones L150, L211, L311, L321 y L327. ETSI-NA5: Recomendación NA-52729
- [12] UIT-T: Recomendaciones L340, L410 y L411. ETSI-NA5: Recomendación NA-52101
- Enrique Lafuente** trabaja en el diseño de metodologías y herramientas para planificar redes SDH como jefe de proyecto en el área de planificación de redes en la división de investigación de Alcatel Telecom en Madrid, España
- José Luis Roncero** es jefe de proyecto en el área de planificación de redes en la división de investigación de Alcatel Telecom en Madrid, España

Abreviaturas

A	
A-API	API de acceso
ACSE	elemento de servicio de control de aplicaciones
ADM	multiplexor de inserción/extracción
ADPCM	adaptive differential pulse code modulation
ADSL	línea digital de abonado asíncrona
ALMAP	Alcatel Management Platform
AN	nodo de acceso
AN	red de acceso
AON	red de distribución óptica activa
API	interfaz de programación de aplicaciones
APMT	Alcatel PMT
APON	red óptica pasiva ATM
ASD	Alcatel Access System Division
ASIC	circuito integrado de aplicación específica
ATM	modo de transferencia asíncrona
B	
BA (BB)	banda ancha
BA	acceso básico
BE (NB)	banda estrecha
BONT	ONU de banda ancha
BRONU	ONU "broadband-ready"
BS	estaciones base
BSC	controlador de estación base
BSHELF	sub-bastidor de banda ancha
BTS	base transceiver station
C	
CAMINA	common Alcatel management interfaces for networks in the access
CAS	señalización de canal asociado
CATV	televisión por cable
CDE	custom design engineering
CDMA	acceso múltiple por división de código
CGT	gestión a través de terminal de operador
CM	gestor de circuitos
CMIP	protocolo de información de gestión común
CMISE	elemento del sistema de información de gestión común
CNT	terminación de red coaxial
CO	central telefónica pública
CORBA	common object request broker architecture
CP	customer premises (instalaciones del abonado)
CS3	Capability Set 3
CTM	movilidad de terminal inalámbrico
D	
DAM	módulo de autenticación DECT
DAVIC	Consejo de la información digital audio-visual
DCS	sistema celular digital
DDN	red de datos digital
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DHN	red digital de abonado
DLC	múltiplex de abonado
DN	red de distribución
DPE	entorno de proceso distribuido
DPRAM	dynamic programmable random access memory
DS-CDMA	acceso múltiple por división de código con secuencia directa
DSP	procesador digital de señal
DSS	soporte de movilidad
DT	Deutsche Telekom
E	
ECC	canales de comunicación integrados
EM	gestor de elementos
EN	elementos de red
EPROM	erasable programmable read-only memory
ETE	erlangs telefónicos equivalentes
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
F	
FDD	duplexado por división de frecuencia
FDI	punto de distribución de subgrupos
FTTL	fibra en el bucle de abonado
FOX	multiplexor de fibra óptica

FR	frame relay
FRAD	dispositivos de acceso de frame relay
FRS	conmutador de frame relay
FTTB	fibra hasta el edificio
FTTC	fibra hasta la acera
FTTCa	fibra hasta el punto de distribución (repartidor) de subgrupos
FTTH	fibra hasta el hogar

G

GAP	perfil de acceso genérico
GDMO	Guía para la definición de objetos gestionados
GNE	elemento de red de pasarela
GSM	global system for mobile communication

H

HDLC	high level data link control
HDSL	línea de abonado digital de alta velocidad
HFC	red híbrida de fibra y coaxial
HLR	home location register
HPT	terminación de trayecto de orden superior
HW	hardware

I

I/F	interfaz
I/O	entrada/salida
IN	red inteligente
IP	protocolo Internet
IR	infrarrojo
ISDN	RDSI, Integrated Services Data Network
ITU	UIT, International Telecommunications Union
IVOD	video a demanda interactivo
IWU	entidad de interfuncionamiento específica

J

JTAG	Joint Test Action Group
------	-------------------------

L

LC	concentrador local
LE	central local
LINE-SS	interfaz de señalización de usuario
LL	línea alquilada
LLA	arquitectura por capas

M

MAP	parte de aplicación de movilidad
MDF	punto de distribución de subgrupos
MDF	repartidor principal

MIPS	mega-instrucciones por segundo
MNGT-SS	manipulación de información de gestión de equipo
MO	objeto gestionado
MPEG	grupo de expertos en imagen móvil
MSA	adaptación de sección múltiplex
MSC	centro de conmutación de servicios móviles
MSOH	tara de sección múltiplex
MST	terminación de sección múltiplex
MUP	gestión de puertos de usuario

N

NB - BE	
NBONU	ONU de banda estrecha
NE	elemento de red
NET-SS	interfaz de señalización de red
NM	gestión de red
NN	red nacional
NPN	red de proveedor de red
NSHELF	sub-bastidor de banda estrecha
NTU	unidad de terminación de red
NVOD	video casi a demanda

O

O&M	operación y mantenimiento
OAM	operación, administración y mantenimiento
ODP	proceso distribuido abierto
ODP	punto de distribución óptica
ONP	provisión de redes abiertas
ONT	terminación de red óptica
ONU	unidad de terminación de red óptica
OO	orientado al objeto
OS	operat(-or) (-ing) (-ion) system, sistema de operación
OSD	on-screen display
OSI	interconexión de sistemas abiertos

P

PABX	private automatic branch exchange
PAL	phase alternation line (TV)
PC	ordenador personal
PCM	pulse code modulation
PDH	jerarquía digital plesiócrona
PDN	red pública de datos
PLMN	public land mobile network
PM	movilidad personal
PMP	punto a multipunto
PMT	telecomunicaciones personales móviles
POH	tara de trayecto

PON red de distribución óptica pasiva
 POTS Plain Old Telephone Service, servicio telefónico básico
 PRA acceso primario
 PTO operador público de telecomunicación

Q
 QOS calidad del servicio

R
 RDP Programa de reconstrucción y desarrollo (África del Sur)

RDSI red digital de servicios integrados

RDSI-BA red digital de servicios integrados de banda ancha

RF transmisión en radio frecuencia

RLL radio en el bucle local

RM gestor regional

RS232 Recommended Standard n°232

RSC estación radio, central

RSN estación radio, nodal

RSOH regenerador section overhead

RST terminal de estación radio

RSU unidad de abonados remota

RTC red telefónica conmutada

RTPC red telefónica pública conmutada

S
 SARA Software Architecture for Reuse in Access
 SCART European audio/video connection system to BS6552

SDH jerarquía digital síncrona

SDI punto de distribución de pares

SDL Specification and Description Language

SDVB switched digital video broadcast

SIM módulo de identificación de abonado

SM movilidad de servicio

SMDS switched multimegabit data service

SOH tara de sección

SOHO small office, home office

SPN red de proveedor de servicios

SSP punto de conmutación de servicios

STB set-top box

STM modo de transferencia síncrono

SW software

SWM módulo software

T
 TDD time division duplex
 TDM multiplexación por división en el tiempo

TDMA acceso múltiple por división en el tiempo

TM movilidad de terminal

TMN red de gestión de las telecomunicaciones

TMN-FE sistema de operación y mantenimiento

U
 UIM módulo de identidad universal
 UIT Unión Internacional de la Telecomunicaciones
 UMTS universal mobile telecommunication system
 UNI (User Network Interface): interfaz usuario/red
 UNO Universal Networked Objects
 UPT Universal Personal Telephony
 UTP par trenzado no apantallado

V
 VCR video cassette recorder
 VDSL línea digital de abonado de muy alta velocidad.
 VLR visitor location register
 VME Versa Module European (bus)
 VOD video a demanda

W
 WC wiring center
 WLL bucle local inalámbrico
 WLL wireless local loop
 WPABX centralita inalámbrica
 WST terminal de abonado inalámbrico

X
 XBS estación central de banda base
 XEC controlador de eco XBS

Oficinas editoriales

Cualquier asunto, relativo a las distintas ediciones de la *Revista de telecomunicaciones de Alcatel* se debe dirigir al editor adecuado (las peticiones de suscripciones se deben enviar por fax o por correo) :

Edición inglesa :

Rod Hazell
Alcatel Telecommunications Review
Alcatel
54, rue La Boétie
75382 Paris Cédex 08
Francia
Tel.: (33-1) 40.76.13.48
Fax: (33-1) 40.76.14.26
E-mail: (ver Edición francesa)

Edición alemana :

Andreas Ortel
Alcatel Telecom Rundschau
Alcatel SEL AG
Department ZOE/FP
70430 Stuttgart
Alemania
Tel.: (49) 711.821.446.90
Fax: (49) 711.821.460.55
E-mail: A.Ortel@stgl.sel.alcatel.de

Edición francesa :

Catherine Camus
Revue des Télécommunications d'Alcatel
Alcatel
54, rue La Boétie
75382 Paris Cédex 08
Francia
Tel.: (33-1) 40.76.13.48
Fax: (33-1) 40.76.14.26
E-mail: catherine.camus@ahqps.alcatel.fr

Edición española :

Gustavo Arroyo
Revista de Telecomunicaciones de Alcatel
Alcatel Standard Electrica
Ramirez de Prado 5
28045 Madrid
España
Tel.: (34-1) 330.49.06
Fax: (34-1) 330.50.41
E-mail: gustavo@alcatel.es

Edición italiana :

Egisto Corradini
Rivista di Telecomunicazioni Alcatel
Alcatel Italia, Div. Alcatel Telettra
Via Trento, 30
20059 Vimercate (MI)
Italia
Tel.: (39-39) 686.3072
Fax: (39-39) 608.1483
Sandro Frigerio
Tel.: (39) 2.80.52.434
Fax: (39) 2.72.01.08.62
E-mail: afrigfmc@galactica.it

Edición chino :

Ming-Chi Kuo
Alcatel Telecom
4 Ming Shen Street, Tu-Chen Ind.Distr.
Taipei Hsien, Taiwan
Tel.: (886-2) 268.61.41
Fax: (886-2) 268.60.01

El próximo número tratará las redes
privadas y los sistemas de negocios

La Revista de Telecomunicaciones de Alcatel se distribuye **GRATUITAMENTE** a aquellos que cumplen los requisitos de nuestros criterios de control de difusión. Si desea recibir nuestra revista, devuélvanos el cuestionario (incluso la parte separable) a la dirección indicada en la parte de atrás, o por fax a (34.1)330.40.00 Si ya ha recibido este cuestionario, por favor no lo tenga en cuenta, gracias.

SERVICIO DEL LECTOR

Para una información sobre los productos y servicios que aparecen en este número, envíe por favor una petición por fax a la persona cuyo nombre se cita abajo:

Gary Ballantyne
 N° de fax : (34.1) 330.50.48

REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL

Redes de acceso

Apellido ----- Nombre -----
 Título -----
 Compañía -----
 Dirección -----

 Código postal/Ciudad -----
 País -----
 Firma ----- Fecha -----

Datos de su empresa

¿Cuales de las siguientes actividades describen mejor la principal actividad de su empresa en su puesto de trabajo?

Ponga una X en UNA sola casilla de cada uno de los tres apartados siguientes.

Operador de red

- 01 Organismo de correos, telégrafos y comunicaciones
 02 Operador de red internacional, larga distancia
 03 Otro operador de red
 04 Proveedor de servicios de valor añadido
 05 Radiodifusión (TV / radio / satélite)
 20 Compañía de teléfonos independiente
 21 Operador de red de cable
 22 Operador de red móvil celular / satélite

23 Organismo regulador

Usuario final

- 10 Banca / Finanzas / Seguros
 11 Transporte
 12 Sector de distribución / Minorista
 13 Viajes / Hostelería / Catering
 14 Fabricación ajena a las comunicaciones
 15 Servicios públicos (Gas / Agua / Electricidad)
 16 Administración central / local
 17 Servicios de protección civil (Bomberos/Policia.)
 18 Defensa / Ejército
 25 Empresa / Profesional

26 Sanidad [002]

27 Enseñanza / Educación

28 Ingeniería

Fabricantes / Proveedores / Vendedores de equipos de telecomunicaciones

- 06 Fabricante de equipos
 07 Vendedor de equipos
 08 Proveedor de servicios de telecomunicaciones
 09 Consultor de comunicaciones
 24 Distribuidor de cableado / conexiones
 29 Integrador de redes
 30 Empresa de software
 31 Otros datos comerciales

¿Cuántos empleados hay en su lugar de trabajo?

Ponga una X en UNA sola casilla

01 1 a 49

02 50 a 99

03 100 a 499

04 500 a 999

05 Más de 1000 [003]

¿Cuales de los siguientes equipos de comunicaciones, hardware, software y servicios se usan en su empresa u organización?

Ponga una X en todas las casillas que sean aplicables

- 01 Equipo de transmisión de línea
 02 Equipo de transmisión radio

03 Equipos y sistemas de conmutación

04 Equipos y sistemas de redes de datos

05 Equipos y servicios de radio móvil

06 Servicios de telecomunicaciones

07 Equipos de medidas y de prueba

08 Equipos de comunicaciones vía satélite

09 Ordenadores personales, terminales y sistemas olímpicos [006]

10 Fuentes de alimentación

11 Servicios de red de valor añadido

12 Sistemas de comunicaciones software

13 Servicios de consultoría

Datos personales

¿Cual es la descripción de su puesto de trabajo?

Ponga una X en UNA sola casilla

- 01 Dirección de la empresa
 02 Dirección de comunicaciones
 03 Dirección de sistemas informáticos
 04 Dirección general de operaciones

05 Dirección de diseño / ingeniería

06 Consultor

07 Administración de redes / sistemas

10 Administración de proceso de datos

12 Administración de LAN/WAN

11 Administración de software

13 Dirección Técnica [001]

14 Dirección Financiera

15 Marketing

16 Servicios reguladores / gubernamentales

¿Es Vd. responsable directo de la adquisición / recomendación / especificación / autorización de equipos o servicios relacionados con comunicaciones, o influye en la compra de tales equipos o servicios? Ponga una X en UNA sola casilla para los cinco apartados

Adquisición
 Sí 01
 No 02

Recomendación
 03
 04

Especificación
 05
 06

Autorización
 07
 08

Influencia
 09
 10

¿Cual es el nivel aproximado de gastos del que es Vd. responsable directo en la adquisición, recomendación, especificación o autorización de equipos de comunicaciones?

Ponga una X en UNA sola casilla

- 01 No es responsable de gastos,
 02 de 1000 a 10.000 dólares USA
 03 de 10.001 a 20.000 dólares USA
 04 de 20.001 a 50.000 dólares USA
 05 de 50.001 a 100.000 dólares USA

- 06 de 100.001 a 250.000 dólares USA [004]
 07 de 250.001 a 500.000 dólares USA
 08 de 500.001 a un millón de dólares USA
 09 de más de un millón de dólares USA

¿En cuales de los siguientes idiomas desea recibir la Revista de telecomunicaciones de Alcatel?

Ponga una X en UNA sola casilla

- 01 Alemán
 02 Español
 03 Francés

04 Inglés [007]

05 Italiano

Plegar y cerrar

Sello

ALCATEL STANDARD ELÉCTRICA
REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL
Ramírez de Prado 5
28045 MADRID
ESPAÑA