

La Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, es una publicación técnica de Alcatel que presenta sus investigaciones, desarrollos y productos por todo el mundo.

CONSEJO EDITORIAL

Peter Radley
Presidente del Consejo Editorial

Philippe Goossens
Edmond Osstyn
Editores Jefes

DIRECTORES

Michel De Grève
Asesor Editorial

Catherine Camus
Directora Jefa Adjunta y
Directora de la edición francesa, París

Mike Deason
Director de la edición inglesa, París

Andreas Ortelt
Director de la edición alemana, Stuttgart

Gustavo Arroyo
Director de la edición española, Madrid

Isabelle Liu
Directora de la edición china, Pekín

Ann Paulsrud
Asistente Editorial

Las direcciones de los directores 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.

Revista técnica editada por Alcatel España, S.A.
Domicilio social: c/ Ramírez de Prado, 5.
28045 Madrid, España
Depósito legal: M21988/1998
ISSN: en curso
Imprime: COBRHI, S.A.
Edición española: 7.500 ejemplares
© Alcatel España, S.A.

REVISTA DE TELECOMUNICACIONES DE ALCATEL

2º trimestre 1998

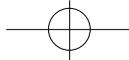
Impulsar el desarrollo de los pueblos

- 81 **Editorial**
Telecom Africa 98
A. NGCABA
-
- 82 **Impulsar el desarrollo de los pueblos**
M. DE GRÈVE, E. OSSTYN
- 88 **Soluciones de Alcatel en Sudáfrica**
M. A. CROUCH
- 95 **Estrategia de inversión en telecomunicaciones en el mercado brasileño**
M. OSORIO ZULETA
- 100 **El proyecto Nile Vision**
J. M. MAGRAL, V. NESCI, M. SAMBORSKI
- 106 **Modernización de la red telefónica de Letonia**
S. E. DIPPNER
- 110 **Despliegue del acceso radio en Sudáfrica**
J. A. GARCÍA SÁNCHEZ
- 116 **Servicios y aplicaciones de datos en sistemas de bucle local inalámbrico**
J. NAVARRO
- 124 **Aguila: Red de acceso por satélite con bajos costes de comunicaciones**
J. BLERET, J.P. DEHAENE, P. LABAYE
- 131 **Redes submarinas diseñadas para requisitos específicos de comunicaciones**
J.P. BLONDEL, B. LE MOUËL
- 139 **Expectativas de la tarjeta telefónica de previo pago**
S. SLAKMON, L. WIDMER
- 145 **Cómo modelar y seleccionar las mejores redes de acceso**
I. MIKEROV, O. GONZÁLEZ SOTO
- 153 **Planificación de redes de telecomunicación para países en vía de desarrollo**
M. DE MIGUEL, A. NITCHIPORENKO, I. PUEBLA

Abreviaturas de este número

Si desea recibir más información sobre cualquiera de los temas de este número, contacte con nosotros a través del Fax: 33(0)1 40 76 14 26 ó e-mail: marketing@www.alcatel.com





Andile Ngcaba

EDITORIAL

AFRICA TELECOM 98

El explosivo crecimiento de las telecomunicaciones en todo el mundo, durante la pasada década, ha confirmado la premisa básica de que las telecomunicaciones son la llave que abre la puerta al desarrollo económico y el generador de una nueva revolución de la información y el conocimiento. No obstante, los retos a que se enfrenta el sector son enormes. Estos desafíos abarcan desde el estudio de los problemas de desarrollo y la extensión de las infraestructuras, hasta la modernización de las tecnologías, el desarrollo de los recursos humanos o el aprendizaje permanente.

Sin duda, logros tecnológicos como la digitalización de los equipos de telecomunicaciones han conducido a un menor coste en el suministro de multiservicios, en tanto que la suma de las comunicaciones móviles al tradicional catálogo de productos de líneas fijas de los operadores, ha llevado a un incremento de la penetración de los servicios.

En Sudáfrica, el papel del gobierno es vital para afrontar un suministro de servicios equitativo, nuevas inversiones y creación de puestos de trabajo del conocimiento. Las condiciones de las licencias, por ejemplo, tanto para operadores móviles como fijos, han regulado el hecho de que la provisión de servicios en áreas rurales no privilegiadas, sea obligatorio. Es importante que los operadores tengan como objetivo equilibrar el suministro de telecomunicación básica y de servicios avanzados capaces de atender las necesidades de crecimiento de la economía de Sudáfrica.

Puede demostrarse cómo la infraestructura y los servicios de telecomunicaciones están empezando a aminorar los problemas sociales. Especialmente, los beneficios han llevado, hasta áreas desprovistas de servicios, una proliferación de oficinas de teléfonos, teléfonos de previo pago y centros de información comunitarios. Las telecomunicaciones se han identificado siempre como la espina dorsal para el desarrollo de cualquier sector socioeconómico. Las áreas más críticas de la sociedad que podrían beneficiarse del aumento de servicios de telecomunicaciones son la educación y la sanidad. Esto requiere grandes inversiones dedicadas a la expansión de las aplicaciones de telecomunicaciones y de un esfuerzo coherente entre el sector público y el privado.

En este afán por asegurar la mejora permanente de los servicios de telecomunicación, la legislación ha sido pensada para establecer, entre otros factores, la modernización tecnológica. La extensión de las líneas telefónicas utilizará tecnología inalámbrica y esto supone definitivamente una influencia sobre las nuevas tecnologías y la creación de empleo.

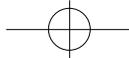
El amplio desarrollo de las telecomunicaciones en Sudáfrica alcanzará, durante los próximos dos o tres años, a la mayoría de la población. Se han realizado importantes esfuerzos en los asentamientos alrededor de los grandes centros urbanos, donde el bucle local inalámbrico (Wireless Local Loop, WLL) proporciona una aproximación flexible a la rápida provisión de servicios, sin necesidad del cableado de

cobre; y también en áreas rurales, donde poblaciones muy dispersas están siendo conectadas mediante sistemas de radio rural. Clientes prioritarios, tales como las pequeñas localidades, centros comunitarios, establecimientos médicos, bibliotecas, oficinas de correos y escuelas, se beneficiarán de estos esfuerzos.

Creemos que el uso de estas nuevas tecnologías, como la ya mencionada WLL, ayudará a mejorar el acceso a las telecomunicaciones y a potenciar la capacidad económica del país mediante la mejora de la calidad de vida, respondiendo a las necesidades sociales y aumentando la eficiencia y competitividad en coste del servicio.

Espero que Africa Telecom 98 proporcione el impulso necesario a las administraciones gubernamentales, operadores y entidades financieras para invertir ahora, con el objetivo de conseguir que el nuevo milenio pueda despuntar con el acceso universal como un derecho y no como un privilegio.

Andile Ngcaba
Director-General
Department of Communications
Republic of South Africa



IMPULSAR EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS

M. DE GRÈVE
E. OSSTYN

La globalización de las tecnologías y las soluciones preconiza una era de nuevas oportunidades para los países en vías de desarrollo.

■ Introducción

La nueva revolución que está teniendo lugar en todo el mundo ha sucedido a la revolución industrial del siglo pasado. Esta revolución, la era de la información, promete ser global, afectando a nuestras formas de vida y de trabajo, en cualquier lugar del mundo, incluso en las zonas más remotas.

En la base de esta revolución nos encontramos con las comunicaciones en sus más variadas manifestaciones y, especialmente, con las telecomunicaciones.

En este número de la revista, examinaremos las tecnologías para llevar servicios a cualquier rincón del planeta: no sólo de voz, sino también servicios multimedia que requieren gran ancho de banda, además de la creciente gama de servicios de datos. La emergencia de estas tecnologías convertirá esta revolución en un fenómeno verdaderamente mundial.

■ Una Necesidad Básica

Durante los años ochenta y noventa, la globalización de la economía y el comercio han avanzado enormemente. Las distancias se han hecho cada vez más cortas, se han abierto nuevas fronteras y la producción de bienes y servicios se ha trasladado a los lugares más adecuados, desde donde se trasladan hasta los clientes donde quiera que éstos se encuentren. Esta evolución ya ha tenido un importante impacto sobre la vida cotidiana, y no sólo en los países más industrializados.

Esta globalización no habría sido posible sin el soporte de unas telecomunicaciones que han estimulado el mundo em-

presarial. Sin telecomunicaciones, sin la posibilidad de recibir y enviar faxes a sus proveedores y clientes y, cada vez en mayor medida, tener acceso a correo electrónico, transferencia de datos e Internet (una herramienta de marketing y ventas indispensable), en la actualidad resultaría imposible para una empresa participar en la actividad económica, ya sea a escala local, nacional o internacional.

El acceso a todo tipo de telecomunicaciones es, por tanto, una herramienta esencial para el desarrollo de cualquier entidad regional o nacional a través del mundo y para la mejora del sistema de vida de las personas.

Sin embargo, durante los más de cien años de existencia de las telecomunicaciones, su desarrollo se ha concentrado principalmente en los países más industrializados. Ahora, la globalización de las

telecomunicaciones está dando lugar a soluciones globales que preconizan una nueva era para las regiones y naciones en vías de desarrollo.

Es más, de manera creciente, el acceso a las telecomunicaciones se considera como un derecho humano básico. Las telecomunicaciones no son simplemente un medio de comunicarse con cualquier persona en cualquier lugar del mundo y acceder a información en un tiempo razonable, también son un medio para extender el acceso a la atención sanitaria a través de la telemedicina, o a la educación a través del tele-aprendizaje.

El desarrollo de las telecomunicaciones también ayudará a ralentizar el proceso de despoblación de las áreas rurales y la concentración humana en las megalópolis, que son origen de problemas sociales cada vez más alarmantes.



Telemedicina

■ Una Gama de Nuevas y Potentes Soluciones

Las necesidades de telecomunicaciones en los países avanzados y en vías de desarrollo, al ser inicialmente muy distintas, tradicionalmente han sido tratadas de manera separada.

En los países en desarrollo, el requisito esencial es un bajo coste inicial de las infraestructuras, dada la escasa penetración y/o la baja densidad de población. Normalmente, se incurre en gastos adicionales porque el equipo debe soportar una instalación más difícil y unas condiciones operativas (climáticas, de energía, o de mantenimiento) más duras que en el caso de los países desarrollados.

Estas restricciones han originado una multitud de soluciones ad hoc (a menudo desarrolladas localmente y algunas veces a un alto coste) fabricadas en pequeñas cantidades y con prestaciones limitadas. Además, el subdesarrollo del transporte y el suministro de energía han hecho que los proyectos de telecomunicaciones sean más lentos y complicados de completar en los países en vías de desarrollo que en los más evolucionados.

Pero estas barreras para el desarrollo están siendo levantadas actualmente, gracias a recientes acontecimientos en los países desarrollados que están originando nuevas tecnologías y soluciones que afectarán, enormemente, a las perspectivas de los países en vías de desarrollo.

El principal acontecimiento ha sido la liberalización del suministro de servicios de telecomunicaciones, cuyo objetivo es estimular el desarrollo de las telecomunicaciones en los países más industrializados por medio de la competencia.

Para hacer esta competencia efectiva, fue necesario nivelar el campo de juego mediante la definición de nuevos y más abiertos estándares con un alcance superior al de aquellos definidos con anterioridad, en su mayoría por parte de la UIT-T, y cuyo único papel era permitir la interconexión de los actores existentes. El objetivo es crear un nuevo mercado global cuyos volúmenes justifiquen el considerable esfuerzo de investigación y desarrollo requerido.

Esta estrategia se ha convertido en extraordinariamente ventajosa, produciendo resultados destacables como, por ejemplo, los estándares SONET y SDH para transmisión por fibra óptica, el GSM y otros en el

sector de móviles. La competencia abierta en telecomunicaciones ha iniciado una nueva revolución tecnológica que no parece probable vaya a detenerse pronto, siendo los recientemente aprobados estándares de tercera generación de móviles UMTS una de sus nuevas etapas.

Una de las consecuencias del carácter global de estas nuevas tecnologías ha sido un rápido descenso de los precios del equipamiento de infraestructura y de los terminales, los cuales están alcanzando niveles al alcance de las economías en vías de desarrollo.

Otro área que muestra un progreso extraordinario, gracias al fuerte empuje de la televisión, es la tecnología de satélite. La disponibilidad siempre en aumento de la capacidad de transmisión por satélite a un precio asequible, ha llevado a Alcatel a poner en marcha varios proyectos de telecomunicaciones por satélite para países en vías de desarrollo.

En el resto del presente artículo, presentaremos estas nuevas soluciones, así como otros aspectos relacionados con los actuales desarrollos de las telecomunicaciones. En este número de la revista se describirán, con más detalle, dichas soluciones y se ofrecerán algunos ejemplos específicos en todo el mundo, mostrándose cómo los proyectos de telecomunicaciones –en los que Alcatel actúa como un importante suministrador o en asociación con otras compañías– ayudan a un fluido desarrollo local.

Niños del GSM

Las redes móviles, y en especial aquellas basadas en el estándar GSM, están liderando el

movimiento globalizador, a través del despliegue de esta tecnología en más de cien países. Este liderazgo no sólo se guía por la verdadera demanda de comunicaciones móviles en los países en vías de desarrollo, sino también por el hecho de que las redes móviles son menos exigentes en términos de infraestructura externa y las más adecuadas para soluciones de rápida instalación que pueden ser multiplicadas fácilmente desde uno a otro país. (Ver Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 3^{er} trimestre de 1997).

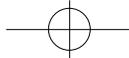
Además, en muchos países en vías de desarrollo aún funcionan listas de espera de varios años para lograr conexión telefónica, como consecuencia de la gran insuficiencia de capacidad a niveles de acceso y conmutación. Los clientes que necesitan el servicio se dirigen por tanto hacia las soluciones de móviles, en lugar de hacia el inalcanzable teléfono fijo.

El concepto de soluciones llave en mano se concreta en la oferta del servicio all-in-One de Alcatel, que permite a los operadores hacer frente a las restricciones de tiempo y de normativas, en tanto que logran sus objetivos de negocio. Con este enfoque, Alcatel ha conseguido el liderazgo en África; casi la mitad de los veintinueve operadores africanos se cuentan entre nuestros clientes.

Un elemento propulsor de la liberalización y la explosión de las redes móviles es el uso del previo pago. Los nuevos y emergentes operadores en países desarrollados, tanto en servicios móviles como fijos, se están enfrentando de hecho a los mismos condicionantes de bajo nivel de penetra-



One Touch™ Easy



Alcatel 9800

ción inicial con que se encuentran los operadores de los países en vías de desarrollo. Esta circunstancia les ha conducido a esquemas innovadores de financiación y a soluciones de altas y facturación que bien pueden reproducirse en los países en vías de desarrollo. Aunque las tarjetas telefónicas llevan algún tiempo en el mercado, recientemente han aparecido nuevas aplicaciones tales como las tarjetas de previo pago avanzadas, de las que se habla en el artículo "Expectativas de la tarjeta telefónica de previo pago", firmado por S. Slakmon y L. Widmer.

Avances en tecnologías de acceso

Gracias a los avances en tecnologías celulares, se están instalando modernas redes de telecomunicación, a menudo con ayuda de inversores privados, en las ciudades más importantes y a lo largo de las principales carreteras de todos los países donde el alto nivel de actividad económica puede justificar las inversiones. Una significativa parte de la población mundial vive, no obstante, fuera de estas ciudades y de la cobertura de estas redes. Por consiguiente, se requieren otros incentivos y soluciones para atender las necesidades de estas personas.

Un incentivo típico es establecer, por ejemplo, restricciones regulatorias en la adjudicación de licencias para operadores móviles, tales como la obligación de instalar cierto número de teléfonos públicos de pueblo o líneas rurales, facilitando en consecuencia el desarrollo económico y humano.

Del lado de las soluciones, una variedad de recientes e innovadores desarrollos están llevando nuevas oportunidades a estos grupos humanos. Estas soluciones permitirán no sólo un acceso competitivo en coste a los servicios de voz y datos a baja velocidad, sino que ya están evolucionando hacia los servicios de mayor ancho de bandas que, incluso, estos mercados demandarán muy pronto.

Estas soluciones se dividen en dos familias (ver **Figura 1**):

- soluciones de bucle local inalámbrico terrestre que proporcionan cobertura competitiva en coste a áreas bien definidas, cualquiera que sea su topografía, por ejemplo, valles;
- soluciones de satélite que enfocan el problema de una manera más global, ya sea a escala de país, regional, de continente o del conjunto del globo.

Bucle Local Inalámbrico

Las soluciones de acceso radio punto-a-multipunto se han utilizado, desde finales de los ochenta, para proveer servicios de telecomunicaciones rurales, por ejemplo cubriendo grandes áreas con baja densidad de población. Estos sistemas han sido ampliados recientemente por medio de una tecnología de bajo coste para la conexión de los abonados individuales, basada en el estándar DECT procedente de los teléfonos inalámbricos para negocios y hogar, lo que termina por completo con la necesidad de pares de cobre. La combinación

DECT-PMP posibilita la instalación de soluciones de acceso radio total capaces de satisfacer las necesidades de los entornos rurales, suburbanos y urbanos, con una arquitectura única: el Alcatel 9800.

El artículo escrito por J. García Sánchez, "Despliegue del acceso radio en Sudáfrica", muestra las aplicaciones del Alcatel 9800 para la modernización de la red telefónica en Sudáfrica.

Dada la aceleración del avance de las telecomunicaciones en los países en vías de desarrollo, es esencial que estos sistemas no estén restringidos a la exclusiva provisión de servicio telefónico básico, es decir, que no funcionen sólo en modo de circuito, sino que también puedan soportar la introducción de servicios de datos, es decir, que funcionen en modo de paquetes.

El artículo "Servicios y aplicaciones en sistemas de bucle local inalámbrico", firmado por J. Navarro, presenta la estrategia de evolución de los productos Alcatel 9800 hacia la transmisión de datos en modo de paquetes.

Soluciones basadas en satélites GEO

Las soluciones de acceso radio conducen el desarrollo de manera focalizada, llevando las telecomunicaciones a áreas específicas infraservidas y extendiendo gradualmente la penetración, influenciada por consideraciones económicas y/o necesidades políticas.

Los satélites geostacionarios (GEO) abordan el problema de una forma más global. Un solo satélite geostacionario puede cubrir todo un país o una región completa; por lo tanto, proveer servicios de telecomunicaciones sólo es cuestión de instalar el número adecuado de estaciones terrenas. La solución de satélite GEO tiene un coste uniforme, independientemente de la localización del usuario final, en tanto que conectar a los usuarios finales a soluciones terrestres requiere una inversión variable, dependiendo de la distancia al nodo de red más próximo y del tipo de terreno con que se tope.

Por supuesto, los costes asociados al diseño y lanzamiento de un satélite son considerables. Sin embargo, como proporciona un gran potencial para poder ofrecer servicios a un gran número de clientes dispersos sobre una gran área geográfica, la inversión puede repartirse entre muchos abonados.

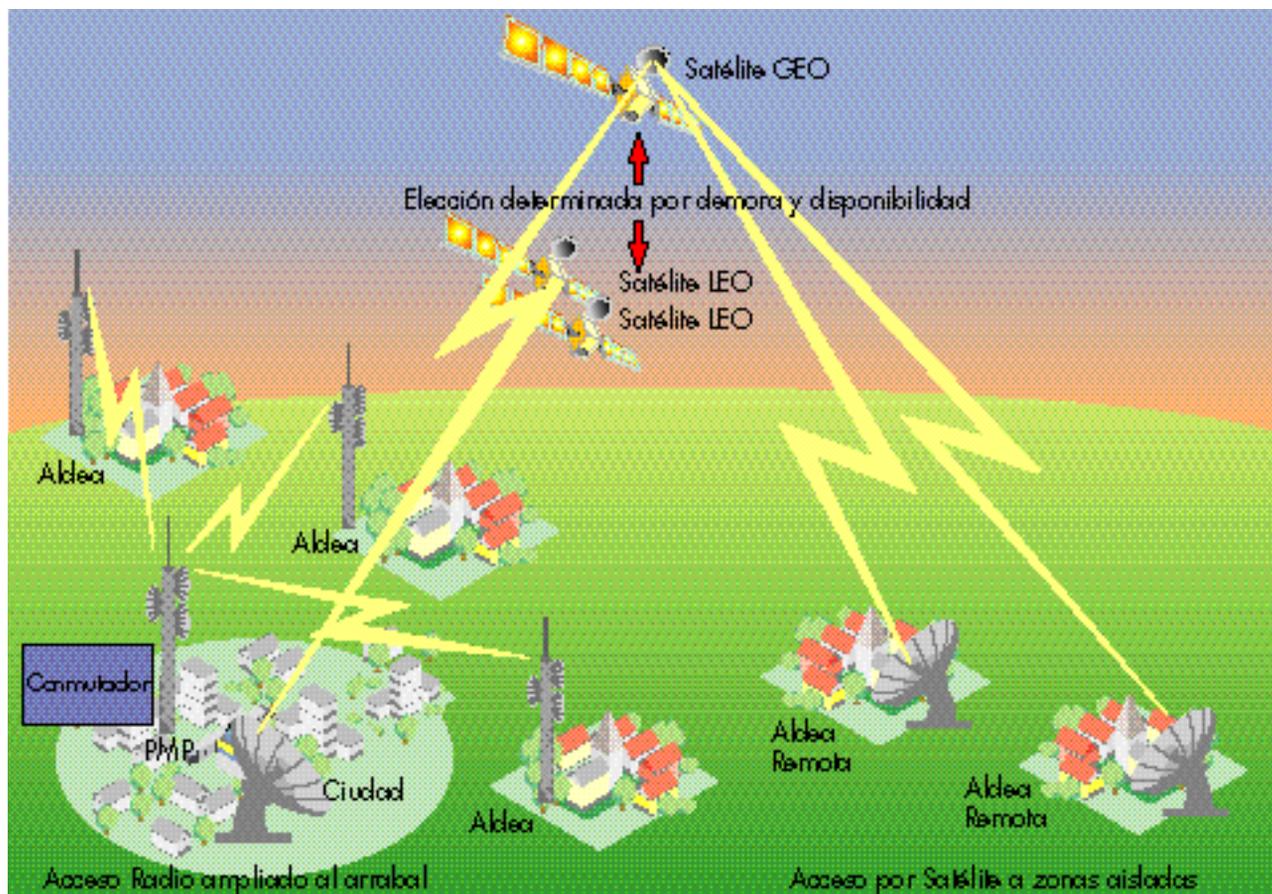


Figura 1 – Soluciones de acceso para áreas en vías de desarrollo

Además, el número de transpondedores y, por lo tanto, la capacidad de retransmisión de los satélites GEO, crece permanentemente y el ancho de banda puede asignarse de manera flexible, permitiendo el desarrollo de un conjunto de servicios que van desde el simple y tradicional servicio telefónico básico (POTS), hasta aquellos de gran ancho de banda verdaderamente avanzados, como videoconferencia para negocios.

Las estaciones terrenas de bajo coste, de próxima aparición en el mercado, serán un importante paso adelante para llevar el servicio telefónico a los lugares más remotos de un país o, incluso, de un continente. Este tema es examinado en profundidad en el artículo: "Águila: Red de acceso por satélite con bajo coste de comunicación", de J. Bléret, J-P. Dehaene y P. Labaye, que describe un proyecto encaminado a instalar teléfono en todos los pueblos de África.

La competencia de Alcatel en espacio, así como en aplicaciones de telecomunicación, nos sitúa en una posición única

para ayudar a los países a instalar soluciones de satélite llave en mano, incluyendo las cargas útiles, las estaciones terrenas y los equipos de red relacionados que se necesitan para dar soporte a los servicios.

Soluciones basadas en satélites LEO

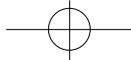
Las principales desventajas de los satélites GEO se deben a sus elevadas órbitas, que requieren considerable potencia de transmisión de los equipos terrenos, introduciendo un significativo retardo que tiende a hacer esta solución menos idónea para aplicaciones de servicios multimedia. Es más, al ocupar un satélite geoestacionario una posición fija respecto a la tierra, las regiones interesadas en utilizar soluciones basadas en GEO necesitan su propio satélite y tienen, por tanto, que financiar su compra, lanzamiento y control.

Una solución alternativa a esta fuerte inversión comienza a aparecer, ya que se están llevando a cabo varios proyectos que utilizan constelaciones de satélites de órbita baja (LEO). La primera genera-

ción de estas constelaciones (que incluye el sistema Globalstar del que forma parte Alcatel) está siendo lanzada actualmente, con las comunicaciones móviles como primer objetivo. La próxima generación, que incluye el proyecto SkyBridge liderado por Alcatel, se dirige a las aplicaciones multimedia, lo que permitirá que, a principios del próximo siglo, se disponga de capacidades de retransmisión mucho mayores (ver Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 2º trimestre de 1997).

Al tiempo que el uso de órbitas bajas se justifica principalmente por las menores necesidades de potencia de transmisión y el reducido retraso de acceso debido a la menor distancia, el hecho de que los satélites LEO estén en constante rotación alrededor de la tierra permite que su capacidad total de retransmisión esté disponible para todas las regiones cubiertas por su huella.

Al ser algunas de estas regiones pequeños consumidores de aplicaciones primarias, súbitamente tendrán acceso a una capacidad inusual para las más elementales



Área de negocios en Abidjan



Abidjan, Costa de Marfil

necesidades, como servicio telefónico básico. Este acceso no será gratuito, claro está, pero elimina la necesidad, respecto de las soluciones GEO, de poseer un satélite y facilita que los equipos terminales sean más simples y, por tanto, más baratos.

No obstante, las soluciones GEO y LEO seguirán existiendo, ya que se complementan en tiempo debido a sus diferentes plazos y ciclos de vida; se complementan en espacio porque las áreas cubiertas no se solapan necesariamente e, incluso, se complementan en frecuencia. La excesiva capacidad sobre ciertas regiones es sólo temporal, ya que será absorbida rápidamente por la creciente demanda.

En consecuencia, el éxito combinado de los sistemas de radio terrestre y vía satélite debería imprimir a corto plazo un sólido empuje al desarrollo de las telecomunicaciones en la mayoría de las regiones del mundo.

Elegir la vía de acceso idónea

Desde esta sintética visión general, ya se hace patente la disponibilidad de muchas soluciones de acceso. La elección dependerá de una serie de parámetros como el tipo de servicios, la infraestructura instalada, la geografía, la demografía y algunos otros.

Seleccionar la solución de acceso correcta es importante para atender las necesidades existentes con un coste competitivo y ofrecer una vía al desarrollo económico. La forma de seleccionar la solución óptima se somete a discusión en el artículo "Cómo modelar y seleccionar las mejores redes de acceso", cuyos autores son I. Mikerov y O. González Soto.

Al mismo tiempo, debe disponerse de herramientas para la planificación detallada de un proyecto, que permitan seleccionar la naturaleza de acceso acertada, en línea con los parámetros de un proyecto individual específico. El artículo firmado por M. de Miguel, A. Nitchiporenko e I. Puebla, "Planificación de redes de telecomunicación para países en vías de desarrollo", presenta una visión general del conjunto de herramientas desarrolladas por Alcatel para este propósito.

Gestión de la carga de tráfico

Conforme aumente la penetración del teléfono y, más globalmente, de las telecomunicaciones en muchos países, se pedirá a los operadores que incrementen la capacidad de su red de transmisión central para atender estas necesidades.

También en el área de las redes principales de transmisión, los países en vías de desarrollo están empezando a beneficiarse de los avances tecnológicos que se han producido en los países industrializados. Estos avances se aplican a fibra óptica, microondas y sistemas de transmisión óptica.

Largo alcance, carácter compacto y compatibilidad con los sistemas de transmisión de energía son las ventajas que ofrece utilizar fibra óptica en los países en desarrollo.

Al igual que en los países desarrollados, estas capacidades se aprovechan mejor cuando se combinan con la potencia y flexibilidad de la SDH. Gracias a su éxito como estándar global, SDH también está haciéndose cada vez más competitivo respecto a los tradicionales sistemas PDH,

especialmente en el contexto de la modernización de redes de transporte existentes, como se discute en el artículo "Planificación de redes de telecomunicaciones para países en vías de desarrollo", de M. de Miguel, A. Nitchiporenko e I. Puebla.

Además de las soluciones terrestres, también están disponibles las submarinas. Muchos países tienen una franja costera a lo largo de la que se concentra gran parte de su población y actividad económica.

En estos casos, los sistemas submarinos ofrecen una alternativa interesante a soluciones de transmisión terrestres, reduciendo la cantidad de obra civil, la exposición a deterioros de origen natural y humano, y el número de partes con quienes debe negociarse el derecho de paso.

Muchos países o regiones económicas incluso están formadas por islas, a veces en gran número, para las que los sistemas submarinos son la única alternativa con que cubrir las necesidades de gran capacidad. Como en el caso de las constelaciones de satélites LEO, cruzan algunas de estas áreas cables submarinos internacionales de los que pueden utilizar una parte de su enorme capacidad de transmisión.

El artículo "Redes submarinas diseñadas para requisitos específicos de comunicación", de J-P Blondel y B. Le Mouél, trata de soluciones submarinas de corto recorrido, enlaces de larga distancia y alta capacidad y de las soluciones diseñadas por Alcatel en ambos dominios.

Las microondas terrestres, muy favorecidas en los países en vías de desarrollo debido a su rápida instalación y a los bajos requerimientos de infraestructura, también

se benefician de la llegada de la SDH y de los desarrollos realizados por y para operadores de países industrializados que están haciendo esta tecnología más flexible y menos costosa. (ver Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 4º trimestre de 1994).

Soluciones integrales suministradas a medida

En tanto que el espectro de los proyectos en marcha de redes de telecomunicaciones en los países en vías de desarrollo es impresionante, la tendencia general se dirige de manera clara hacia las soluciones multifuncionales integradas. Cada vez más operadores de telecomunicaciones buscan el suministro de estas soluciones a medida.

Alcatel posee una dilatada experiencia en el suministro de soluciones de telecomunicaciones integradas llave en mano, utilizando la combinación de su competencia internacional y su presencia local. En este número de la revista se destacan los proyectos reales. El primero, "Modernización de la red telefónica de Letonia", de S.E. Dippner, discute la reconstrucción de la red telefónica de uno de los nuevos estados independientes bálticos, Letonia. El segundo artículo, "El proyecto Nile Vision", de J.M. Magral, V. Nesci y M. Samborski, muestra como otro país, Egipto, está modernizando su infraestructura de telecomunicaciones para mejorar su situación económica.

Actividades locales de un suministrador global

Cada país, e incluso cada región, tiene sus propios requisitos y mecanismos para desarrollar sus telecomunicaciones y, por

ende, su economía.

Sólo un suministrador local puede comprender el entorno local y responder eficazmente a través de soluciones adaptadas a las necesidades locales.

Alcatel lo ha comprendido desde hace mucho tiempo y ha creado joint-ventures enfocadas a las necesidades de sus mercados de manera eficaz y situando su personal cerca de la acción.

Las empresas locales, muy frecuentemente en forma de joint-ventures, se centran inicialmente en la comercialización de la oferta existente de Alcatel, pero dado el tamaño y la importancia de algunos mercados, estos adquieren mayores responsabilidades y se aprovechan de una transferencia de tecnología que les incluyen en programas de investigación y desarrollo de Alcatel a largo plazo.

Un ejemplo de esta transferencia de tecnología es Alcatel Brasil, como se muestra en el artículo de M. Osorio Zuleta "Estrategia de inversiones en telecomunicaciones en el mercado brasileño", donde un distribuidor local ha extendido gradualmente sus actividades y su posición en el mercado, creando una fuerte competencia local al integrar una combinación de productos básicos de Alcatel y locales.

Las compañías joint-venture locales se están involucrando, cada vez más, en la personalización de los productos existentes e, incluso, desarrollando otros nuevos que pueden encontrar un sitio en la cartera mundial de Alcatel. Frecuentemente, esta competencia también se tendrá que usar para dirigir proyectos de cliente en otros países o regiones y las compañías locales adquirirán una actividad regional o global dentro de Alcatel. El

artículo "Soluciones de Alcatel en Sudáfrica", de M. A. Crouch, ilustra este proceso con el caso de Alcatel Altech en África del Sur.

■ Conclusión

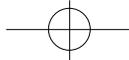
Ya no existe, técnicamente hablando, cualquier serio obstáculo para proporcionar a todo el planeta acceso a las telecomunicaciones avanzadas, estén donde estén los usuarios. Gracias a las soluciones de acceso de radio y de satélite, combinadas con una capacidad suficiente de transmisión, las personas y empresas de todo el mundo serán capaces de participar eficazmente en la sociedad de la información.

Al tiempo, se están poniendo en marcha mecanismos para dirigir la introducción de las telecomunicaciones en áreas de bajo servicio y los suministradores de telecomunicaciones están usando sus bases locales para proporcionar una eficaz respuesta a las necesidades locales de todos los mercados.

La próxima década asistirá, así, a una importante mejora global de las telecomunicaciones, siendo Alcatel un importante protagonista de este renacimiento.

Michel De Grève es responsable de Estrategia de Red y Servicios en la división Alcatel Network Integration, París, Francia

Edmond Osstyn es Director de Soporte de Marketing Técnico para Marketing y Desarrollo de Negocio Corporativo, con sede en Zaventem, Bélgica



SOLUCIONES DE ALCATEL EN SUDÁFRICA

M. A. CROUCH

Alcatel ha aplicado con éxito sus soluciones y su amplia experiencia para cumplir con los requisitos especiales encontrados en Sudáfrica.

■ Introducción

Alcatel ha ofrecido un conjunto de soluciones para resolver los problemas de las telecomunicaciones en la red sudafricana. Estas soluciones, que son igualmente aplicables en cualquier otro lugar, fueron proporcionadas por Alcatel Altech Telecoms, una compañía joint-venture de Sudáfrica.

■ Antecedentes

Alcatel en Sudáfrica

Alcatel está representada en Sudáfrica por Alcatel Altech Telecoms, una compañía joint-venture entre Alcatel, Allied Technologies y Rethabile sobre la base de una participación accionarial de 40/40/20. Allied Technologies es una compañía sudafricana establecida en el país en el año 1924, y desde entonces ha estado estrechamente implicada en el crecimiento de la red de telecomunicaciones públicas. Rethabile es una compañía africana comprometida con el desarrollo de las tecnologías locales.

Alcatel Altech Telecoms es única como compañía sudafricana por su elevado nivel en planificación, fabricación y soporte. Todos sus centros se encuentran en la zona industrial de Boksburg, en el área oriental de Johannesburgo. Éstos centros de fabricación y laboratorios de desarrollo se crearon en 1960 para soportar el rápido crecimiento de la demanda de sistemas de telecomunicaciones multi-canal (inicialmente sistemas de hilos

abiertos de 12 y 24 canales y, posteriormente, sistemas de cables coaxiales y de microondas).

Las principales tecnologías soportadas por Alcatel Altech Telecoms son acceso, conmutación, transmisión y redes de telefonía móvil y de datos. Además, esta compañía posee una amplia experiencia en el despliegue de estas tecnologías en el entorno africano, permitiéndole llevar a cabo con éxito proyectos llave en mano, in-

cluyendo estudios conceptuales, planificación de redes, suministro, instalación y puesta en servicio.

Este potencial y experiencia, tanto en Sudáfrica como fuera de ella, garantiza que Alcatel Altech Telecoms se encuentra en una excelente posición no sólo para hacer frente al suministro de servicios de telecomunicaciones en Sudáfrica, sino también en todo el resto de África, actualmente y en el futuro.



Figura 1 - Infraestructura de telecomunicaciones en Sudáfrica

La Red de telecomunicaciones sudafricana

La **Figura 1** muestra la red de transmisión de Sudáfrica que proporciona la infraestructura troncal para más de 4,5 millones de líneas principales de abonados y 96.000 líneas de datos. La red incluye pares de hilos abiertos, microondas analógicas, fibra óptica y equipos digitales de microondas. Esta red está basada en parte en la Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) y, en parte, en la más reciente Jerarquía Digital Síncrona (SDH) estándar.

Telkom SA Ltd. es la empresa responsable de la operación de la red pública fija sudafricana. Las operaciones de las dos redes celulares del Sistema Global para Comunicación Móvil (GSM) son responsabilidad de Vodacom y MTN. Desde 1993, ambas compañías han logrado tasas de crecimiento que se encuentran entre las más altas del mundo.

Los proyectos que describimos en este artículo están basados en esta infraestructura y en las redes de acceso asociadas. Todos los proyectos se encuentran actualmente funcionando con éxito.

■ Estudios del Proyecto

Sistema Portador de Abonado Rural

Alrededor de 1970, Telkom introdujo la Marcación de Enlaces para Abonados Nacionales (NSTD). Por esas fechas, la comunidad rural estaba servida por los sistemas de magneto para multiusuarios transportados por pares de hilos abiertos y sin ningún servicio de marcación. Por lo general, los abonados se encontraban a una distancia mayor que la del rango permitido a las líneas de acceso a las centrales y, a menudo, a más de 100 km. de la central. Se necesitaba, por consiguiente, un medio para proporcionar urgentemente un servicio telefónico a esta importante comunidad rural, y se le pidió a Alcatel Altech Telecoms el desarrollo de un sistema para solucionar adecuadamente este problema.

Los laboratorios de transmisión de Boksburg desarrollaron un sistema analógico de banda lateral única de 18 canales que permitía a 18 abonados un servicio completo de marcación sobre la red automática nacional, independiente del servicio UIT-T. (Una descripción completa del sistema original de 18 canales puede en-

contrarse en [1]) El sistema, que se muestra en la **Figura 2**, opera sobre una red troncal de pares de hilos abiertos que puede llevarse a comunidades rurales o a grupos de abonados, a distancias de hasta 200 km. de la central telefónica.

Un subastidor terminal de conmutación puede contener 9 placas, proporcionando cada una de ellas dos canales. Estas unidades convierten las conexiones a 2 hilos con el conmutador en frecuencias de línea que envían a continuación sobre el par de hilos abiertos. Dieciocho unidades de abonados (también mostradas en la **Foto 1**), están montadas sobre las instalaciones de los abonados; un número de unidades "T-off", montadas sobre postes, igual al de las uniones con la línea troncal, se disponen para evitar el efecto de cuarto de onda. Puede usarse alimentación de la red o solar y se proporciona una amplia supervisión de tal forma que las pruebas rutinarias que pueden ejecutarse en la central eviten la necesidad de tener que visitar las instalaciones de los abonados.

Más de 60.000 abonados rurales en Sudáfrica están actualmente servidos por este económico sistema, que es conocido como SOR-18. Después de una reciente ver-

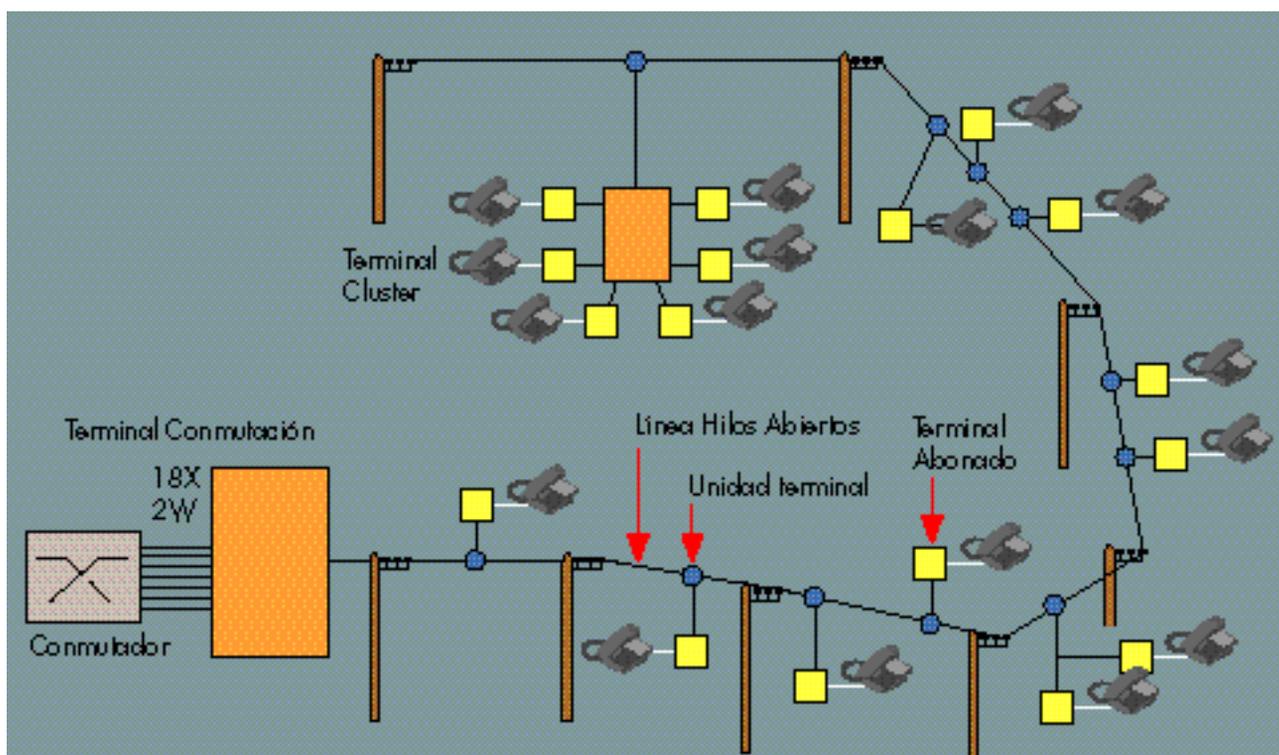


Figura 2 – Sistema rural de abonados basado en una red troncal de pares de hilos abiertos

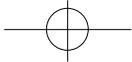


Foto 1 – Subastidor terminal del conmutador

sión revisada para tecnología de montaje de superficie, el sistema sigue fabricándose todavía y continúa siendo muy popular en el sur de África. Se han exportado sistemas a Namibia, Botswana, Swazilandia, Zimbabwe, Lesoto y Benin.

Sistema de gestión de las oficinas telefónicas

En 1992, un estudio dirigido por Alcatel Altech Telecoms resaltó dos aspectos de la red telefónica sudafricana. Primero, muchas oficinas telefónicas privadas se encontraban en funcionamiento en áreas urbanas proporcionando servicio allí donde los equipos de las oficinas telefónicas

de Telkom, operadas por monedas, habían sido objeto de actos vandálicos. Era muy difícil de controlar estas oficinas telefónicas y se necesitaba un sistema de gestión barato. Para satisfacer esta necesidad, Alcatel Altech Telecoms diseñó un sistema electrónico que demostró su éxito durante las pruebas de campo.

Segundo, estaba claro que algunas áreas muy grandes estaban totalmente desprovistas de servicio telefónico, aunque esto sucedía normalmente sólo en el caso de aldeas de chabolas conocidas como “campamentos de intrusos”. Para acelerar el acceso al servicio telefónico a estas comunidades, se pensó que la mejor solución era desarrollar “oficinas telefónicas” en contenedores. Las pruebas de campo del sistema demostraron ser un éxito inmediato.

La **Figura 3** ilustra el sistema de gestión de la oficina telefónica que consta de una unidad central de control y hasta diez unidades de contadores de tarificación de abonado. Un dispositivo de alimentación permanente y una impresora forman también parte del equipo [2].

La oficina telefónica dentro de los contenedores tiene diez teléfonos, cada uno con un contador de tarificación en donde se presenta el crédito restante durante las llamadas. El gerente de la oficina dis-

pone del controlador central que gestiona totalmente las operaciones y guarda un registro de todas las transacciones realizadas sobre la base de periodos diarios, semanales o mensuales. Los recibos e informes se imprimen bajo petición, permitiendo que la oficina telefónica pueda gestionarse adecuadamente.

Inicialmente, las oficinas telefónicas fueron instaladas dentro de contenedores en áreas rurales sin ningún servicio telefónico o carentes de toda infraestructura energética. Estos servicios fueron proporcionados por sistemas de radio punto-a-multipunto de Alcatel Rurtel y paneles solares, respectivamente. La **Foto 2** muestra un típico contenedor de oficina telefónica conectado a la red telefónica a través de acceso radio.

Sin embargo, más o menos por ese tiempo, se introdujo la red celular móvil y los operadores fueron obligados, a cambio de sus licencias, a proporcionar un número muy elevado de teléfonos comunitarios dentro de los primeros cinco años de operación. Uno de los operadores, Vodacom, decidió utilizar las oficinas telefónicas en contenedores como un procedimiento rápido para instalar diez teléfonos simultáneamente.

El departamento de instalaciones de Alcatel Altech Telecoms instaló, para Voda-

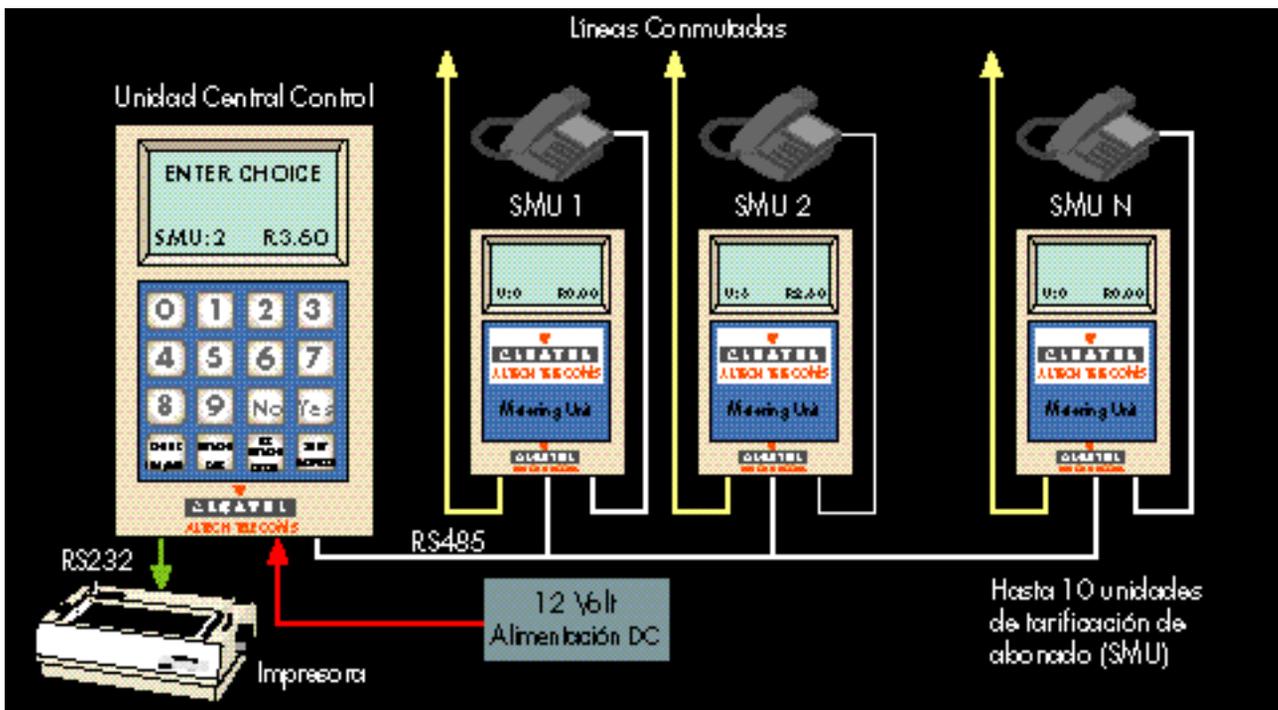


Figura 3 – Sistema de gestión de la oficina telefónica



Foto 2 – Oficina telefónica conectada a la red RTPC

com, unas 300 oficinas telefónicas a lo largo del país. Estas oficinas operan con éxito en la red celular, usando un terminal celular fijo para cada uno de sus teléfonos.

Sin embargo, la tasa de tráfico era a menudo muy alta, acercándose a un Erlang en cada uno de los diez teléfonos. Como resultado de la concentración de tráfico inherente al sistema celular, se llegó a una situación en que la celda que soportaba la oficina telefónica llegó a estar sobrecargada, no dejando capacidad libre para otro tráfico. La única solución estaba en aumentar la capacidad de la celda instalando transmisores/receptores adicionales, lo que resultaba excesivamente caro.

Las oficinas telefónicas mantienen su enfoque en la actividad de la comunidad y estimulan a los pequeños empresarios que se benefician del teléfono para pedir suministros y llevar a cabo sus negocios. Además, el dueño del equipo obtiene un ingreso sustancial que normalmente lleva a la expansión de su empresa para el suministro de otros servicios como, por ejemplo, de restauración. La publicidad sobre el contenedor es otra fuente potencial de ingresos. La **Foto 3** muestra una oficina telefónica rural conectada a la red celular; las diez antenas GSM están claramente visibles, así como el vehículo de motor comprado recientemente por el propietario de la oficina telefónica, lo que indica el volumen de ingresos alcanzado por estos empresarios.



Foto 3 – Oficina telefónica conectada a la red celular

La iniciativa de la oficina telefónica ha crecido ahora con el llamado Telecenter, que no sólo proporciona un servicio telefónico, sino además un servicio de facsimil, fotocopiadora, ordenador, acceso a Internet y servicios educativos, así como un buzón para la recogida del correo postal y servicios de mensajería. Las oficinas telefónicas son, a menudo, administradas por un conjunto de miembros de la comunidad, distribuyéndose así los beneficios y disminuyendo el riesgo de morosidad en el pago de los recibos mensuales del teléfono.

La oficina telefónica introducida en contenedores es una forma ideal de proporcionar acceso telefónico hasta que se disponga de la red fija, y el equipo puede mantenerse inmóvil o moverse a un nuevo emplazamiento. Se consideró a este proyecto como único y con el potencial considerable para el desarrollo de las telecomunicaciones en muchos países. Como resultado de su éxito, esta oficina telefónica es ahora un producto corporativo importante y se ha promovido activamente en otras partes del mundo. En concreto, el sistema de gestión se ha exportado a Botswana, Zambia, Burundi, Burkina Faso, Zimbabue, Angola, Tanzania y Gabón.

Sistema de acceso radio de 30 canales

El alto coste del acceso celular fijo para las oficinas telefónicas y la falta de infraestructura en muchas áreas de Sudáfrica, condujeron a Alcatel al diseño de una tercera solución. Conocida como sistema de Radio Digital Multipunto (MPDR), esta nueva vía fue diseñada por Alcatel Altech Telecoms en Boksburg para cumplir cuatro requisitos:

- Proporcionar un sistema de acceso económico que ofreciera tres grupos de diez canales dedicados de voz para la conexión a tres oficinas telefónicas.
- Proporcionar un sistema sencillo y rápidamente desplegable de 30 canales punto-a-punto, que pudiera proporcionar circuitos para determinados acontecimientos públicos, tales como espectáculos deportivos en áreas remotas donde la infraestructura telefónica era inadecuada.
- Suministro de circuitos para nuevos desarrollos urbanos o rurales, como una

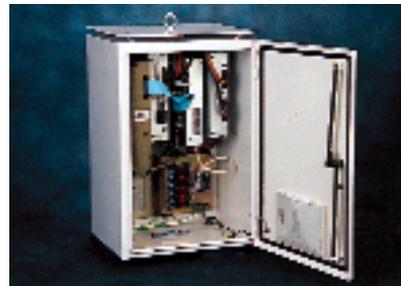


Foto 4 – Terminal de un sistema de radio de 30 canales

solución temporal adecuada hasta que la infraestructura telefónica fija pudiera ponerse al día.

- Proporcionar $n \times 64$ kbit/s canales para enlazar estaciones celulares transmisoras/receptoras GSM.

La **Figura 4** muestra la configuración del sistema de MPDR que utiliza un subastador de banda base para combinar 30 canales analógicos de 2 hilos desde la central sobre un enlace 2Mbit/s G.703. La señal de 2Mbit/s alimenta a la estación radio central donde se utiliza Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) para modular a una portadora de 2,4GHz. La estación central se comunica con las estaciones remotas de abonado que usan Time Division Multiplex (TDM) hacia la dirección de salida y Time Division Multiple Access (TDMA) hacia la dirección de entrada. Cada estación de abonado proporciona hasta 10×64 kbit/s circuitos, cada uno con una terminación para una línea analógica de abonado a 2 hilos.

El sistema incluye un potente sistema de gestión, basado en Microsoft Windows, que se utiliza para configurar el sistema y supervisar distintas condiciones de alarma. El sistema extiende transparentemente los pulsos de tarificación desde los puertos de la central hasta los puertos del abonado.

Finalmente, el sistema tiene una construcción de exteriores capaz de soportar situaciones climáticas extremas, siendo sencilla su instalación y ofreciendo un coste bajo por circuito. Es especialmente resistente a temperaturas extremas y tormentas. Esto último es particularmente importante cuando uno considera que África tiene uno de los niveles isokeraunicos más altos del mundo (el número de veces que un trueno se oye durante un año en un determinado lugar.) Estos niveles son en

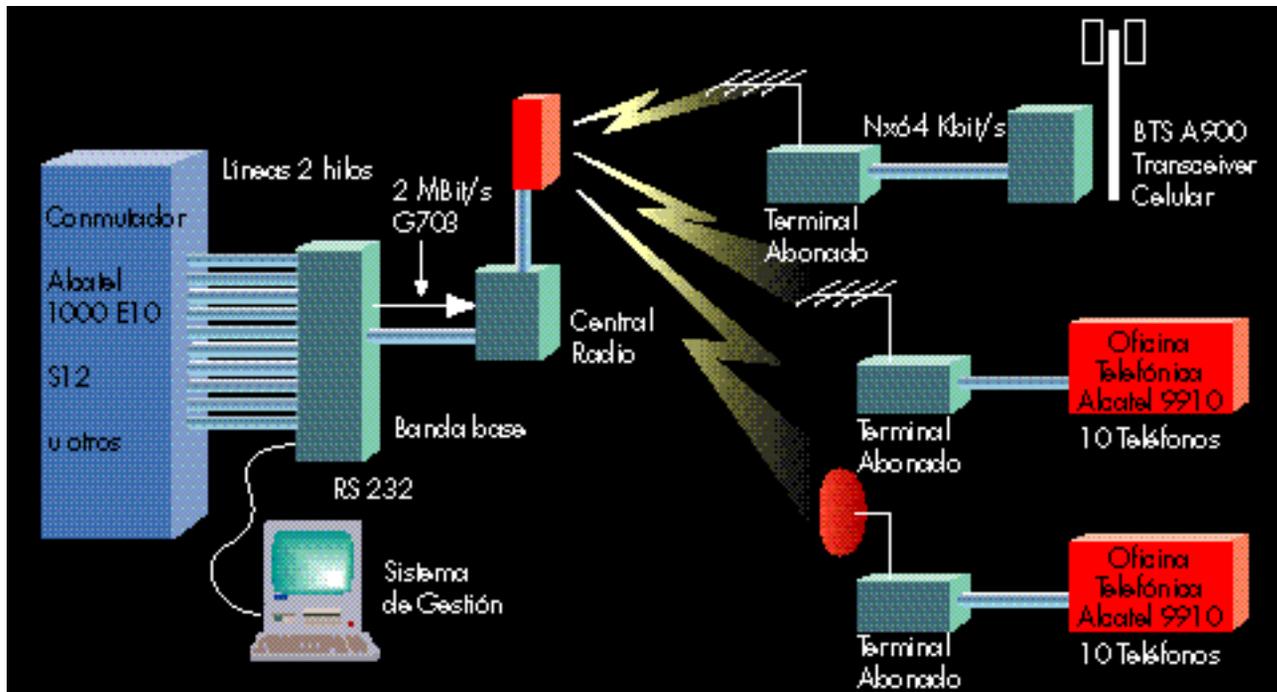


Figura 4 – Sistema digital de radio multipunto de 30 canales

África de entre 80 y 200; siendo en el Reino Unido de 5 a 10, y en la región mediterránea entre 20 y 40. La **Foto 4** muestra el contenedor al aire libre con los módulos de la radio en su parte superior y los dispositivos de protección contra los rayos en su parte más baja.

Sistema de gestión de calidad de servicio de un acceso de tasa primaria (2Mbit/s)

Las normas de transmisión de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH) introdujeron varias mejoras en la operación de las redes de transmisión, en comparación con la más antigua Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH). Una de estas mejoras era la provisión de canales para la gestión de la red dentro de la estructura de la trama SDH. A las tramas PDH les falta el espacio para tales canales y, por consiguiente, ofrece pocas o ninguna facilidad para la gestión de la red.

La Calidad de Servicio (QoS) se ha convertido en un factor importante en la competición creciente entre los operadores de red como resultado de la liberalización del mercado de las telecomunicaciones [4]. La gestión de ambas redes -basadas en PDH y SDH- se ha convertido, por consiguiente, en un aspecto vital para el suministro de

un servicio de alta calidad, siendo muy importante que los operadores posean las herramientas adecuadas para controlar el nivel de calidad de servicio de sus redes.

Alcatel Altech Telecoms y Telkom predijeron que habría una necesidad de mejorar la gestión de las redes PDH para prolongar sus vidas y mejorar la QoS ofrecida, emparejándolas así con las nuevas redes SDH. Telkom realizó las especificaciones y los laboratorios de diseño de Alcatel Altech Telecoms desarrollaron un sistema de Mediación y Adquisición de los Datos (MDAQ) con Unidades de Transmisión de Línea y Supervisión (MLTUs) para cumplir con esas especificaciones. Estas dos unidades están pensadas para su utilización en redes PDH operando a un nivel de Tasa de Acceso Primario de 2Mbit/s, que es común a las redes PDH y SDH. Las unidades pueden usarse separadamente o juntas de acuerdo con el dictado de los requisitos de red.

La combinación de MDAQ/MLTU constituye una potente herramienta que un operador de redes puede usar para obtener grandes ventajas en las seis aplicaciones siguientes:

- 2 Mbit/s supervisión del rendimiento (UIT-T Recomendaciones G.821 y G.826).

- 2 Mbit/s protección del hitless en la conmutación (cambios sin errores).
- 2 Mbit/s ajuste entre las Redes Ethernet de área Local (LANs).
- 2 Mbit/s gestión de los canales de tiempo (gestión de la anchura de banda).
- 2 Mbit/s extracción y distribución del reloj.
- Gestión de la Aplicación E1 Canalizado (gestión de los circuitos de 64 Kbit/s y nx64 kbit/s)

La **Figura 5** ilustra las primeras dos aplicaciones, la supervisión del rendimiento y un conmutador de protección. Las otras cuatro aplicaciones utilizan MDAQ y MLTU en varias configuraciones simples.

Las aplicaciones MDAQ y de MLTU se discuten brevemente en los párrafos siguientes:

- La *supervisión del rendimiento* proporciona información al operador con respecto a los numerosos aspectos del rendimiento del circuito de 2Mbit/s, de acuerdo con las Recomendaciones UIT-T G.821 y G.826. Por ejemplo, errores en la tasa de bits, pérdida de sincronización, pérdida de señal, señal de indicación de alarma, estadísticas de alarmas, y así sucesivamente, propor-

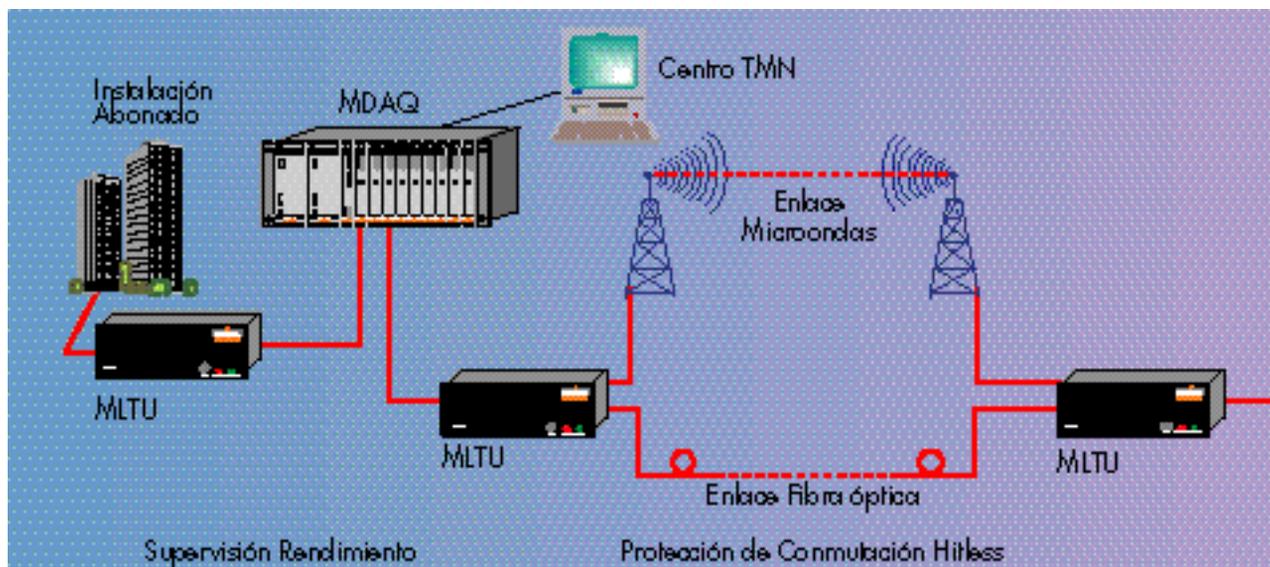


Figura 5 – Supervisión del rendimiento y conmutador de protección del “hitless”

cionando la clase de información que se procesa para obtener los niveles de la QoS que es el objetivo de los Contratos de los Niveles de Servicio entre el operador y el cliente. El diálogo entre el controlador del MDAQ y los puertos de las tarjetas MLTU tiene lugar en el canal de tiempo cero donde un bit disponible se utiliza para proporcionar un canal de comunicación “embebido”, sin tener necesidad de utilizar anchura de banda de la transmisión.

- La *protección de conmutación* se introduce cuando se exige que los circuitos presenten una alta fiabilidad. El flujo de bits del enlace de 2 Mbit/s se envía a través de dos rutas en el terminal emisor de un MLTU; el circuito mejor, en términos de niveles del error, etc., es seleccionado por un segundo MLTU en el terminal receptor. La calidad del circuito es reforzada todavía más por medio de una circuitería patentada en el extremo receptor del MLTU en donde los buffers guardan las tramas entrantes y conmutan sin perder ninguna información, proporcionando, de esta manera, una conmutación hitless entre los circuitos operativos y los circuitos de reserva. Un fallo de la fibra en un circuito operativo causaría, por ejemplo, que el circuito fuera conmutado a otro circuito de microondas de reserva sin ninguna pérdida de bits.
- Un *punto Ethernet* puede ser proporcionado a 2 Mbit/s por medio de la interface

de dos LANs con el circuito de 2 Mbit/s, vía MLTUs. Puesto que el circuito de 2 Mbit/s está absorbido en la red de transmisión nacional, las LANs pueden estar separadas por cualquier distancia. La anchura de banda del puente se puede seleccionar entre 64 kbit/s y 1984 Mbit/s, es decir, de 1 a 31 canales. Telcom utiliza MLTUs como puentes LAN entre circuitos de Ethernet enlazando anillos SDH con los centros de gestión de la red. La protección de la conmutación “hitless” es también aplicable al encontrarse los circuitos en el nivel de prioridad más alta. Esta configuración es más económica que la que se puede obtener con el uso de enrutadores.

- La *gestión de la anchura de banda* (grooming de los canales) puede lograrse por medio de la utilización de dos MLTUs para combinar dos tramas de 2 Mbit/s, que se encuentren subutilizadas, en un solo enlace. El MLTU incluye un conmutador de tiempo-espacio que proporciona el “grooming” de los canales de las señales de 2 Mbit/s.
- La *extracción del reloj* su distribución se consigue por medio de la unidad de MDAQ distribuyendo un pulso de referencia de reloj de alta-precisión, o señales de tráfico para sincronizar o adaptar el equipo con otros centros.
- La *aplicación El Canalizada* (la gestión de los circuitos de 64 kbit/s y nx64 kbit/s operados por Dignet, la Red Superpuesta Digital sudafricana), está basada en la

utilización de parejas de MLTUs que permiten a los centros de pruebas el análisis y la gestión de las tramas de los enlaces de 2 Mbit/s y, por tanto la localización de condiciones de fallo de los circuitos del operador o de los clientes. Esto se consigue realizando bucles sobre los circuitos en diferentes puntos hasta que se localiza la falta.

Los equipos MDAQ y MLTU están ambos construidos en una práctica de equipo de 19 pulgadas montado en bastidores; el MLTU también se encuentra disponible como una unidad de escritorio (**Foto 5**).

Proyecto llave en mano sobre Bucle Local Inalámbrico

El gobierno de la Nueva África del Sur emprendió un Programa de Reconstrucción y Desarrollo que incluía la provisión rápida del servicio telefónico universal, o al menos del acceso universal, en áreas que se

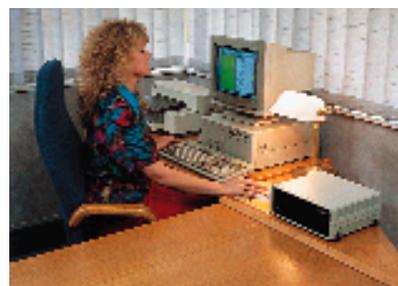


Foto 5 - Unidad MLTU de escritorio

habían visto previamente privadas de servicio telefónico. Se dio prioridad a las clínicas, escuelas y áreas perjudicadas donde no había ninguna infraestructura telefónica. Alcatel Altech Telecoms, con su acceso a los productos de Alcatel, experiencia en la planificación de radio, medios industriales, y de instalación, así como su larga experiencia en el entorno africano, se encontraba en una excelente posición para llevar a cabo este ambicioso proyecto.

En julio de 1997, Telkom SA Ltd sacó a concurso un contrato para el suministro de 420.000 líneas de abonado, divididas en 120.000 líneas TDMA/DECT (Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitales) y 300.000 líneas autónomas DECT [3].

Alcatel Altech Telecoms consiguió, respectivamente, el 90% y el 60% de este contrato, e inmediatamente empezó la planificación de la fabricación y de los procesos de instalación que han llevado a la instalación diaria de unas 500 estaciones de abonado en los dos próximos años. Es interesante hacer notar que este proyecto es el mayor contrato ofertado por Telkom y probablemente el Bucle Local de Radio (WLL) más grande del mundo.

La primera red de este proyecto, en Sandfontein en la Northern Province, entró en servicio en enero de 1998, proporcionando servicio telefónico a 400 abonados. La **Foto 6** muestra la instalación de un sistema Alcatel9800 en una escuela rural. La **Foto 7** es la de una instalación típica de un AlcatelDECT fuera de una vivienda rural.

El sistema fue diseñado por Alcatel en Europa y Alcatel Altech Telecoms llevó a cabo la ingeniería del producto para cumplir con los requisitos específicos del cliente y para la adaptación a las extremas condiciones medioambientales locales. Una extensa descripción del sistema y del proyecto en Sudáfrica se presenta en otros artículos de este número de la revista. [3].

El alto volumen de fabricación de equipos, como los terminales de abonado DECT que se producen a una velocidad de unos 600 diarios, hizo necesario instalar



Foto 6 – Instalación típica del sistema Alcatel 9800 en una escuela rural



Foto 7 – Instalación típica DECT en una vivienda rural

máquinas de Montaje de Dispositivos de Superficie (SMD) de gran velocidad. Estas máquinas que tienen un rendimiento máximo de conexión de 44.000 dispositivos por hora, forman parte de una línea automática de producción que integra la colocación de los dispositivos, soldadura, pruebas, inspección y empaquetado en una cadena móvil. La fábrica de Alcatel Altech Telecoms en Boksburg que obtuvo el certificado de la norma de calidad ISO 9001, es la más moderna del continente africano.

La instalación diaria de hasta 600 unidades de abonado ha hecho necesario entrenar y desplegar un gran número de equi-

pos que se nutren, dentro de lo posible, de trabajadores locales para la instalación y puesta en servicio de los equipos.

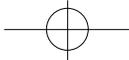
■ Conclusiones

Los proyectos descritos en este artículo indican claramente que la experiencia en la planificación y la especialización industrial de Alcatel, combinadas con la experiencia local de Alcatel Altech Telecoms en sistemas de planificación e instalación de equipos en el entorno africano, no sólo ofrece una base poderosa para el éxito en el suministro de equipos en Sudáfrica sino también a lo largo de todo el continente africano.

■ Referencias

- 1 M. A. Crouch: Nuevo Sistema Rural de 1+8 Abonados para Líneas de Hilos Abiertos, Comunicaciones Eléctricas, vol. 50, nº2, págs.107-112, 1975.
- 2 D. D. Baker, M. H.Parsons: Oficinas Telefónicas Alcatel 9910: Estudio del Caso, Comunicaciones Eléctricas, 1er Trimestre de 1995, págs 48-49.
- 3 J. A.García Sánchez: Despliegue del Acceso Radio en Sudáfrica, Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 2º Trimestre de 1998, págs 109-114 (en este número).
- 4 Oodan, K. E. Ward y A. W. Mullee: Quality of Service in Telecommunications. British IEE Telecom Series 39, págs 107-112, 1975.

Michael Crouch es Director de Technical Marketing de Alcatel Altech Telecoms en Boksburg, Sudáfrica. Fue elegido presidente del South African Institute of Electrical Engineers en 1993.



ESTRATEGIA DE INVERSIÓN EN TELECOMUNICACIONES EN EL MERCADO BRASILEÑO

M. OSORIO ZULETA

Alcatel está jugando, a través de su filial local, un importante papel en la expansión del mercado de telecomunicaciones de Brasil.

■ Introducción

El mercado de telecomunicaciones de Brasil está en un momento clave de su historia con grandes cambios inminentes. Aún cuando el sector ha evolucionado de manera espectacular en los dos últimos años, en 1998 los procesos de privatización y de desregulación acelerarán definitivamente el ritmo de transformación. Alcatel ha decidido tomar parte activa en este dinámico mercado, y mantener una fuerte presencia en Brasil. Alca-

tel ha dado ya su compromiso al Gobierno brasileño para producir localmente la mayor parte de su línea de producto. Por consiguiente, hemos contribuido en la balanza comercial nacional, en la creación de puestos de trabajo directos e indirectos y en la transferencia de tecnologías avanzadas. En consecuencia, Alcatel es vista ahora como una compañía local y tiene derecho a los privilegios asociados a esta posición (ver **Figura 1**).

Alcatel Telecomunicações S.A. nació formalmente como resultado de la adquisi-

ción y la fusión de Standard Elétrica y Elebra, con Multitel Sistemas y ABC Teletinformática. Elebra era líder en el desarrollo e instalación de la tecnología de conmutación Trópico en Brasil; Multitel Sistemas era líder en la conmutación privada, mientras que ABC Teletinformática era un fabricante de equipos de transmisión. Actualmente, Alcatel Telecomunicações S.A. tiene 1.200 empleados, incluyendo 480 ingenieros, algunos de los cuales están dedicados a actividades locales de investigación y desarrollo.

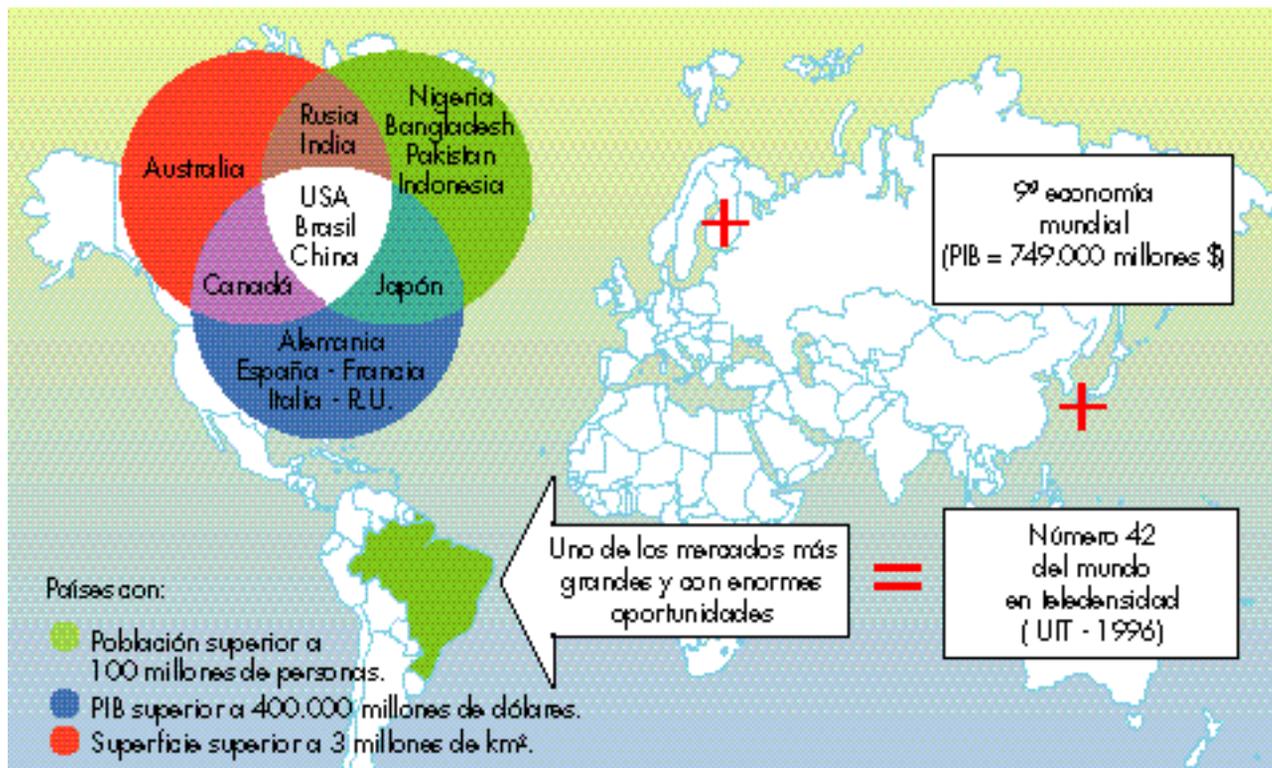


Figura 1- Posición brasileña en el mundo

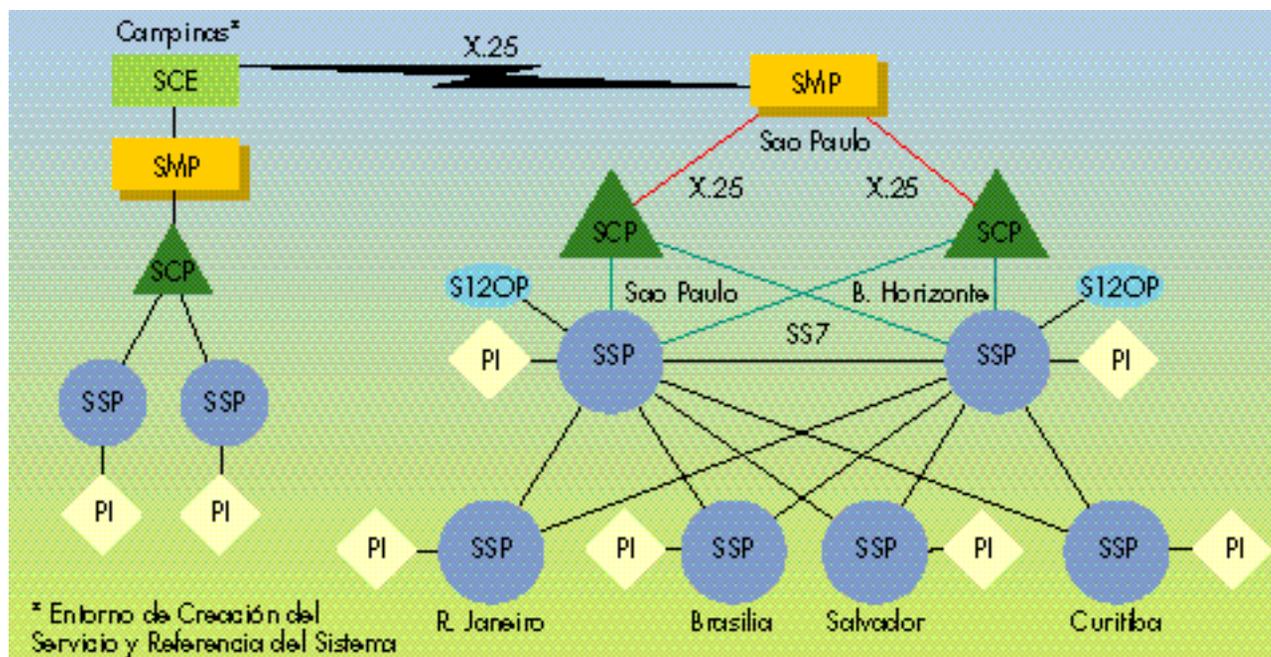
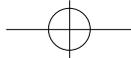


Figura 2 – Arquitectura de RI en Brasil

■ Logros Sólidos en Todas las Áreas de Producto

Desde que Alcatel empezó a distribuir equipos de telecomunicación y sistemas empresariales en Brasil, la compañía ha instalado 2,5 millones de líneas digitales fijas y más de 500.000 líneas PABX. Recientemente, la compañía ha firmado un importante contrato con Telesp para la instalación de telefonía celular en Taubaté, en el estado de Sao Paulo.

En el campo de la conmutación, Alcatel Telecomunicações continúa con la producción y desarrollo de centrales Trópico, preparándolas para la migración a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Alcatel también está suministrando centrales digitales Alcatel 1000 S12 de tamaños grandes y medianos, una de las tecnologías de comunicaciones más avanzadas del mundo. Estos sistemas son la base para centrales móviles y fijas –tanto híbridas como independientes–, para Redes Inteligentes (RI), para RDSI y para diferentes configuraciones de centrales host (ver **Figura 2**).

Una moderna fábrica ha sido recientemente inaugurada en Sao Paulo para producir las líneas de equipos Trópico y Alcatel 1000 S12. Además, se fabricará e integrará una amplia gama de equipos en las áreas de radio, transmisión, sistemas de

acceso, redes corporativas, comunicaciones de datos, centrales privadas y terminales. Esta factoría también está equipada para manufacturar equipos para sistemas celulares, redes de satélites, sistemas de cable submarino y otros productos.

■ Soluciones Software a Medida

La Investigación y el Desarrollo juegan un importante papel en nuestra organización. Se realiza en el moderno Centro Tecnológico de Alcatel situado en Campinas, Sao Paulo, con un total de 160 empleados.

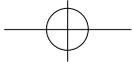
Además, un equipo local de diseñadores lleva a cabo cualquier adaptación, a medida del cliente, del software que sea necesario para las líneas de producto y servicio adquiridas por Alcatel Telecomunicações S.A. Esto incluye todos los nuevos servicios para la plataforma de Red Inteligente, así como para los sistemas de conmutación públicos (Trópico y Alcatel 1000 S12) y privados (Alcatel 4200 y 4400). Como ejemplo de esta actividad, Alcatel instaló la Red Inteligente Telebrás en 1996.

Por otra parte, la desregulación y la cooperación nacional requiere la interconexión y, en consecuencia, la gestión de las redes de transporte de los operadores cooperantes. Para soportar esta necesidad se

han previsto tres tipos de interfaces, adaptables a los requerimientos de clientes específicos:

- Ascendentes: Interfaces entre sistemas de gestión subordinada de subredes y el nivel de gestión de red.
- Descendentes: Interfaces para los sistemas de gestión de servicio.
- Colaterales: Interfaces para otros sistemas nacionales de gestión.

En particular, para la capa de gestión de red los operadores pueden contar con sistemas de gestión hechos a medida para sus estructuras de organización y operacionales. Para cumplir este requerimiento, la arquitectura de gestión de Alcatel se basa en un concepto de módulos, en el cual cada bloque suministra una función de aplicación que cumpla una necesidad específica del operador (ver **Figura 3**). La plataforma de gestión de red Alcatel 1354 UN proporciona al operador de red una visión global de su configuración, haciéndole más fácil el control de red síncrona de transporte (multifabricante). Esta avanzada plataforma no sólo proporciona toda la gama de funciones de administración de red, sino que también integra diferentes Sistemas de Gestión de Red (NMS) que cumplen con las normas UIT-T y ETSI.



Integración de Proyectos Multiproducto

La División de Integración de Redes (NID) de Alcatel está enfocada hacia toda la gama de productos, sistemas y servicios de Alcatel, y al desarrollo de soluciones óptimas para los negocios de los clientes. La NID también puede integrar tecnologías y sistemas de terceros con plataformas Alcatel, si así lo requiere el cliente. No obstante, esto sólo es necesario en unos pocos y específicos proyectos, y, en ese caso, solamente después de un análisis minucioso del tema.

La NID se divide en Gestión de Proyectos, Software y Servicios, Planta Externa y Obra Civil y Automation Transport.

Gestión de proyectos

La NID supervisa todos los principales proyectos a través del Comité de Proyectos de Alcatel y sus comités directivos regionales, para garantizar la satisfacción del cliente y asegurar que los objetivos del proyecto se cumplan. Los supervisores del proyecto utilizan una metodología estructurada y una consistente disciplina con normas reconocidas como Project Management Body of Knowledge (PMBOK) y las Best Current Practices. El equipo de gestión del proyecto incluye un representante del cliente para facilitar el oportuno y

franco intercambio de información y, si es necesario, ajustes a mitad de camino en los que esté involucrado el cliente.

Software y servicios

Se ha creado un grupo orientado a proyecto/cliente para desarrollar soluciones flexibles en la integración de sistemas, desarrollo del software del cliente, servicios finales de usuario de red, gestión de red, sistemas de asistencia al cliente y para otros servicios de soporte a operaciones. El grupo está formado por expertos en telecomunicaciones con experiencia en el desarrollo de operaciones que optimizan la efectividad de las inversiones del cliente, ayudándoles a desarrollar sus negocios y a mejorar su eficiencia operacional.

Planta externa y obra civil

Este grupo es responsable de diseñar y construir redes de terminal de abonado a central, de central a central, entre los operadores y entre las diferentes redes que transportan tráfico interregional e internacional. El grupo puede apoyarse en considerables conocimientos técnicos y en la experiencia para desarrollar soluciones de cable aéreo y enterrado, así como en soluciones de radio a desplegar en áreas remotas y en aquellas que tienen dificultades orográficas. Esta área de la NID suministra un

punteo entre diferentes tecnologías para crear soluciones tanto para los proyectos de telecomunicación tradicionales, como para los no tradicionales.

Automation Transport

El grupo Automation Transport combina la tecnología más avanzada de telecomunicaciones con los sistemas de control de datos, para la resolución de problemas complejos de transporte. El grupo puede diseñar y construir sistemas de transporte interurbanos, urbanos y suburbanos, los cuales incluyen sistemas de control automatizado, de protección, de entrega y de supervisión, así como equipamiento para la recogida de datos y la generación de informes. Los medios de transporte incluyen los trenes interregionales, los tranvías, el tren ligero, el metro y el monorraíl, así como los autobuses y el transporte privado.

Presencia local

Alcatel Telecomunicações S.A. tiene una NID local presente en Brasil para asegurar que el soporte técnico cualificado y los sistemas estén siempre disponibles, ayudando a crear soluciones óptimas para una variedad amplia de necesidades del cliente. La experiencia del mercado local en redes públicas y privadas, en sistemas de cable

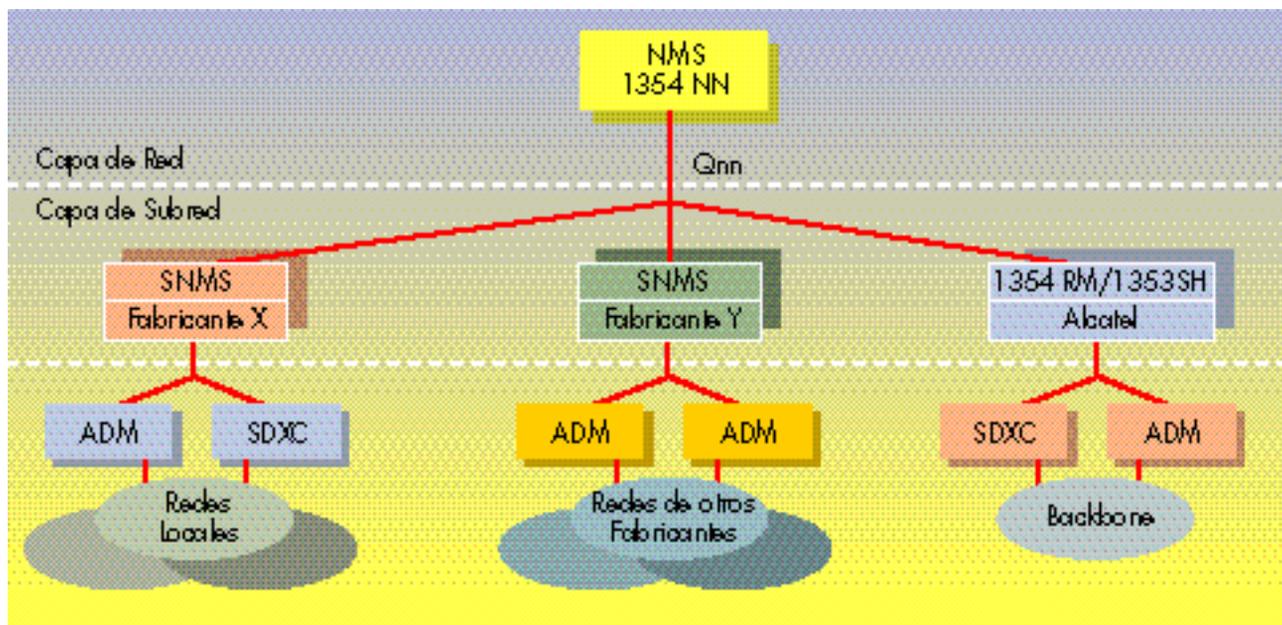
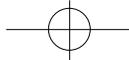


Figura 3 – Arquitectura multisuministrador de Alcatel



Vista de la moderna maquinaria de inserción a alta velocidad



La fábrica brasileña es capaz de producir un millón de líneas por año



Empleados con una alta calidad de producción



Una fábrica tecnológicamente avanzada: 40.000 componentes/hora

submarino y terrestre, en los sistemas de radio y en los sistemas de Automation Transport (como Nova Dutra) es imprescindible cuando se desarrollan soluciones de integración de red enfocadas al cliente. La NID también ofrece el soporte de expertos en áreas tales como finanzas, administración, recursos humanos y marketing, pudiendo estar directamente involucrada en la operación de red, todo ello dependiendo de las preferencias del cliente y de los objetivos de Calidad de Servicio.

■ Definición de Mercado en el Diseño de Productos

Nuestro equipo de marketing ofrece soporte local permanente, en particular para el desarrollo de nuevos productos y servicios en el mercado doméstico. También puede generar regularmente análisis y estudios sobre la integración de las plataformas de servicios de telecomunicación, lo que ayuda a reducir los costes de operación, de mantenimiento y de gestión de red.

Como complemento, y enfocándose en las necesidades y peticiones específicas de los nuevos operadores de redes de telecomunicación, Alcatel es capaz de trabajar junto con un equipo dedicado de marketing/desarrollo, cuyo objetivos serían:

- Ayudarle a seleccionar las áreas más adecuadas en cada segmento de mercado que tiene que ser privatizado, es decir, la telefonía sin hilos, a larga distancia y fija.
- Dividir cada objetivo de mercado en áreas basadas en criterios adecuados tales como los geográficos, los industriales y los de población, en línea con los objetivos de la división de marketing.
- Determinar qué servicios necesitan el mercado.
- Ayudar a los clientes a diseñar sus planes de negocio.
- Desarrollar cualquier herramienta software que se requiera, así como productos/terminales especiales.

Los productos y servicios creados por Alcatel están cubiertos por un acuerdo mutuo de uso exclusivo, previniendo que los producidos por una compañía sean utilizados por otra.

■ Soluciones Completas de Financiación

En el mundo actual de las telecomunicaciones, la estrecha asociación entre operador y suministrador frecuentemente incluye el asesoramiento financiero y la preparación de un adecuado paquete económico.

Alcatel tiene un experimentado equipo de expertos financieros para servir como asesores económicos en un amplio conjunto de proyectos. Un equipo cen-

tral, localizado en París, coordina las actividades de financiación del proyecto de las compañías de Alcatel en todo el mundo.

Nuestro equipo es capaz de analizar y extraer las mejores facilidades y ventajas en varios campos.

Contratos de seguridad

Si Alcatel es seleccionada como suministradora para una red entera, o como uno de sus proveedores principales, la compañía puede proponer una solución de contrato de seguridad para desplegar la red, asumiendo la responsabilidad de:

- Entrega y realización de la red a tiempo;
- Integración de todos los elementos de la red, incluyendo una garantía de rendimiento;
- Precio fijo.

En proyectos en los que Alcatel sólo suministra alguna parte del equipo, cooperaremos con otros suministradores para determinar la estructura óptima del proyecto, así como en la determinación de los equipos y servicios más adecuados.

Financiación del vendedor

Muchos operadores de telecomunicaciones se beneficiarían de una facilidad de financiación para todo el período de duración del proyecto, cubriendo parte del valor del contrato de Alcatel, a determinar de acuerdo con el plan de negocio acordado. Esto permite que los pagos del contrato se cumplan para el cash flow de un proyecto específico. Se considerarán finanzas puente para el equipo suministrado por Alcatel, solapando el período entre el comienzo del trabajo y la disponibilidad de la facilidad de financiación a largo plazo.

De esta forma, una estructura de financiación podría mejorarse para dar cobertura adicional a los suministros importados, si los hubiera. Alternativamente, se podría considerar una emisión de créditos blandos altos o una combinación de deuda bancaria y de altos créditos blandos para proveer las finanzas necesarias.

Estructura de compañía de proyecto

Se podría crear una compañía de proyecto independiente, la cual sería propietaria, financiaría los activos y construiría realmente la red. Adquiriría la red de Alcatel con un contrato de seguridad, y podría después poner la red disponible para los operadores de telecomunicaciones, los cuales son propietarios de la compañía privatizada o de la licencia, y operarían y venderían la red. Los operadores de telecomunicaciones pagarían a la compañía de proyecto por el uso de la red, en función de las ganancias generadas por el servicio.

La compañía de proyecto sería financiada a partes iguales por los operadores de telecomunicaciones, por Alcatel (y, eventualmente, terceras partes) y por la deuda comercial bancaria. Para mejorar las condiciones de esta deuda bancaria y para mejorar la fuerza de la compañía, los operadores podrían llegar a un acuerdo para realizar un pago mínimo garantizado

a la compañía de proyecto, independientemente de las ganancias generadas.

Financiación a largo plazo por agencias de créditos de exportación

En Brasil, nuestro equipo local es plenamente consciente de las diferentes oportunidades de financiación que el BNDES (Banco de Desarrollo Nacional Brasileño) está ofreciendo para proyectos de telecomunicaciones. En particular, el BNDES ofrece paquetes financieros a empresas que compren bienes localmente fabricados. Como Alcatel tiene fábricas locales, es capaz de aprovecharse del conjunto de ventajas gubernamentales ofrecidas a los fabricantes locales.

En el extranjero, muchos proyectos se financian conjuntamente con importantes bancos internacionales, así como con agencias internacionales de crédito a la exportación, tales como Eximbank, ECGD, COFACE, SACE y HERMES.

Combinando los requisitos de las agencias de crédito a la exportación con los de la estructura de la financiación del proyecto, Alcatel está siempre preparada para ofrecer a sus clientes un servicio de primera línea, no sólo en los términos de los productos y servicios que suministra, sino también en el campo de la financiación.

■ **Conclusión**

Con un PIB (Producto Interior Bruto) que supera los 700.000 millones de dólares, más de tres millones de kilómetros cuadrados y cerca de ciento sesenta millones de habitantes, Brasil es uno de los tres más grandes mercados de telecomunicaciones del mundo.

Con una moderna fábrica, que puede producir una amplia gama de productos de telecomunicaciones, una fuerte estructura comercial local, y productos de primera clase, Alcatel Telecomunicações está jugando un importante papel como parte del grupo Alcatel en el marco del rápidamente cambiante mercado de telecomunicaciones brasileño.

Alcatel Telecomunicações S.A. siempre quiere compartir su considerable experiencia y conocimientos en el mercado brasileño con los operadores tradicionales y con los nuevos.

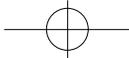
La Red Inteligente en Brasil

Alcatel Telecomunicações S.A. ha suministrado a Telebras (la PTT brasileña) la mayor plataforma de RI del mundo. La RI brasileña está ya comercialmente operativa, suministrando el servicio de llamada gratuita (0800) a todo el país. En el futuro cercano, también se introducirán los servicios de llamada con tarjeta de crédito y de Red Privada Virtual.

Actualmente, la plataforma de RI brasileña está tratando un tráfico mensual de más de 25 millones de llamadas y, en picos de tráfico, trata hasta 120 Intentos de Llamada por Segundo (CAPS).

Seis Puntos de Conmutación de Servicio (SSPs) instalados en seis estados, dos Puntos de Control de Servicio (SCPs) y un Punto de Gestión de Servicio (SMP), forman la plataforma, la cual tiene una capacidad de tráfico de 300 CAPS.

Manuel Osorio Zuleta es un ingeniero actualmente responsable del marketing institucional y del soporte inteligente en Alcatel Telecomunicações S.A., Brasil.



EL PROYECTO NILE VISION

J.M. MAGRAL
V. NESCI
M. SAMBORSKI

El Proyecto Nile Vision ayudará a Telecom Egypt a duplicar su capacidad de red y proporcionar servicios mejores a sus abonados.

■ Nacimiento de Nile Vision

Nile Vision nació cuando Telecom Egypt expresó su intención de ampliar y desarrollar su red de telecomunicaciones para duplicar su penetración y proporcionar a sus abonados una serie de servicios mejorados. El suministrador propuso a las autoridades egipcias un esquema de superposición BOT (Build, Operate and Transfer) para un millón y medio de líneas. Esto reforzaría su presencia en el mercado egipcio, afectando por el contrario al reparto de mercado entre Alcatel y otros suministradores establecidos. El suministrador también intentaba garantizarse una posición ventajosa cuando se privatizase el operador.

El Ministerio de Comunicaciones conocía perfectamente las desventajas de tratar con un único proveedor y decidió que se podrían alcanzar mejores resultados permitiendo que los principales suministradores compitiesen entre ellos en la ampliación de la red egipcia.

En la actualidad, Egipto tiene una densidad telefónica del 7%, y Telecom Egypt pretende elevarla al 14% a finales del periodo 1997-2002, llegando a un acuerdo con sus suministradores tradicionales que llevaría a la instalación de cinco millones de líneas de abonados durante dicho período. Al mismo tiempo, Telecom Egypt busca mantener el actual equilibrio entre dichos suministradores.

La organización local de Alcatel en Egipto propuso un método integrado

como parte de su ambicioso plan. La dirección de Alcatel estudió la posibilidad de complementar su negocio normal de 150.000 a 200.000 líneas por año, con un paquete de entre 500.000 y 800.000 líneas en los próximos cinco años. Este paquete tenía que satisfacer todas las necesidades de Telecom Egypt en términos de conmutación, transmisión, planta externa y, eventualmente, conexiones de abonados. Tenía que suministrarse sobre una base todo en uno, e incluir la financiación apropiada. Se requería esta fórmula para asegurar que se podría entregar y poner en marcha a tiempo, permitiendo así a Telecom Egypt incrementar sus beneficios inmediatamente.

Tras el estudio de la dirección, todas las Business Divisions de Alcatel

involucradas acordaron participar en el proyecto integrado, al que se le dio el nombre de Nile Vision. Nile no solo se refiere al gran río que es la fuente de vida de Egipto, también es la abreviatura de "New Income from Local Exchanges".

■ Principales Etapas de la Asignación del Contrato

Alcatel inició un completo estudio de la red como base de su detallada propuesta técnica, el cual fue presentado a Telecom Egypt a finales de agosto de 1996. Basándose en esta propuesta, Telecom Egypt y Alcatel firmaron durante la Conferencia de Oriente Medio y Norte de Africa, de noviembre de 1996, un



Foto 1 - Excavaciones para cable enterrado en El Cairo



Foto 2 - Prueba de cables en un armario de exterior de transconexión

Memorándum de Acuerdo (MoU) donde expresaban su deseo de alcanzar un compromiso contractual para el trabajo identificado en el estudio (800.000 nuevas líneas que añadir a las del negocio normal de Alcatel).

Las negociaciones técnicas empezaron semanas más tarde. A finales de enero de 1997, fue posible definir y establecer las diferentes fases del proyecto, que estaban en línea con el plan quinquenal (1997-2002) de Telecom Egypt finalmente aprobado, y que estaba planificado comenzar en julio de 1997.

La primera propuesta de precio se envió en la primavera de 1997 y fue seguida por varias revisiones. Entre julio y finales de septiembre, se mantuvieron negociaciones comerciales de precio para un proyecto piloto y un contrato total de Acuerdo Marco. Los habituales obstáculos se superaron rápidamente con la buena voluntad y colaboración de todas las partes involucradas.

La carta de intención del proyecto se recibió a finales de octubre. Se mantuvieron debates contractuales finales, y se firmó el contrato a finales de noviembre.

■ Despliegue de Nile Vision

Un proyecto como Nile Vision requiere disponer de una fuerte organización con los recursos necesarios para llevar a cabo el contrato. Se definieron las etapas de despliegue con Telecom Egypt según sus prioridades, con el fin de asegurar la implantación. Las principales fases incluían un proyecto piloto, seguido por una fase 1 (1997-2000) y una fase 2 (2000-2002).

■ Comprender las Necesidades del Cliente

Fuerte asociación con Telecom Egypt

Iniciar desde cero este ambicioso proyecto, basado en nuevos conceptos, no era ni mucho menos sencillo. Una de las dificultades fue formalizar los enlaces entre el cliente y Alcatel y crear una metodología que asegurase, a todos los participantes fuera cual fuera su nivel, la resolución de todos los problemas relacionados con el proyecto. Esto incluía buscar personal motivado en Telecom Egypt y Alcatel que pudiera

gestionar y crear una atmósfera de trabajo entusiasta. El reto se afrontó y resolvió de tres maneras:

- Aprovechando la buena voluntad y espíritu creado durante los 20 años de trabajo conjunto con Telecom Egypt.
- Al principio, se trajeron herramientas de proyectos para ayudar a la dirección del proyecto.
- Poniendo en práctica procesos de toma de decisiones que permitieran tratar y resolver simultáneamente los problemas a cualquier nivel de ambas organizaciones.

Más tarde, se firmó un acuerdo de cooperación entre Telecom Egypt y Alcatel. El acuerdo, que se preparó en todos los niveles, incluía los siguientes aspectos:

- Definición de una solución global para la modernización y expansión de las zonas de Alejandría y del Delta, incluyendo prioridades de implementación.
- Soluciones detalladas para el equipo de conmutación, los sistemas de transmisión entre centrales, y actualización de las redes de acceso, empleando la infraestructura existente y ofreciendo una combinación de las tecnologías de cobre tradicional y de las más avanzadas tales como FITL (fibra en el bucle) y RITL (radio en el bucle).
- Planificación, pre-ingeniería y gestión de proyectos para asegurar que el plan integrado pudiera realizarse a tiempo.
- Entrenamiento del personal a todos los niveles de Telecom Egypt para transferir el necesario conocimiento: un factor clave en la mejora de la especialización del operador.

El acuerdo de cooperación se basó en una referencia técnica que definía el ámbito global de trabajo. Telecom Egypt y Alcatel asumían la evolución de la red de telecomunicaciones egipcia durante los cinco años siguientes.

Cómo elimina Nile Vision los cuellos de botella

Telecom Egypt expuso su interés en las prestaciones y en el aprovisionamiento

Administraciones	1997	2002	Crecimiento para Alcatel
Alex and North Coast	624000	1217250	593250
Badrashain	38460	87000	48540
Bouheira	134900	274200	139300
Daquelaya	264300	527400	263100
Garbeya (Mahalla)	66600	134600	68000
Garbeya (Tanta)	149400	286200	136800
Kafr	114700	221200	106500
Menoufia	168400	349400	181000
Qualyoubia	76600	162600	86000
Sharqueya	200468	425100	224632
Total	1837828	3684950	1847122

Tabla 1 - Previsión de la demanda de líneas de abonados entre 1997 y el 2002

de servicios en su red ya existente. Además del programa de expansión de la red diseñado para proporcionar una red moderna que debería asegurar los ingresos de Telecom Egypt, hubo que considerar tres importantes objetivos estratégicos:

- Mejora en el número de llamadas completadas.

- Reducción del número de cuellos de botella en la infraestructura de la red.
- Ofrecer las mismas facilidades y servicios a todos los abonados, independientemente de su localización.

Alcatel realizó un seguimiento con el que identificó los siguientes problemas:

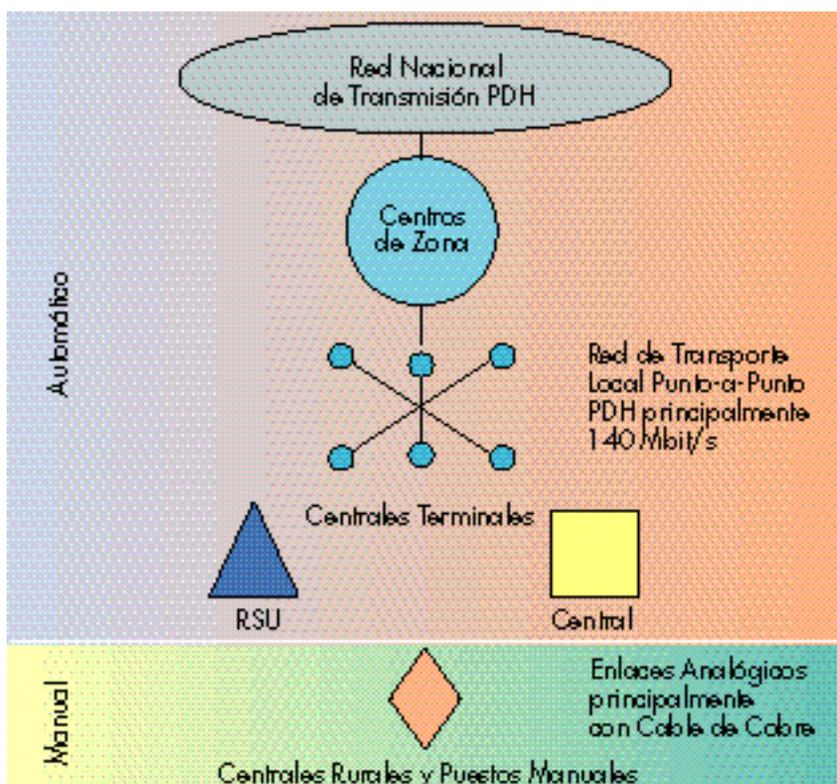


Figura 1 - Actual arquitectura de red para cada Administración

- El bajo número de llamadas completadas era debido a una falta de circuitos en la red de transmisión nacional.
- Había un número limitado de circuitos y líneas en las ciudades conectando a las centrales rurales con sus centros de grupo (centrales hosts).
- Capacidad limitada y/o pobre condición de la planta externa (cableado) en algunas partes de las centrales.
- Servicio manual o semiautomático en la mayoría de las zonas rurales.

Además, Alcatel desarrolló un método "todo en uno" para entregar líneas preparadas para el servicio, en lugar de partes de una red. Así, Telecom Egypt pudo comenzar a rentabilizar inmediatamente sus inversiones, reduciendo el número de abonados de sus listas de espera.

Se consideraron las siguientes líneas maestras en el proyecto:

- Definición de una arquitectura de red de conmutación coherente y evolutiva, basada en conmutadores digitales y centrales rurales, que ofrecen el mismo servicio a los abonados por toda la red.
- Despliegue de tecnología SDH (Jerarquía Digital Síncrona) en la red de transmisión regional y reubicación del existente equipamiento PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) en la red de transmisión local.
- Las soluciones convencionales de acceso, basadas en cobre, se complementan con RITL en las zonas donde la topografía local hace difícil el despliegue de cables, por ejemplo, en algunas islas del Nilo.
- Puesta en marcha de proyectos piloto para demostración de Red Inteligente, de nuevas facilidades, etc., que permitiesen evaluar a Telecom Egypt los servicios propuestos y estudiar las acciones de marketing que serían necesarias para lanzar estas facilidades mejoradas, antes de su despliegue a gran escala.

Evolución hacia una arquitectura de red integrada

El principal objetivo de Nile Vision es ofrecer a Telecom Egypt un método to-

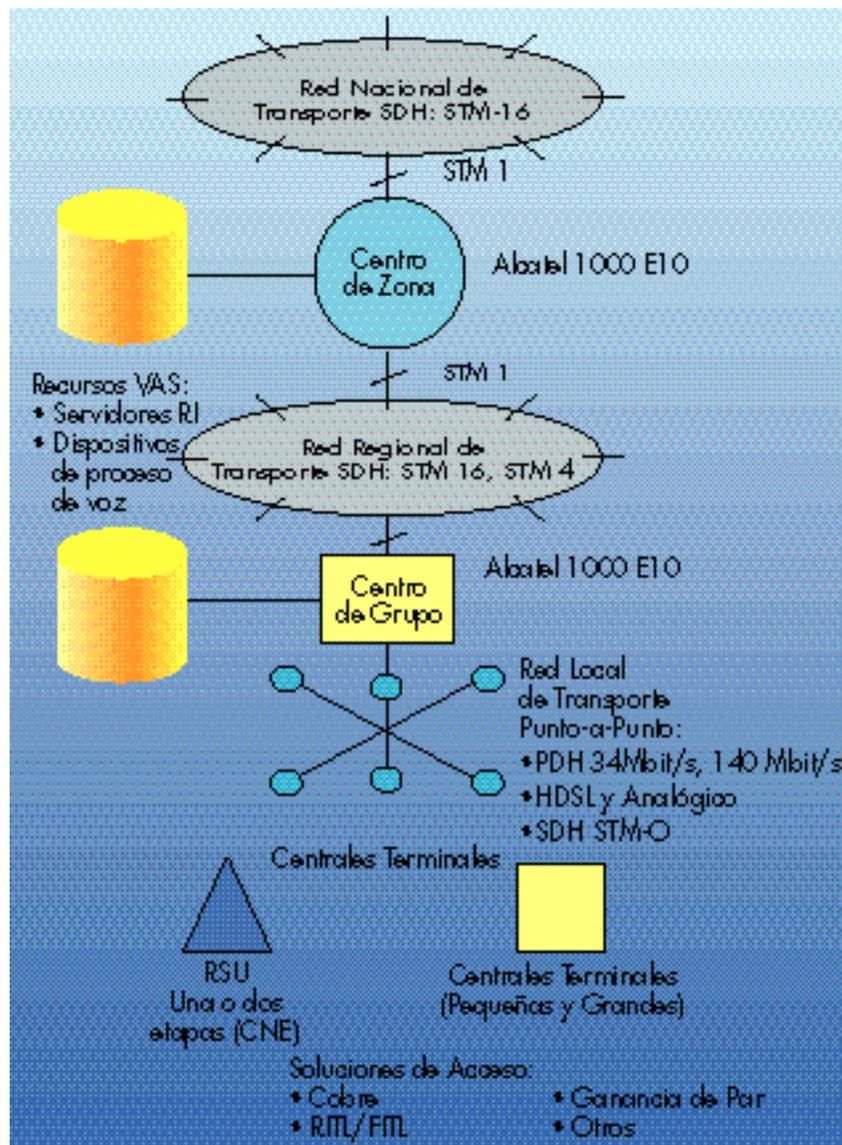


Figura 2 - Arquitectura de red propuesta

do en uno basado en soluciones óptimas en los campos de:

- conmutación
- transmisión
- acceso
- operaciones y mantenimiento.

La red de Telecom Egypt está organizada en torno a las divisiones administrativas nacionales en 26 gobiernos (regiones administrativas de Egipto), diez de los cuales se encuentran en la zona cubierta por el proyecto Nile Vision de Alcatel. La **Tabla 1** resume la actual demanda y la prevista por cada gobierno al final del plan quinquenal de ampliación en el año 2002.

La red de telecomunicaciones consta de tres niveles:

- Nivel nacional: centrales de tránsito y facilidades de transporte troncales que interconectan los gobiernos.
- Nivel regional: un centro zonal (central local que conecta varios centros de grupos) y facilidades de transporte.
- Nivel local: unidades de abonados remotos y centrales rurales, junto a redes de acceso.

La **Figura 1** muestra la actual arquitectura de red para cada gobierno, la cual se consideró como punto de arranque para el diseño de la red.

La **Figura 2** ilustra la arquitectura de red propuesta para Nile Vision. Esta moderna infraestructura consta de:

- Dos niveles de equipo de conmutación, reubicando las unidades de abonado remotos existentes a zonas rurales.
- Una red de transmisión SDH completa entre centrales digitales.
- Gama de soluciones de acceso personalizadas para las necesidades locales.

El diseño de red propuesto se compone de:

- Conmutación: Centrales digitales Alcatel 1000 E10. Unidades de abonado remotos.
- Transmisión: Anillos SDH (STM-16, STM-4) basados en la gama de productos 16 xx SM. Red de transporte local PDH (gama de productos 16 xx FL) / HDSL (Línea de abonado digital de alta velocidad - 1512PL) para conexiones con centrales rurales.
- Acceso: Red óptica de fibra y cable convencional. Sistema de radio en el bucle local inalámbrico y punto-a-multipunto modular Alcatel 9800 con conexiones de abonado DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications).
- Gestión de red: Serie Alcatel 1300 para gestión de transmisión y conmutación. Sistema de operaciones y mantenimiento Alcatel 9800 para acceso radio.

■ Gestión del Proyecto Nile Vision

Para asegurar que el proyecto Nile Vision se realizase suavemente, se creó una poderosa organización de gestión del mismo al comienzo del contrato (**Figura 3**). Desde la fase de diseño hasta su puesta en servicio, Nile Vision, de forma similar a otros grandes proyectos de telecomunicaciones, movilizará todas las partes involucradas y se centrará en una meta común: la realización con éxito de los siguientes objetivos del proyecto:

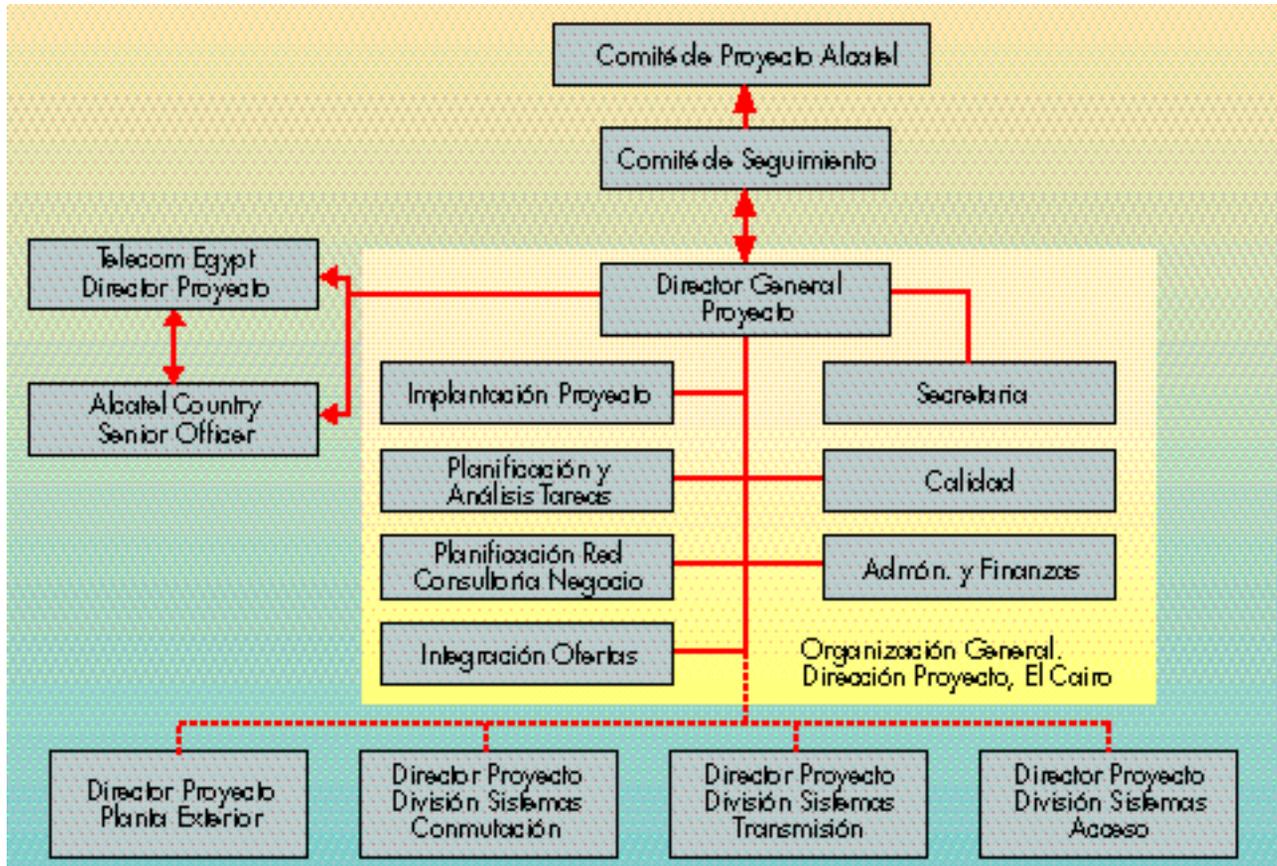
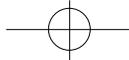


Figura 3 - Organización de la gestión del proyecto



Foto 3 - Empalme de cables en severas condiciones ambientales

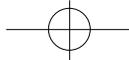
- cumplir el plan de entrega;
- proporcionar a Telecom Egypt servicios de alta calidad.

Las partes involucradas en el proyecto son Telecom Egypt y sus representantes, Alcatel (personal técnico, operativo y administrativo) y diferentes suministradores y subcontratistas. Para cimentar la relación entre las partes y para asegurar la máxima cooperación, Alcatel creó un equipo de gestión del proyecto. Uno de sus objetivos fue organizar eficazmente la comunicación interna y la interface con Telecom Egypt.

Este equipo está bajo la dirección del director general del proyecto, que es el enlace con Telecom Egypt para este proyecto.

Basándose en los requisitos expuestos por Telecom Egypt, y en línea con la solución técnica ofertada por Alcatel, el equipo de gestión del proyecto es responsable de:

- Traspasar la responsabilidad de las partes completadas de la red a Telecom Egypt.



- Organizar el proyecto en sus líneas técnicas y geográficas.
- Gestionar la implantación del proyecto, creando un plan global de gestión del mismo.
- Mantener informado a Telecom Egypt del progreso y finalización de las principales etapas.
- Definir la planificación sobre la base de las etapas y límites requeridos por Telecom Egypt.
- Coordinar las acciones de todos los que trabajan en el proyecto.
- Controlar la calidad y tiempos de entrega.
- Definir el resto de las fases 1 y 2, permitiendo a las Alcatel Business Divisions preparar los acuerdos detallados de cada fase, con el fin de alimentar el contrato marco.

Se emplean técnicas de procesos de datos de forma masiva para mejorar el proceso de toma de decisiones, la calidad de la gestión, el seguimiento y previsiones del proyecto, los informes y el control.

■ Conclusión

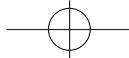
Cuando Telecom Egypt lanzó una ambiciosa iniciativa para ampliar su red de telecomunicaciones, hubo algunas dudas sobre si el proyecto se podría completar dentro del plan quinquenal. Sin embargo, valorando las necesidades reales del operador y el estado actual de la infraestructura de telecomunicaciones egipcia, fue posible idear una solución flexible y moderna que ofreciese una gradual transición desde la telefonía tradicional a la

provisión de servicios avanzados. Hoy, Nile Vision es una realidad que ayudará a Egipto a mejorar sus facilidades de comunicación vitales.

J. M. Magral es Director General de Proyecto a cargo del proyecto Nile Vision en El Cairo, Egipto

V. Nesci es CSO (Country Senior Officer) y KAM (Key Account Manager) para Telecom Egypt en El Cairo, Egipto.

M. Samborski es Jefe de Proyecto en la división Alcatel Network Integration, París, Francia, donde está a cargo de la coordinación de los proyectos multi-Business Division, principalmente en África y Oriente Medio



LA MODERNIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA DE LETONIA

S. E. DIPPNER

Durante la integración de modernos sistemas digitales de telecomunicaciones en la red de Letonia, se superaron numerosos desafíos.

■ Introducción

Letonia, el mediano de los tres estados bálticos, tiene una población de 2,7 millones de habitantes. Después de su independencia de la Unión Soviética en 1991, el Gobierno de la República de Letonia comprendió que la red telefónica del país necesitaba ser mejorada. Aunque la densidad telefónica de Letonia, de aproximadamente el 27%, era una de las más altas en la desaparecida Unión Soviética, su acceso al mundo estaba limitado a unos pocos enlaces vía Moscú. El equipo de la red era viejo, estaba en mal estado y necesitado de mantenimiento.

Estaba claro que urgía realizar una inversión importante para transformar la red telefónica en una red moderna más acorde con los estándares actuales. Una pequeña central digital local (en alquiler) había sido instalada para proporcionar acceso internacional (vía Suecia) a algunos abonados comerciales y gubernamentales de Riga. Sin embargo, se consideraba que ésta era una solución parcial dirigida a aliviar algo la presión, pero que no resolvía el problema fundamental.

Oferta internacional para seleccionar a un socio

En 1993, el Ministerio de Transportes anunció su deseo de introducir a un importante operador extranjero como socio, a partes iguales, de la operadora nacional de telecomunicaciones, Lattelekom, la cual había sido registrada como una compañía para facilitar su ya prevista privatización. Después de un proceso de pre-calificación, se invitaron a seis operadores extranjeros para que ofertaran por el 49% de las acciones. Las ofertas te-

nían que incluir soluciones técnicas para la perentoria revisión de la red, así como para el suministro de equipamiento digital durante los primeros tres años de construcción.

Se presentaron dos ofertas en respuesta a la Invitación para Ofertas de Letonia: una de Hansa Tel, una compañía formada por Deutsche Telekom y Telia y, una segunda, de Tilts Communications, una compañía compuesta por Cable & Wireless (70%) y Telecom Finland (30%).

Antes de presentar su oferta, Cable & Wireless, en representación de Tilts Communications, solicitó a un número de suministradores, incluido Alcatel, la presentación de ofertas para el suministro del equipo necesario para el proyecto. Tilts Communications ganó el concurso y Alcatel fue seleccionado como el suministrador principal.

■ El Proyecto

A la subsidiaria noruega de Alcatel se le confió la tarea de la ingeniería, entrega, instalación y puesta en servicio de las centrales de conmutación, teléfonos de pago y equipos relacionados:

- una central de tránsito internacional con 4.000 enlaces;
- once centrales locales con 240.000 líneas incluyendo cuatro centros de tránsito nacionales integrados, suministradores de alimentación de 48V, y repartidores principales y digitales;
- cuatro centros de servicio de red;
- centros de asistencia de operadoras para llamadas nacionales e internacionales;



Foto 1 - Cabina telefónica de Lattelekom

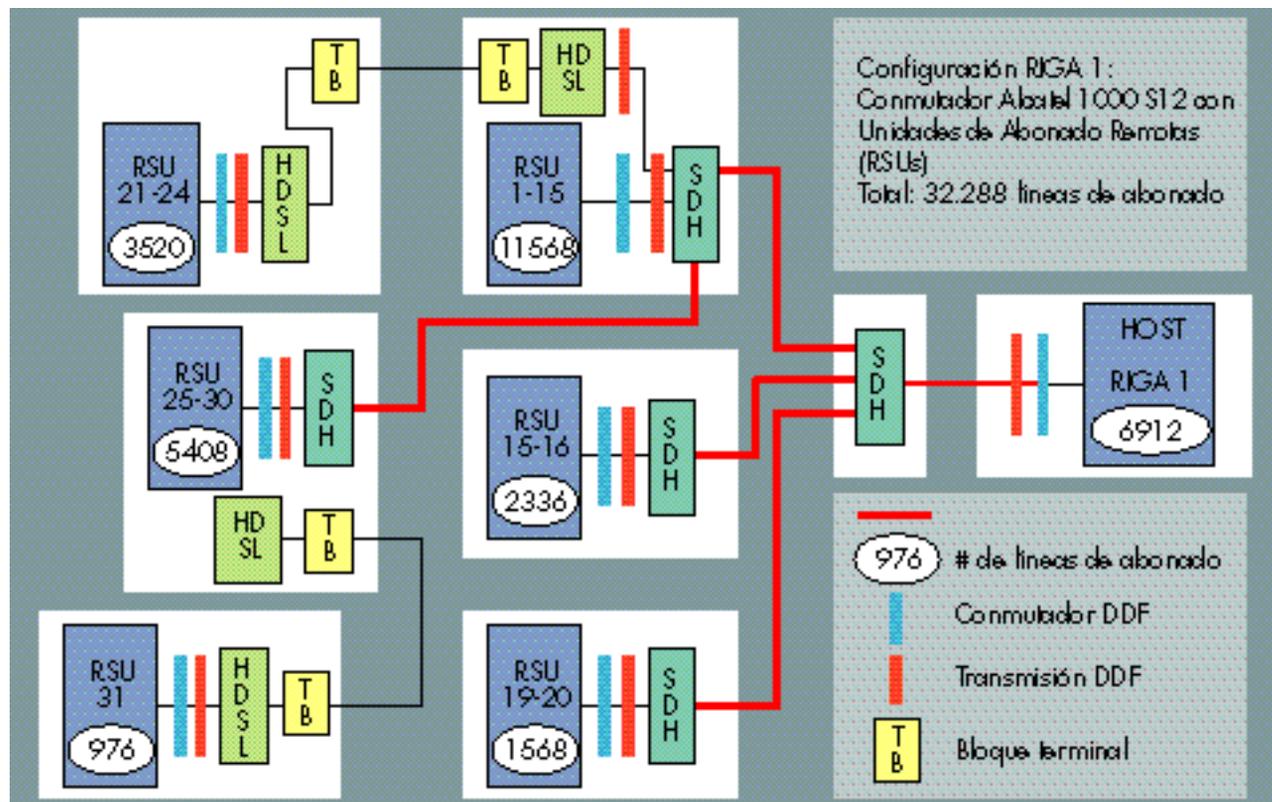


Figura 1 - Conexiones RSU a la central Riga 1

- 500 teléfonos de moneda con un centro de gestión;
- 7.000 teléfonos de tarjeta con centros de gestión;
- multiplexores para las interfaces con las centrales ya existentes.

Todas las centrales locales, de tránsito e internacionales de tránsito, están basadas en el sistema de conmutación digital Alcatel 1000 S12. El software suministrado fue el correspondiente a la última versión del Paquete de Europa del Este, que incluye un rango de interfaces de señalización del tipo Soviet, junto con un extenso repertorio de facilidades avanzadas.

Solución de red totalmente integrada

En vez de utilizar el más sencillo enfoque de construir una red superpuesta, los ingenieros de Cable & Wireless especificaron una red homogénea, con la integración total de los nuevos conmutadores digitales Alcatel 1000 S12 y la red existente con sus conmutadores Soviet de distintos tipos y antigüedad. Esta vía representaba un mayor desafío para el suministrador y el sistema de conmutación, pero proporcionaba una solución

mucho mejor para los abonados de Lattelekom. Como resultado de ello, rápidamente fue posible para todos los abonados, incluyendo aquellos conectados a las antiguas centrales, el acceso a la red internacional a través de las nuevas centrales digitales de tránsito nacionales e internacionales.

Por ejemplo, la primera central combinada local y de tránsito, Riga1, fue suministrada con conexiones de enlaces directos a más de 20 centrales existentes de diferentes tipos y utilizando diferentes interfaces de señalización (Figura 1).

Unidades de abonados remotas

Cuando se firmó el contrato, se estipuló que alrededor del 50% de todos los abonados estarían tratados por Unidades de Abonados Remotas (RSUs). En la práctica, el porcentaje de líneas equipadas con la utilización de las RSUs fue incluso mayor del 50%. Consecuentemente, la mayoría de los conmutadores tienen menos líneas de abonado conectadas directamente que las RSUs. Las capacidades de distintos emplazamientos de RSUs varían desde 500 hasta 15.000 líneas.

Una ventaja añadida de las RSUs suministradas por Alcatel es la de que sus líneas pue-

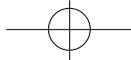
den ser analógicas y/o de Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), simplemente equipando las placas de circuitos de línea apropiadas. Hasta la fecha, más de 50 emplazamientos de RSUs han sido desplegados en Letonia, como se ilustra en la Figura 2.

Interfaces de señalización tipo Soviet

El contrato especificaba distintos tipos de sistemas de señalización, incluyendo el SS7 para los enlaces internacionales, así como los enlaces entre los conmutadores Alcatel 1000 S12 suministrados bajo contrato.

Diferentes sistemas de señalización tipo Soviet tuvieron que ser utilizados para la intercomunicación con los conmutadores ya existentes en la red. No estuvieron disponibles especificaciones técnicas detalladas de algunos sistemas de señalización, por lo que los ingenieros de Alcatel tuvieron que realizar las medidas oportunas en esas centrales antiguas para poder reconstruir y documentar los esquemas.

La disponibilidad de las interfaces de señalización apropiadas fue de primordial importancia ya que, en caso contrario, Lattelekom hubiera tenido que reemplazar enormes cantidades de equipo o confor-



marse con una solución de superposición en la red de conmutación. La disponibilidad de esas interfaces de señalización es uno de los puntos fuertes del sistema de conmutación Alcatel 1000 S12. Los multiplexores de acceso Alcatel1511 fueron utilizados para proporcionar enlaces analógicos con distintos esquemas de señalización analógica.

Los viernes a las diez en punto

Las fechas de entrega para cada uno de los conmutadores Alcatel1000 S12 (aceptados) fueron establecidas para los Viernes a las diez en punto de la mañana. Alcatel entregó con éxito cada conmutador a la hora exacta y en las fechas acordadas.

Una Relación de Compañerismo

El entorno del proyecto y la complejidad de la red requirió una estrecha relación de trabajo entre ambas partes, ya que era un imperativo la superación de los desafíos conforme iban surgiendo con el fin de mantener el proyecto avanzando sin brusquedades.

Algunos ejemplos de las situaciones en las cuales este espíritu de cooperación demostró ser importante son los siguientes:

- En dos ocasiones, mientras el equipo de conmutación estaba siendo fabricado, se tomó la decisión de instalarlo en diferentes edificios, por lo que fue necesario modificar la planificación de la planta, su cableado, etc. A pesar de esos cambios, en ambos casos, los conmutadores fueron entregados en las fechas previstas.
- Casi invariablemente, las centrales ya existentes no cumplían con los parámetros de las especificaciones de señalización contractuales o medidas, las cuales variaron de ruta a ruta. En estos casos, de acuerdo con el cliente, los ingenieros de campo de Alcatel resolvieron los problemas por medio del ajuste de los parámetros de señalización en los conmutadores Alcatel 1000 S12. La alternativa de ajustar las antiguas centrales para cumplir las especificaciones hubiera resultado muy costosa para Lattelekom y habría retrasado significativamente el proyecto.
- Surgió un nuevo requisito de señalización cuando se pidió la instalación de un conmutador en la ciudad de Cesis. Era necesario un esquema de señalización totalmente nuevo para poder reemplazar un antiguo conmutador. Después de estudiar los requisitos, la División de sistemas de Conmutación de Alcatel reunió a un grupo de ingenieros expertos de diferentes centros de diseño y desarrollaron el sistema de señalización requerido por el Alca-

tel 1000 S12. No hubo pérdida de tiempo y los ingenieros apropiados fueron rápidamente asignados a este trabajo.

- En la ciudad de Ventpils, Lattelekom había decidido instalar el conmutador en el antiguo edificio de Correos que fue construido en el siglo dieciocho. El equipo de conmutación no creó ningún problema, pero la estructura del edificio con más de 200 años no podía soportar la batería cuyo peso era de 3 toneladas. El problema fue resuelto por el equipo de instalaciones de Alcatel reforzando el edificio lo suficiente para poder soportar la batería.
- Un desafío inesperado surgió cuando Bill Clinton, Presidente de los Estados Unidos de América, visitó Letonia casi de improviso, ya que la red telefónica existente no podía hacer frente al volumen de tráfico internacional que generaría su séquito y los periodistas acompañantes. Alcatel resolvió el problema poniendo temporalmente en servicio la central de tránsito internacional con más de dos meses de antelación a la fecha programada para su entrega.

Estos son unos cuentos ejemplos de los muchos desafíos a los que hubo que hacer frente y resolver durante la realización del proyecto y a los que Alcatel proporcionó un soporte continuado.

Gestión del Proyecto

La modernización de la red de conmutación de Letonia mediante la integración de conmutadores digitales avanzados no fue, desde ningún punto de vista, una tarea rutinaria. Como consecuencia, el contrato especificaba una gestión de proyecto más extensa de lo normal. Un director de proyecto con dedicación total para Letonia fue nombrado en Alcatel Noruega, y un Gestor de Proyecto, en el propio país, fue asignado a Riga. Se estableció una organización de proyecto completa con personal de los departamentos de calidad, ingeniería, logística, instalaciones y comercial. Igualmente, Cable & Wireless, que gestionaba el proyecto en nombre de Tilts Communications, nombró un director de proyecto y un gestor de proyecto para la interface con los responsables correspondientes en Alcatel.

Una suborganización separada, reportando al Gestor del Proyecto en el propio

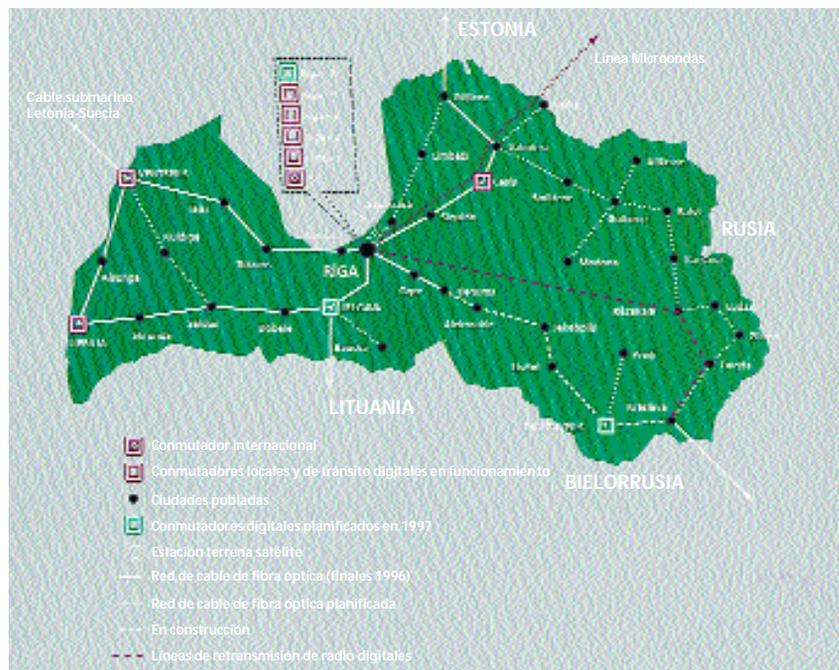


Figura 2 - Despliegue de RSUs en la red letona

país, fue establecida para la supervisión de la instalación de los teléfonos de moneda y de tarjetas. Esta parte del proyecto era logísticamente muy laboriosa, sobre todo por el gran número de lugares, tanto interiores como exteriores, en donde tenían que instalarse los teléfonos.

Se demostró que la organización del proyecto fue muy eficaz y la solución de los obstáculos fue, en general, lo suficientemente rápida como para que no se transformaran en problemas mayores.

Teléfonos de moneda y de tarjeta

Los teléfonos de moneda y tarjeta fueron entregados e instalados por Alcatel en cabinas telefónicas y en el interior de edificios proporcionados por Lattelekom. Se encontraron algunos problemas al comienzo del proyecto, pero fueron solucionados rápidamente por los ingenieros de Alcatel. La amplia variedad de monedas y su falta de precisión creó ciertos escollos iniciales con los teléfonos de moneda. Los teléfonos de tarjeta, por otro lado, fueron afectados por numerosos nuevos procedimientos de fraude contra los cuales los ingenieros de Alcatel tuvieron que desarrollar los sistemas apropiados. Un desafío adicional fue el duro clima invernal que creó dificultades para Lattelekom.

Los teléfonos de tarjeta se volvieron rápidamente muy populares. Muchos letones no tenían teléfono instalado en sus hogares y los modernos teléfonos de tarjeta proporcionan una calidad de voz muy superior, ofreciendo también al público la novedad de la marcación por teclado.

Formación

El contrato incluía un entrenamiento extensivo para el personal de Lattelekom y de Cable & Wireless. Se mantuvieron cursos en Letonia y en el extranjero para proporcionar formación en la operación y mantenimiento de todos los equipos suministrados. Un número significativo de ingenieros de Lattelekom asistió a los cursos sobre el hardware y el software del Alcatel 1000 S12; un grupo de ellos asistió también a un curso para especialistas en el Alcatel 1000 S12. Alcatel se dio cuenta rápidamente de que los ingenieros de Lattelekom poseían unos profundos fundamentos técnicos. Sin em-

bargo, el entrenamiento sobre los nuevos productos era de especial importancia.

Actividades de Alcatel en Letonia

Riga era un centro de competencia para las telecomunicaciones durante la era soviética y, por consiguiente, Letonia tenía muchos ingenieros con experiencia en telecomunicaciones. Esto facilitó el establecimiento del apoyo local para los productos de Alcatel, más rápidamente de lo que hubiera sido necesario en otros países. Alcatel Baltics Sia se estableció en Letonia en 1994. Durante los últimos años, esta compañía ha conseguido una capacidad competitiva elevada en los productos hardware y software que se suministran en Letonia. Hoy día, Alcatel Baltics emplea alrededor de 75 personas, situadas principalmente en Letonia.

Instalación y puesta en servicio

Inicialmente, la instalación del equipamiento fue llevada a cabo por equipos mixtos de letones y de otros países. Actualmente, todo el trabajo de instalación se realiza por los empleados locales de Alcatel Baltics, los cuales trabajan con estándares de nivel mundial. Las pruebas y puestas en servicio son llevadas a cabo predominantemente por el personal local de Alcatel Baltics, con la ayuda de otros expertos si es necesario.

Los cables para el sistema de conmutación Alcatel 1000 S12 se ensamblan y se prueban en Riga por el personal de Alcatel Baltics.

SopORTE de las operaciones

Ingenieros letones experimentados proporcionan un servicio de apoyo a Lattelekom durante las 24 horas del día. Los centros de servicio para los teléfonos de pago, los sistemas de alimentación, multiplexores y los conmutadores Alcatel 1000 S12 se han implantado bajo el paraguas de Alcatel Baltics.

En el caso del Alcatel1000S12, el centro de servicio está equipado con diez terminales remotos desde los que los ingenieros de Alcatel Baltics pueden acceder a los conmutadores de Lattelekom. De esta manera, ellos pueden proporcionar soporte al personal de operaciones y mantenimiento de Lattelekom, emitir diagnósticos

y realizar todas las correcciones necesarias. El centro de servicio del Alcatel 1000 S12 en Riga está soportado por los centros de Alcatel en Oslo y Amberes.

Estado Actual

Existe un acuerdo general acerca de que la introducción de los conmutadores digitales de Alcatel en la red de Lattelekom, aunque laboriosa, ha cumplido finalmente con todas las expectativas. Los conmutadores Alcatel 1000 S12 están provistos de los servicios RDSI, permitiendo a Lattelekom la posibilidad de ofrecer a sus abonados servicios RDSI tanto de acceso básico como de acceso primario.

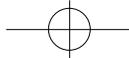
Una enmienda del contrato redujo el número de teléfonos de tarjeta, pero aumentó el número de líneas de abonado de Alcatel 1000 S12 que tenían que ser suministradas desde las 240.000 iniciales a casi 330.000. El contrato está firmado directamente con Lattelekom quien es totalmente responsable del diseño y de la extensión de la red.

Para mejorar el rendimiento de su sistema de facturación, Lattelekom ha pedido recientemente a Alcatel el suministro de un dispositivo de mediación de facturación avanzada, conocido como el sistema Alcatel Alma RECO.

Letonia ha alcanzado un desarrollo enorme desde los años en los que Alcatel se estableció en el país. Las infraestructuras han mejorado y una variedad de negocios y compañías internacionales se han establecido en su territorio. Hace cuatro años Alcatel estaba casi sola. Hoy, existe un gran número de grupos internacionales que tienen oficinas o filiales en Riga. No existe ninguna duda que la modernización de la red de telecomunicaciones era un factor fundamental para atraer a estas compañías.

El ejemplo descrito en este artículo muestra, por un lado, cómo Alcatel ha ayudado a desarrollar la infraestructura de la telecomunicación en la República de Letonia y, también, cómo unas telecomunicaciones eficaces ayudan a desarrollar esta parte del mundo.

S. E. Dippner es General Manager Europe, Export and Joint Ventures, en Alcatel's Switching Systems Division, en Oslo, Noruega.



EL DESPLIEGUE DEL ACCESO RADIO EN SUDÁFRICA

J. A. GARCIA SANCHEZ

El proyecto de acceso radio Alcatel 9800 llevará los servicios de telecomunicaciones a áreas sin servicio de Sudáfrica.

■ Introducción

En noviembre de 1995, el Gobierno Sudafricano en un Libro Blanco sobre Política de Telecomunicaciones, estableció un nuevo marco político que llevó a la primera fase del proyecto "1 Millón de Líneas". Se analizaron diferentes soluciones basadas sobre cobre, fibra y tecnologías de radio, en diferentes escenarios de campo, para evaluar su viabilidad y para proporcionar servicios de telecomunicaciones rentables.

Aunque las consideraciones económicas jugaron un papel importante en estas comparaciones, otros factores influyeron fuertemente en la decisión final. Durante muchos años, el operador de telecomunicaciones sudafricano Telkom ha contemplado con cierta consternación la proliferación de productos basados en el cobre. En octubre de 1996, la mayoría de la región de East Rand se quedó fuera de servicio cuando unos ladrones robaron cientos de metros de cable de cobre telefónico, dejando a más de 200.000 abonados sin servicio telefónico durante más de 14 horas. Este robo forzó a Telkom a adelantar sus planes para la instalación de fibra óptica y la incorporación de nuevas tecnologías, tales como telefonía por microondas y radio. Sin embargo, robos posteriores incluyeron el cable de fibra óptica por el interés de su revestimiento de kevlar. (El kevlar es una fibra muy resistente que se utiliza en la fabricación de chalecos antibalas).

■ El Proyecto Radio Kranskop de Telkom

El proyecto radio Kranskop de Telkom nació con el nombre de proyecto "1 Millón de Líneas"

concluida su segunda fase. El robo de los cables de cobre fue probablemente un factor fundamental en la decisión de elegir la solución del Bucle Local Radio (WLL).

Se solicitó a cuatro suministradores de WLL el establecimiento de sistemas de pruebas de campo que demostraran la capacidad de la tecnología Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) para el suministro de servicios de telefonía básica a abonados de diferentes entornos.

La solución propuesta por Alcatel para Kranskop estaba basada en el uso combinado de Punto-a-Multipunto (PMP) y tecnologías de DECT en áreas rurales, usando la familia de sistemas de acceso radio Alcatel 9800. El sistema de pruebas constaba de un conmutador controlador de estaciones base, una estación central de radio, 17 terminales remotos de radio, 34 estaciones base DECT y 500 terminaciones de red DECT de la primera generación. Se utilizaron pares trenzados de cobre para interconectar el con-



Foto 1 - RST instalada en Kranskop.

mutador controlador de las estaciones base y la central local.

Telkom deseaba ofrecer a los abonados servicios Plain Old Telephone Service (POTS) y de facsímil; los teléfonos públicos de pago también jugaban un papel importante en el proyecto. El despliegue de la red comenzó en agosto de 1996 y finalizó en enero de 1997. Las pruebas de campo siguieron casi inmediatamente. Actualmente, el proyecto está en marcha y el operador ya ha pedido e instalado extensiones al sistema inicial para proporcionar servicios a nuevos abonados.

■ La Oferta Telkom

En el mes de mayo de 1997, después de la finalización de las pruebas de campo, Telkom requirió la presentación de una oferta abierta para el suministro de 300.000 líneas urbanas y 120.000 líneas rurales, en dos años. El contrato incluía el suministro del equipo, planificación de radio e ingeniería del proyecto, instalación y puesta en servicio, convirtiéndose en el mayor contrato de acceso radio del mundo. El plazo requerido por la operadora para la presentación de las ofertas fue de sólo tres semanas.

En julio de 1997, Telkom confirmó que usaría tecnología DECT, en parte para acelerar el despliegue de la red en las áreas rurales más pobres y, en parte, porque los ladrones seguían apoderándose de los cables del teléfono.

Alcatel Altech Telecoms fue seleccionada, como uno de los dos suministradores, para la entrega de más de la mitad de las líneas del ambicioso proyecto de Telkom para desplegar 420.000 líneas durante los próximos dos años. Una gran parte del trabajo se

subcontratará a las compañías locales. Sistemas autónomos DECT serán desplegados principalmente en áreas urbanas, mientras que se empleará una combinación de las tecnologías DECT y TDMA para cubrir distancias más largas, en regiones remotas con escasa o ninguna infraestructura. La velocidad del despliegue y la necesidad de proporcionar un servicio de telecomunicaciones en áreas orográficas complicadas y sin ninguna infraestructura, han sido factores determinantes que han contribuido a la obtención del contrato por Alcatel.

El despliegue de nuevas líneas forma parte de las promesas incluidas en el programa electoral del partido African National Congress para extender la infraestructura básica, y es un requisito de la licencia otorgada a Telkom. La compañía ha prometido instalar 2,8 millones de líneas hasta el año 2002, incluyendo 360.000 en 1998.

■ Factores Técnicos

La solución de Alcatel Altech Telecoms cumple con todos los requisitos de Telkom. Y lo que es más importante, el cumplimiento de las especificaciones técnicas actuales y futuras ofreciendo la utilización de los productos TDMA+DECT y DECT autónomos. En el año 1996, Alcatel obtuvo la aceptación provisional del producto Alcatel 9800, consiguiéndose la aprobación definitiva en diciembre de 1997. (Los equipos de todas las compañías privadas conectados a la red pública de Telekom, que no sean suministrados por Telkom SA Ltd, tienen que ser aprobados por Telkom Certification Laboratories y obtener la licencia de SATRA, la South African Telecommunications Regulatory Authority.) Otro factor importante fue que la red piloto de Kranskop había sido desplegada eficientemente, incluyendo el suministro de equipo, instalación y puesta en servicio con un funcionamiento satisfactorio.

Alcatel fue capaz de demostrar un enlace WNT-S de 11 Km. utilizando antenas estándar. Por su parte, Telkom estuvo bajo la presión del Gobierno para aceptar el estándar DECT como única solución madura WLL.

Finalmente, Alcatel se comprometió a proporcionar ciertas mejoras de futuro: Perfiles de Acceso Radio (RAP), RDSI, V 5.2, transmisión de datos a 9.600 bit/s, banda DECT extendida y diferentes frecuencias TDMA, así como unidades multiabonado.

■ La Familia Alcatel 9800

La familia Alcatel9800 ofrece un conjunto global de soluciones de acceso radio fijo capaz de proporcionar servicios de telecomunicación de alta calidad en una red troncal a usuarios residenciales y comerciales distribuidos a lo largo de áreas urbanas, suburbanas y escasamente pobladas. La **Tabla 1** resume las ventajas principales y los servicios ofrecidos por la familia Alcatel 9800.

La familia Alcatel 9800 puede configurarse para las aplicaciones siguientes:

- Servicios de POTS y RDSI para usuarios residenciales en áreas urbanas, suburbanas y rurales.
- Servicios de POTS y 2 Mbit/s para usuarios comerciales en áreas urbanas y suburbanas.
- Tráfico punto-a-multipunto desde una central local urbana a ciudades y comunidades pequeñas, recintos industriales, granjas y recintos extendidos sobre áreas extensas.
- Soluciones provisionales que pueden desplegarse rápidamente para proporcionar un servicio, tan pronto como sea requerido por el cliente. También ofrece una solución ideal cuando se requiere sólo un servicio temporal (por ejemplo, durante una semana o un mes).
- Ruta de retorno dinámicamente configurable para redes, tales como las redes microcelulares o WLL.

Beneficios

- Servicios mixtos de telecomunicaciones de alta calidad de banda estrecha y banda ancha.
- Anchura de banda flexible para los abonados.
- Instalación rápida y económica.
- Extensión para la integración de abonados adicionales, barata, rápida y flexible.
- Costes iniciales y permanentes (por ejemplo, mantenimiento) bajos.
- Alta fiabilidad.
- Capacidad modular del sistema.
- Amplia selección de bandas de frecuencia.
- Anchura de banda para los abonados de 32 Kbit/s, 64 Kbit/s, n x 64 Kbit/s, 2 Mbit/s y más elevadas.
- Fácilmente operable

Servicios

- POTs totalmente transparentes a la marcación por disco o DTMF.
- Transmisión de las señales de tarificación, de 12Hz ó 16 Hz, desde la central a los abonados, permitiendo la instalación de teléfonos de moneda, indicadores de tarifas, y contadores de tarificación en la instalación del abonado.
- Soporte de las bandas de voz, datos y facsimil.
- Enlaces analógicos (4-hilos + E & M), con la posibilidad de poder conectarse a terminales de circuitos de datos.
- Enlaces digitales: transporte a 64 Kbit/s (G.703) para los usuarios de datos.
- Velocidad de transmisión de datos baja y media.
- Velocidad baja síncrona a 1.200, 2.400, 4.800, y 19.200 bit/s.
- Velocidad baja de datos asíncrona a 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, y 19.200 bit/s.
- Velocidad media síncrona de 48 y 64 Kbit/s.
- Accesos RDSI de tasa básica y primaria.
- Accesos de retransmisión de tramas.
- Migración a Modo de Transferencia Asíncrono (ATM).
- Interconexión LAN.

Tabla 1 - Ventajas y servicios ofrecidos por la familia Alcatel 9800.

- Funcionamiento en paralelo con una red ya existente, por ejemplo, para proporcionar una red especial para voz y/o comunicación de datos, o como una extensión para aliviar la red de una carga excesiva.

Arquitectura de la familia Alcatel 9800

La familia Alcatel 9800 está basada en un concepto de bloques funcionales, lo que permite su adaptación con facilidad a las necesidades del operador:

Distribución del usuario:

Aislados, grupos esparcidos de abonados, uniformemente distribuidos

Capacidades:

2, 4, y 4x4 Mbit/s

Servicios:

POTs, Voice Band Data (VBD), paquetes de datos, RDSI, nx64 kbit/s y 2 Mbit/s

Frecuencias:

1,5; 1,8; 2,4; 3,5; 10,5 GHz, y otras.

Alcatel puede proporcionar una solución para cualquier escenario de aplicación (residencial, comercial, SOHO, etc.) basada en una combinación de las tecnologías PMP y DECT utilizando diferentes bandas de frecuencias.

Los elementos principales de la familia Alcatel 9800 (**Figura 2**) son los siguientes:

- *Exchange Baseband Station (XBS)*: Estación de interiores situada en la central. Controla la red del Alcatel 9800 y proporciona las interfaces con la central local. La interface de servicio telefónico puede ser de dos hilos analógicos convencionales o de enlace digital de 2Mbit/s con o sin concentración.
- *Estación de Operación y Mantenimiento (OMS)*: Esta es la interface hombre-máquina del sistema. Se utiliza para configurarlo, para pruebas, supervisar el estado del sistema, y para la presentación y análisis de alarmas. En contraste con las soluciones convencionales, este sofisticado sistema está basado en ordenador personal estándar con un monitor de color de alta resolución y un

software especial para proporcionar una interface de gestión de red amigable al usuario. La OMS está conectada a la XBS (remotamente, si es requerido) y la facilidad de multi-red. Una OMS puede gestionar hasta 14 redes Alcatel 9800. La OMS puede integrarse con la plataforma de la Red de Gestión de Telecomunicaciones (TMN) para acceso de Alcatel -Alcatel 1353/Alcatel 1355- a través de una interface del tipo Q3.

- *Estación Central de Radio (RSC)*: Transmite continuamente a las estaciones utilizando Time Division Multiplexing (TDM), y recibe de ellas información discontinua en forma de ráfagas que utilizan Time Division Multiple Access (TDMA). La RSC puede instalarse de manera próxima o remota respecto de la XBS. La interface entre la XBS y la RSC cumple con la Recomendación UIT -T G.703, permitiendo su conexión a diferentes medios convencionales de transmisión (cable de alta capacidad, enlaces de radio, etc.).
- *Estación Terminal de Radio (RST)*: Se encuentra situada remotamente res-

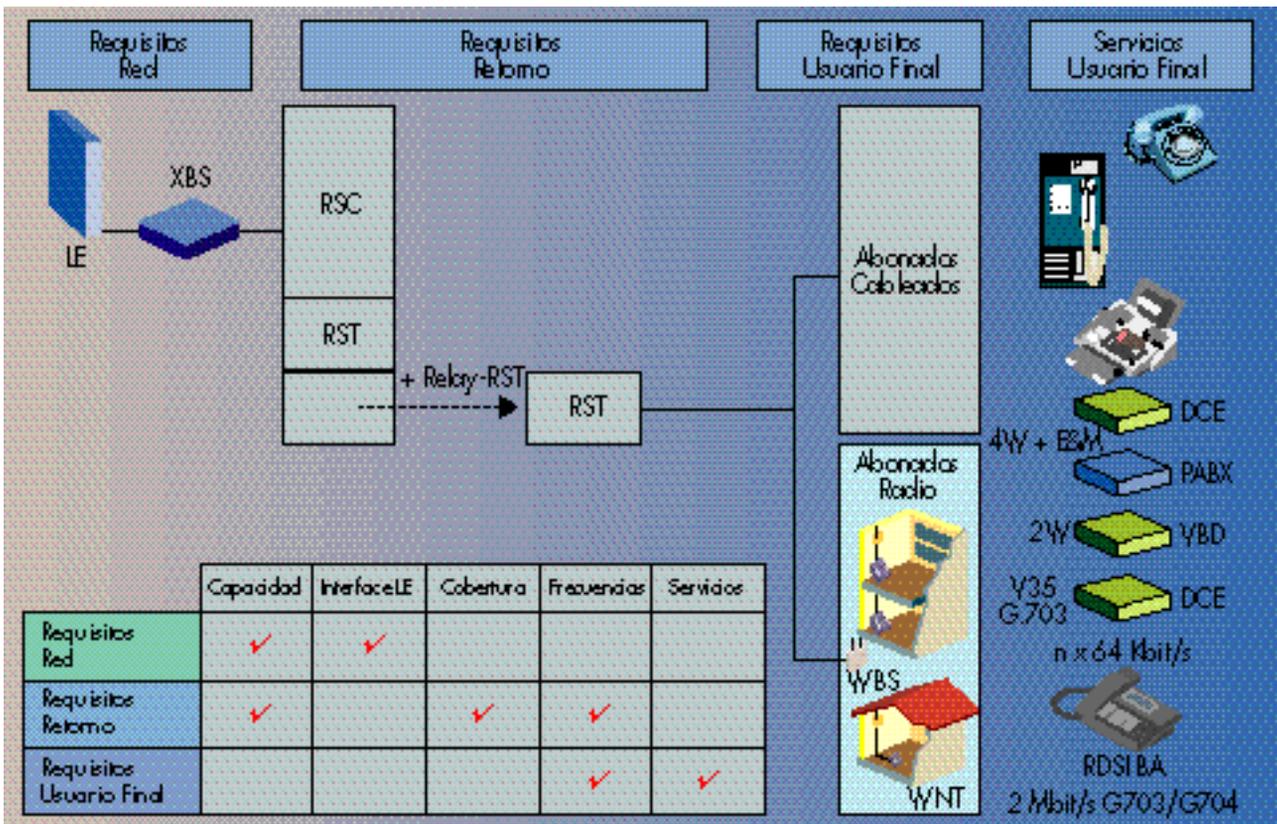


Figura 1 - Componentes principales de la familia de sistemas de acceso radio Alcatel 9800.

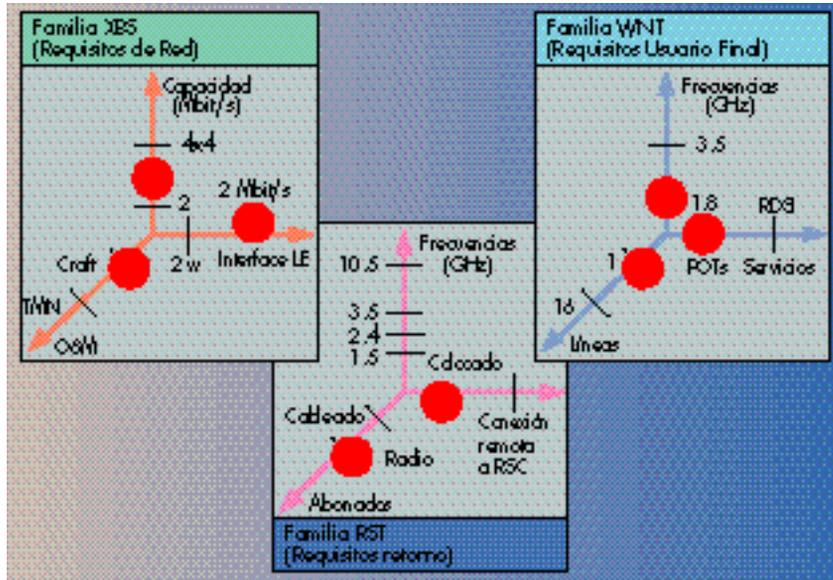


Figura 2 - Aplicación urbana residencial basada en el sistema Alcatel 9800.

pecto a la central y próxima a los abonados. Se conecta a la RSC vía radio TDM/TDMA; proporciona, en particular, acceso a todas las interfaces de los abonados. Un caso especial es el de la Relay-RST que se encuentra equipada con un transmisor adicional, de tal manera que puede funcionar como una estación repetidora. Una Relay-RST se requiere si el camino radio entre la RSC y la RST se encuentra obstruido o la distancia es demasiado grande. Las distancias típicas máximas para los enlaces de radio van de 30 a 40 km. Hasta 16 Relay-RSTs pueden encontrarse en cascada entre la RSC y cualquier RST, con el objetivo de maximizar la cobertura de la red Alcatel 9800. Los abonados pueden conectarse tanto a la RST como a la Relay-RST, por cable o por radio, a través del subsistema radio.

- *El Subsistema Radio (WS)*: El WS conecta los abonados a la estación radio RST utilizando la tecnología DECT (multi-carrier TDM/TDMA time division dúplex radio) para proporcionar servicios fijos. La estación de radio puede estar equipada con una o más Estaciones Base de Radio (WBS), dependiendo del tráfico generado por los abonados. Una Terminación de Red de Radio (WNT) se instala en la instalación del abonado par la conexión de un equipo telefónico convencional, una

maquina de facsímil, o un módem para transmisión de datos.

Una sencilla configuración de bloque multi-edificio puede obtenerse dependiendo de la red, el retorno y los requisitos de usuario final. Como ejemplo, la **Figura 3** muestra una aplicación urbana residencial.

Canales de tráfico y capacidades

Dependiendo de la tasa de bits elegida (64 ó 32 kbit/s), el sistema puede suministrar un número variable de canales de tráfico. Los canales de 32 kbit/s están optimados para servicios de voz que utilicen Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM), mientras que los canales de 64 kbit/s pue-

den ser utilizados para voz, la utilización de Pulse Code Modulation (PCM), o servicios transparentes de datos (64kbit/s o más hacia el abonado). Los servicios disponibles para cada tasa de bits por canal se resumen en la **Tabla 2**.

Las **Tablas 3 y 4** muestran las capacidades de tráfico típicas para los abonados telefónicos, dependiendo del número de canales configurados en el sistema para transmisión de datos, asumiendo un Grado de Servicio (GoS) del 1% y una configuración de 4x4 Mbit/s.

Facilidades

La familia Alcatel 9800 incorpora un amplio número de facilidades de servicio, entre las cuales son especialmente interesantes las siguientes:

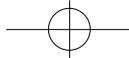
- La RST y la Relay-RST pueden generar una señal de fin-de-comunicación para su uso por los contestadores automáticos.
- La señal de retención desde la central, enviada a través de un cable físico por medio de inversión de polaridad, se utiliza para la liberación diferida. Esta señal evita las falsas tomas de los canales.
- La liberación del canal se retarda hasta la finalización del flujo inicial de pulsos para los contadores de tarificación.
- El sistema incluye el sistema de traza de llamadas maliciosas.

Facilidades de operación

El Alcatel 9800 ofrece un extenso rango de facilidades para asegurar un óptimo funcio-

Canal	32 kbit/s	64 kbit/s
Banda de voz		
Codificación de la conversación	ADPCM UIT-T G.726 Audio 3,1 kHz Grupos de facsímil 2 y 3 Módem (hasta 4,8 kbit/s)	PCM UIT-T G.711 Audio 3,1 kHz Grupos de facsímil 2 y 3 Módem (hasta 4,8 kbit/s)
Servicios transparentes de datos		
Enlace digital		64 kbit/s UIT-T G.703 V.35 N x 64 kbit/s UIT-T G.703 V.36 2 Mbit/s G.703/G.704

Tabla 2 - Servicios de voz y servicios transparentes de datos



Canal	64 kbit/s	32 kbit/s
Número de canales telefónicos	240	480
Tráfico disponible (erlangs)	187,6	412
Abonados:		
100 mE / abonados	1876	4120
70 mE / abonados	2680	5886
50 mE / abonados	3752	8192 *
* Limitado por la capacidad total del sistema		

Tabla 3 - Configuración 4 x 4 Mbit/s del sistema Alcatel 9800 para telefonía

Canal	64 kbit/s	32 kbit/s
Número de canales telefónicos	150	300
Tráfico disponible (erlangs)	142,2	252,9
Abonados:		
100 mE / abonados	1422	2529
70 mE / abonados	2031	3612
50 mE / abonados	2854	5058

Tabla 4 - Configuración 4x4 Mbit/s del sistema Alcatel 9800 para servicios mixtos de telefonía y datos

namiento permanente. Las estaciones más importantes, tales como la XBS, la RSC y la Relay-RST, que sirven a un amplio número de abonados, pueden estar equipadas en una configuración redundante (opción standby). Dependiendo del tipo de estación, el sistema proporciona unidades redundantes de radio, de control y de alimentación. La operación se transfiere a la unidad redundante en "standby" tan pronto como fallan una o más unidades del equipo activo. El cambio es lo suficientemente rápido para garantizar que las llamadas en progreso no son liberadas.

En los bucles largos, áreas urbanas y en otras situaciones en donde las condiciones de propagación son difíciles, la opción de diversidad de la antena espacial puede mejorar mucho el rendimiento del enlace. El Alcatel 9800 también ofrece varias prioridades de acceso al abonado. El acceso al abonado puede configurarse por la OMS considerándolo "bajo petición" o como "circuitos dedicados".

Los canales de conversación en las llamadas entre los abonados conectados a la misma estación (conmutación local o intra-llamadas) se establecen dentro de la estación para ahorrar canales de usuario. El abonado llamante se tarifica en la central local como un abonado normal. La conexión entre la XBS hacia la central y, en sentido contrario, se mantiene abierta durante la duración de la llamada para asegurar una tarificación y condiciones de ocupación correctas. La estación de ra-

dio comunica a la XBS la finalización de la llamada. Una estación de radio puede tratar simultáneamente hasta 30 intra-llamadas.

La opción de rellamada pone al abonado en una cola de espera cuando no hay canales disponibles. El abonado puede entonces colgar, y el sistema lo llamará nuevamente de forma automática cuando se encuentre un canal libre. El tiempo máximo de espera se puede programar por la OMS.

Otras facilidades del Alcatel 9800 incluyen:

- La duración de las llamadas puede limitarse y los canales de usuario están protegidos contra llamadas finalizadas irregularmente.

- Una facilidad opcional de llamada de emergencia permite incluir un código de prioridad en el número de directorio marcado. Si no hubiera ningún canal de usuario disponible, cuando se marca uno de esos números especiales de emergencia (policía, brigada de bomberos, etc.), se liberaría una llamada de baja prioridad con el objeto de proporcionar un canal libre.
- Un conector para un teléfono de servicio cableado está disponible en todas las estaciones.
- En todas las estaciones RSC, Relay-RST y RST, un conector local de O&M se encuentra dispuesto para la conexión de un equipo de pruebas externo.

■ Herramientas para el Despliegue de la Red

Un amplio conjunto de herramientas de planificación e instalación están preparadas para facilitar un despliegue de la red rápido y fiable.

Herramientas para la planificación de la red

El producto de planificación de acceso radio Sirenet es una potente herramienta informática que se utiliza para asistir a los planificadores de red en el diseño y desarrollo de las redes de acceso radio. Esta herramienta puede ser utilizada para realizar ofertas a los clientes, así como para planificación antes y durante la ingeniería del proyecto. La herramienta planificadora de red Sirenet puede también tratar un extenso



Foto 2 - Verificación del equipo de acceso radio de Alcatel para el proceso de homologación.

abanico de datos relativos a los transmisores, receptores, antenas, plantas, etc. Es también útil para el análisis de ingeniería de planta cuando se requiere reunir datos, que pueden almacenarse en formatos de texto, fotos o vídeo y codificarlos geográficamente sobre una posición de un mapa. Esto facilita a su usuario la obtención de importantes datos de la planta. El texto, una foto o un vídeo puede ser visualizados sobre la pantalla marcando simplemente el icono correspondiente. Las facilidades cartográficas permiten al planificador de la red el almacenamiento y la utilización de mapa de datos que proporcionan información sobre alturas y áreas y, por tanto, simplificando el trabajo de planificación de la planta necesario cuando se está desarrollando la planificación de una red.

Sirenet permite al planificador de red llevar a cabo una variedad de estudios, incluyendo perfiles y análisis de los tramos digitales sobre tramos simples o múltiples, coberturas de una planta con una única o múltiples estaciones base, cálculo de las mejores posiciones de los transmisores cuando se conoce la situación de los receptores, análisis del espectro y de las interferencias en los receptores, y sobre la degradación de la cobertura.

Herramientas de instalación

El terminal de pruebas DECT es una potente herramienta de instalación portátil que puede utilizarse para verificar las condiciones del protocolo aéreo entre la estación base DECT y la WNT fija en la instalación del abonado. Proporciona la búsqueda y el seguimiento de la infraestructura DECT desde un punto determinado. La Radio Fixed Part Identification (RFPI) de la estación base DECT se muestra en la pantalla si se encuentra dentro del área de cobertura. Más de una estación base DECT puede identificarse en áreas en donde existe superposición de coberturas. Después del seguimiento, la herramienta presenta en la pantalla el Indicador de Potencia de la Señal de Radio (RSSI), la Verificación de Redundancia Cíclica (CRC) y la Tasa de Error de Bits (BER), entre el punto en que se realiza la medida y cada estación base DECT alcanzable, con el objeto de verificar la calidad de recepción.

La consecuencia de todo esto es facilitar que una red Alcatel 9800 pueda instalarse con seguridad y rápidamente. Y también la garantía de que la infraestructura de la red

de acceso radio proporcione la mejor recepción posible en cada una de las WNTs de los abonados.

■ Implantación del Proyecto

El proyecto comenzó inmediatamente después de la firma del contrato. Alcatel Altech Telecoms y Telkom dividieron el conjunto total del proyecto en un número de regiones y subregiones geográficas, y asignaron prioridades a los subproyectos específicos. Las regiones son: Central, Eastern, North Eastern y Southern. Telkom y Alcatel Altech Telecoms han acordado realizar un seguimiento del estado del proyecto cada seis meses.

La primera planificación cubre el periodo comprendido entre noviembre de 1997 y marzo de 1998. Este plan maestro incluye la instalación de 38 sistemas para alrededor de 300.000 líneas de abonado en la región North Eastern. El 84% del total serán sistemas DECT puros y el resto utilizará TDMA+DECT.

La región Southern es la siguiente más grande en términos de volumen de equipo, con 30 sistemas y alrededor de unas 200.000 líneas de abonado. El 65% serán sistemas DECT puros, y el resto utilizará TDMA+DECT. En la región Eastern, se desplegarán 22 sistemas para dar servicio a 18.000 líneas de abonado; el 70% serán sistemas DECT y el restante 30% sistemas TDMA+DECT. Se han previsto otros ocho sistemas para proporcionar cobertura a zonas de las regiones Central y Western, suministrando un total de 9.000 líneas de abonado.

La implantación del proyecto fue facilitada considerablemente con la utilización de las herramientas de planificación de la red Sirenet para la elección de las mejores plantas, capacidades por planta, equipo asociado y materiales auxiliares tanto para los sistemas TDMA+DECT, como para los sistemas DECT puros. Alcatel Altech Telecoms hizo un extenso uso de estas herramientas para asegurarse de que los diferentes subproyectos fueran dimensionados correctamente.

■ El Estado del Proyecto

Actualmente, están siendo instalados y puestos en servicio dos subproyectos. El correspondiente a Zandfontein ha finalizado con la implantación de un sistema Alcatel 9800 con arquitectura concentrada

utilizando un único mástil y 12 estaciones base DECT. El sistema está funcionando correctamente y suministra servicio a 400 abonados DECT.

El subproyecto urbano Kayalitcha, basado también en un sistema Alcatel 9800, está siendo instalado actualmente: utiliza una interface de conmutación V5.2A para proporcionar servicio de telecomunicaciones a 600 abonados DECT en su primera fase. Cuando sea completado prestará servicio a alrededor de 1.500 abonados.

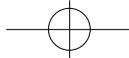
■ Conclusiones

El rápido crecimiento de los sistemas DECT, durante los últimos dos años, ha demostrado que esta tecnología es una excelente elección para muchos mercados, y especialmente para algunos países en zonas como África, en donde los factores fundamentales son un despliegue rápido, alto tráfico en entornos compartidos, fiabilidad mejorada de los enlaces, bajo coste, y soporte de servicios avanzados. La Radio permanecerá en la futura oferta de los suministradores durante muchos años.

Alcatel está en situación de ofrecer soluciones óptimas basadas en la familia del sistema Alcatel 9800. Su arquitectura de bloques funcionales le permite ser fácilmente configurado para suministrar soluciones a cualquier operador de acceso de radio fija. Utilizando estas soluciones, los operadores pueden proporcionar servicios de telecomunicaciones de alta calidad desde una red troncal a usuarios residenciales y comerciales distribuidos a través de áreas urbanas, interurbanas, y de población muy esparcida.

La experiencia con el proyecto Telkom ha demostrado que Alcatel puede planificar, producir, instalar y poner en servicio grandes redes de acceso por radio en un espacio de tiempo muy breve. Además, a través de la extensa utilización de la infraestructura existente, el proyecto proporcionará un importante impulso al desarrollo económico nacional en Sudáfrica.

Jesús García Sánchez es responsable para el Marketing and Sales Support de los Productos de Acceso Radio en Alcatel's Access Division en Madrid, España.



SERVICIOS Y APLICACIONES DE DATOS EN SISTEMAS DE BUCLE DE ABONADO INALÁMBRICO

J. NAVARRO

Los sistemas de acceso inalámbrico Alcatel 9800 ofrecen al usuario no sólo servicios básicos de voz, sino también servicios avanzados de datos.

■ Introducción

Los sistemas de bucle de abonado inalámbrico (Wireless Local Loop-WLL), fueron concebidos inicialmente para proporcionar servicios de comunicaciones de voz, en particular para aquellos mercados con áreas geográficas amplias y de baja densidad de población, como suele suceder en países en desarrollo. En ellos, numerosas regiones disponen de una mínima infraestructura de servicios de telecomunicación, o incluso carecen totalmente de ella, por lo que los servicios básicos de voz son necesarios con urgencia para ayudar al desarrollo económico local. En consecuencia, el despliegue rápido y con bajo coste sobre una infraestructura mínima, son requisitos básicos que pueden satisfacerse perfectamente con los sistemas WLL.

Sin embargo, tan pronto se cubren estas necesidades básicas de servicios de voz, los usuarios comienzan a solicitar servicios más avanzados, en especial en el área de datos, para satisfacer las necesidades de pequeños negocios y nuevas actividades que se establecen en dichas regiones. La Familia Alcatel 9800 de sistemas de acceso inalámbrico ofrece una gama de capacidades que da respuesta a la demanda creciente de servicios de comunicaciones de datos tales como correo electrónico, transferencia de ficheros y acceso a Internet. Al incorporar tanto tecnología Punto-a-Multipunto (PMP) de Microondas, como tecnología inalámbrica DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) es una solución ideal para proporcionar servicios básicos de voz hoy, ofreciendo la capacidad de comunicaciones de datos cuando la demanda lo requiera. En

consecuencia, el sistema puede tener una larga y fructífera vida facilitando a mucha gente, en países menos desarrollados, el acceso a los modernos servicios de comunicaciones de voz y datos.

■ Servicios y Aplicaciones de Usuario Final

Es conveniente hacer distinción entre servicios de datos, entendidos como la capacidad de un sistema de telecomunicación para transportar información, y aplicaciones de datos, que incluyen capacidades del terminal, incluido la interface de usuario.

El principal objetivo de los sistemas de acceso de telecomunicación se centra en los servicios, mientras que las aplicaciones son vistas generalmente de forma transparente. En el caso de los sistemas de acceso de bucle de abonado inalámbrico (WLL), es importante resaltar que el usuario final va a esperar la misma calidad de servicio que en sistemas de acceso cableados. El hecho de que la interface de acceso esté basada en una tecnología radio, en lugar de cobre o fibra óptica, no debe ser apreciable por el usuario.

Servicios de telecomunicación

Desde el punto de vista del usuario, los principales parámetros que definen los servicios son: el tipo de interface, la velocidad útil de datos y el modo de conexión.

Datos en banda vocal (VBD)

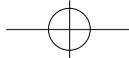
Este es el servicio tradicional de datos ofrecido por la Red Telefónica Conmutada

(RTC). Dado que la interface de usuario es de tipo analógico, es necesario un módem (por ejemplo, de la serie V de UIT-T) para la transmisión de datos. La velocidad viene limitada por las características del canal telefónico (3,1 kHz), siendo de 33,6 Kbit/s (módems V.34) la máxima alcanzable. No obstante, han aparecido recientemente módems que ofrecen hasta 56 Kbit/s en configuraciones asimétricas especiales.

Este servicio es en modo circuito por definición. Las conexiones pueden establecerse bajo demanda (por llamada) o de modo permanente o semipermanente (líneas alquiladas).

RDSI: Información digital sin restricción a 64 Kbit/s

Este servicio, proporcionado por la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), requiere una conexión digital extremo-a-extremo. La interface de usuario final es normalmente a cuatro hilos con una velocidad de línea de 192 Kbit/s. Esto incluye dos canales de 64 Kbit/s de tráfico de usuario más uno de control y datos de 16 Kbit/s (2B+D). La capacidad restante se utiliza para funciones de gestión de la capa física. Cuando se usan en aplicaciones de datos, cada uno de los canales B proporciona una capacidad de transporte de 64 Kbit/s digital sin restricciones (Unrestricted Digital Information-UDI), que puede ser usada, en modo circuito, para proporcionar dos conexiones independientes, o una combinada de 128 Kbit/s. Sin restricciones quiere decir que se puede transportar cualquier combinación binaria, lo que implica la total transparencia digital extremo-a-extremo.



Modo paquete RDSI en canales B o D

Este servicio RDSI permite la transferencia de información de usuario en modo paquete sobre un circuito virtual en canal B o D de un Acceso Básico RDSI (Basic Rate Access-BRA). Tanto el modo de llamada virtual, como de circuito virtual permanente, son posibles, siguiéndose en todo caso los procedimientos descritos en la recomendación X.31 de UIT-T.

Líneas alquiladas digitales (64 Kbit/s a 2 Mbit/s)

Este servicio, que permite la transferencia de información digital en modo circuito, se establece de manera permanente o semipermanente, por procedimientos de OAM (Operación, Administración y Mantenimiento). Son posibles diferentes velocidades de usuario en función de la capacidad contratada.

Puede utilizarse una amplia variedad de interfaces serie digitales en la conexión entre el Equipo Terminal de Datos (Data Terminal Equipment-DTE) y el Equipo de Comunicaciones de Datos (Data Communications Equipment-DCE). Ejemplos de dichos interfaces son: V.35, V.10/V.11, X.21, G.703, etc.

Frame Relay

Esta es una forma de conmutación de paquetes que utiliza menos procedimientos de comprobación de errores y de control que otros métodos tradicionales de conmutación de paquetes (tal como X.25), permitiendo una cabecera de paquete más sencilla. Trabaja en la capa 2 del modelo OSI de la International Standards Organization (ISO). Aunque tanto los modos de llamada virtual como de circuito virtual permanente son posibles, sólo el segundo se ofrece normalmente en las redes comerciales.

Esta norma internacional, de rápido crecimiento, es muy adecuada para el transporte de paquetes de datos de alta velocidad sobre redes de área geográfica amplia.

Los interfaces de usuario son similares a los utilizados para los servicios de líneas alquiladas digitales.

Aplicaciones

Los servicios de telecomunicación mencionados pueden dar soporte a una gran variedad de aplicaciones de datos, tales como:

- Facsímil
- Correo electrónico
- Transferencia de ficheros
- Navegación Internet/ Intranet
- Acceso remoto a Redes de Área Local (LANs) corporativas.

Dichas aplicaciones no están necesariamente asociadas a un tipo específico de servicio, de modo que una aplicación como transferencia de ficheros puede basarse en una conexión conmutada con módem a 28,8 Kbit/s, o en un acceso Frame Relay a 2 Mbit/s. Obviamente habrá diferencias significativas en la eficacia obtenida con cada servicio de soporte.

Las aplicaciones de datos son, en términos generales, transparentes a la red de telecomunicación y, en particular, al sistema de acceso elegido.

■ Acceso Internet

Merece la pena hacer una referencia especial al fenómeno Internet dada la importancia que ha adquirido en los últimos tiempos. Puede decirse que, con toda probabilidad, hoy día Internet constituye la principal motivación para la introducción de servicios de datos en entornos residenciales que hasta ahora estaban limitados a servicios de voz. Lo mismo puede decirse en entornos de pequeña empresa o empresa doméstica (Small Office/ Home Office-SOHO).

Internet es realmente una red de redes basada en el uso universal del protocolo Internet sin conexión (Internet Protocol- IP). Esta red ha crecido fuera de las redes tradicionales de telecomunicación cuyo papel, hasta ahora, se ha limitado a proporcionar conexiones en modo circuito entre el usuario y el primer IP router, gestionado por el llamado Proveedor de Servicio Internet (Internet Service Provider- ISP). La diferencia intrínseca entre las aplicaciones basadas en Internet (flujo asimétrico, información ráfagas, sesiones de duración relativamente largas) y otras aplicaciones de telecomunicación (flujo simétrico, información continua, llamadas cortas), hace que el uso de redes tradicionales (en base a llamadas en modo circuito) para acceso Internet sea ineficaz en el manejo de los recursos de telecomunicación. En este sentido, la creciente importancia y el extenso uso de Internet representa un reto para las redes de telecomunicación actuales. En consecuencia, la intro-

ducción de un método eficiente de manejo de comunicaciones en modo paquete es un tema clave cuando se define la arquitectura de un nuevo sistema de telecomunicación.

■ Servicios de Datos en la Familia Alcatel 9800

Dentro de la oferta de productos de acceso de Alcatel aparecen soluciones para acceso inalámbrico (WLL) basadas en dos tecnologías radio: Punto-a-Multipunto de Microondas (MPMP) y DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications), ésta última siguiendo las normas del ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Si bien las primeras versiones de estos productos estaban orientadas a servicios básicos de voz, se han introducido posteriormente capacidades de servicios de datos para satisfacer la creciente demanda de los mismos.

Dado que la interface aire es un elemento clave para facilitar la provisión de los servicios de datos, a continuación se describen brevemente configuraciones de la familia Alcatel 9800 basadas en las dos tecnologías mencionadas.

Configuraciones Alcatel 9800 MPMP

La familia Alcatel 9800 de productos de acceso digital por radio proporciona servicios de telecomunicación de alta calidad desde una central telefónica a grupos de usuarios repartidos en áreas urbanas, suburbanas y de baja densidad de población. Existen configuraciones específicas para satisfacer una amplia serie de necesidades, desde aplicaciones de negocios en zonas urbanas densamente pobladas, hasta aplicaciones puramente residenciales en áreas rurales remotas. La Figura 1 muestra la arquitectura básica de la Familia Alcatel 9800. La tecnología radio MPMP propietaria se utiliza para alcanzar a los abonados remotos, bien directamente o mediante un tendido final cableado.

Los elementos básicos del sistema son:

- Estación Base de Central (Exchange Base Station-XBS), que proporciona el control global del sistema y las interfaces con la central local.
- Estación Radio Central (Radio Station Central- RSC), que contiene el sistema frontal de radio MPMP.

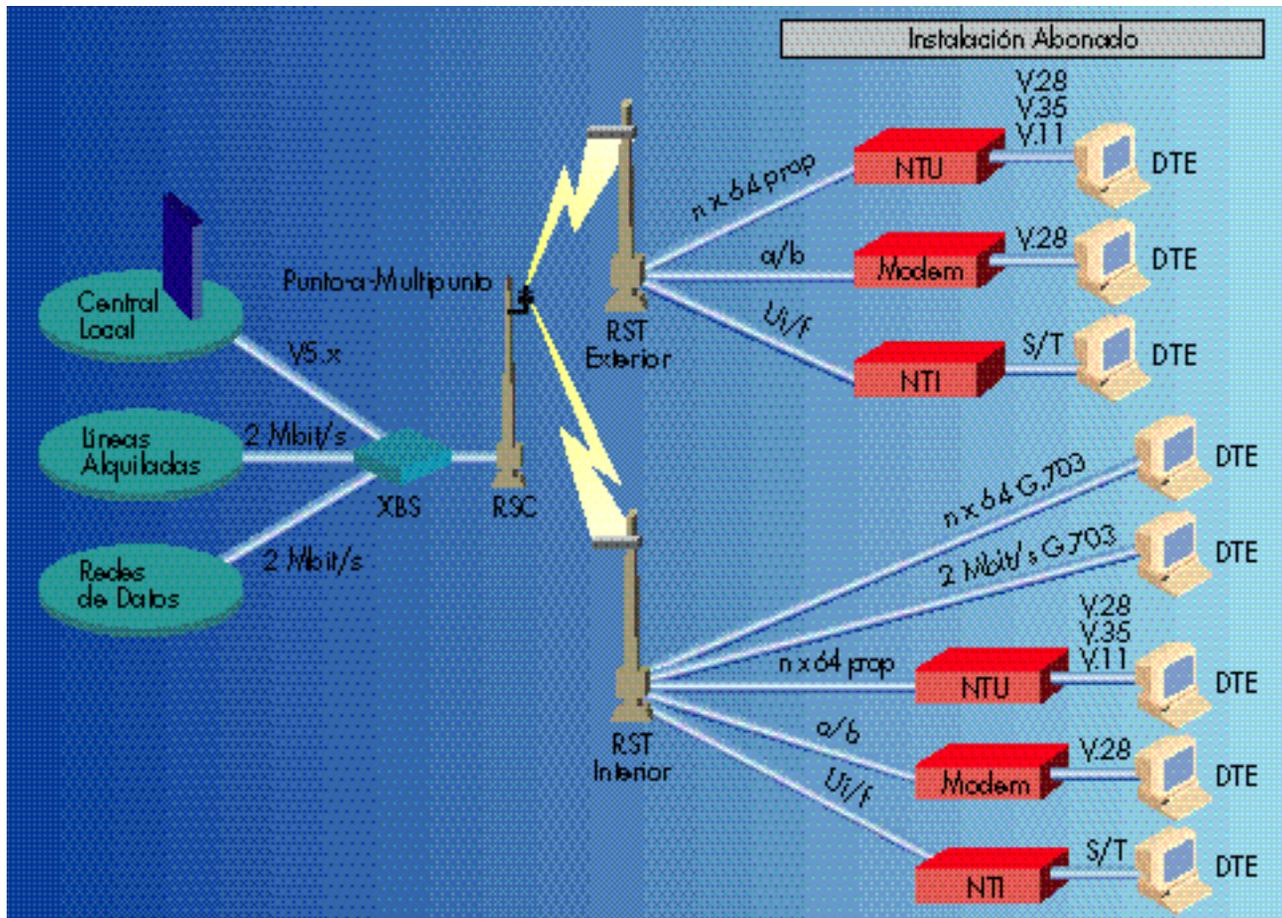


Figura 1 - Configuración del sistema Alcatel 9800

Servicio	VBD	VBD	Paquetes RDSI	Línea alquilada N64 kit/s	Línea alquilada 2Mbit/s	Acceso Frame Relay
Velocidad de acceso (pico)	64kbit/s	64kbit/s	16 ó 64kbit/s	n x 64kbit/s 1 n 31	2 Mb/s	n x 64kbit/s 1 n 31
Interface de usuario	Hilos a/b	S/T BRA (a través de TR1)	S/T BRA (a través de TR1)	G.703(nativo) Otros a través de TR	G.703	Cualquiera (a través de FRAD)
Modo de transferencia	Circuito	Circuito	Paquete	Circuito	Circuito	Paquete
Modo de establecimiento	Bajo demanda	Bajo demanda	Bajo demanda/semipermanente	Semipermanente	Semipermanente	Semipermanente
Protocolo aire	Propietario*	Propietario*	Propietario*	Propietario*	Propietario*	Propietario*
Red externa	RTC	RDSI	RDSI (X.31B)	Líneas alquiladas	Líneas alquiladas	Frame Relay

Tabla 1.- Características de los servicios de datos de usuario final

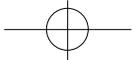
* Cumple ETSI TM4

- Estaciones Radio Remotas, que pueden ser de dos tipos: Nodal (Remote Station Nodal- RSN), si contiene funciones de repetidor radio para ampliar la cobertura, o Terminal (Radio Station Terminal-

RST), cuando se limita a proporcionar las interfaces de usuario.

A su vez existen dos tipos de RST, según el tipo de instalación, de exterior o de inte-

rior. Las RST de exterior se utilizan normalmente en aplicaciones rurales o de baja densidad en las que la RST juega el papel de Interface de Distribución de Abonados (Subscriber Distribution Interface-



SDI). Estas unidades se suelen situar en armarios de exterior propiedad del operador y con un tendido final de pares de cobre hasta las dependencias de los abonados. Por el contrario, las RST de interior se utilizan principalmente en aplicaciones urbanas de alta densidad y se ubican en las dependencias del usuario.

Como se muestra en la **Figura 1** estas unidades proporcionan los siguientes tipos de interfaces de línea:

- 2 hilos analógicos
- n x 64 Kbit/s banda base propietario
- U-RDSI

Las unidades de interior proporcionan adicionalmente interfaces de línea G.703 de alcance limitado.

La **Tabla 1** resume las características de los servicios de usuario final proporcionados por las configuraciones MPMP de la familia Alcatel 9800, incluyendo velocidad de acceso, tipo de interface de usuario, modo de transferencia (circuitos o paquete)

tes), modo de establecimiento y tipo de red externa.

En todos los casos la interface aire utiliza un protocolo propietario de Alcatel, pero que satisface las normas TM4 de ETSI para garantizar la coexistencia con otros sistemas radio en la misma área, sin interferencias mutuas.

Configuraciones basadas en DECT

Una de las ventajas ofrecidas por la familia Alcatel 9800 es la posibilidad de sustituir el ultimo kilómetro de cobre entre una RST de exterior y el usuario (ver **Figura 1**), por una interface radio basada en tecnología DECT [1,2]. En este caso el elemento situado en las dependencias del usuario se denomina Terminación de Red Inalámbrica (Wireless Network Termination-WNT). Existen tres tipos de WNT adecuadas a diferentes tipos de servicios de datos:

- WNT analógica, provista de hasta cuatro líneas analógicas que pueden ser utiliza-

das para telefonía o servicios VBD. El sistema detecta automáticamente el servicio solicitado (por ejemplo, en base a la presencia de tonos de módem) y asigna los recursos aire necesarios.

- WNT-I (RDSI), provista de una interface de acceso básico (BRA) y proporcionando total transparencia a los servicios RDSI a los terminales conectados al bus S/T.
- WNT-SP (modo paquete), que incorpora un puerto analógico telefónico y un puerto de datos. Esta terminación está optimizada para el acceso Internet en modo paquete.

La **Figura 2** representa una configuración típica Alcatel 9800 que incluye estos tres tipos de WNT. Para mayor claridad, se presenta una configuración con un sólo tipo de interface radio basado en DECT. Es posible también disponer una combinación de vanos MPMP en la infraestructura para alcanzar grandes distancias y DECT en el extremo final para alcanzar a los usuarios.

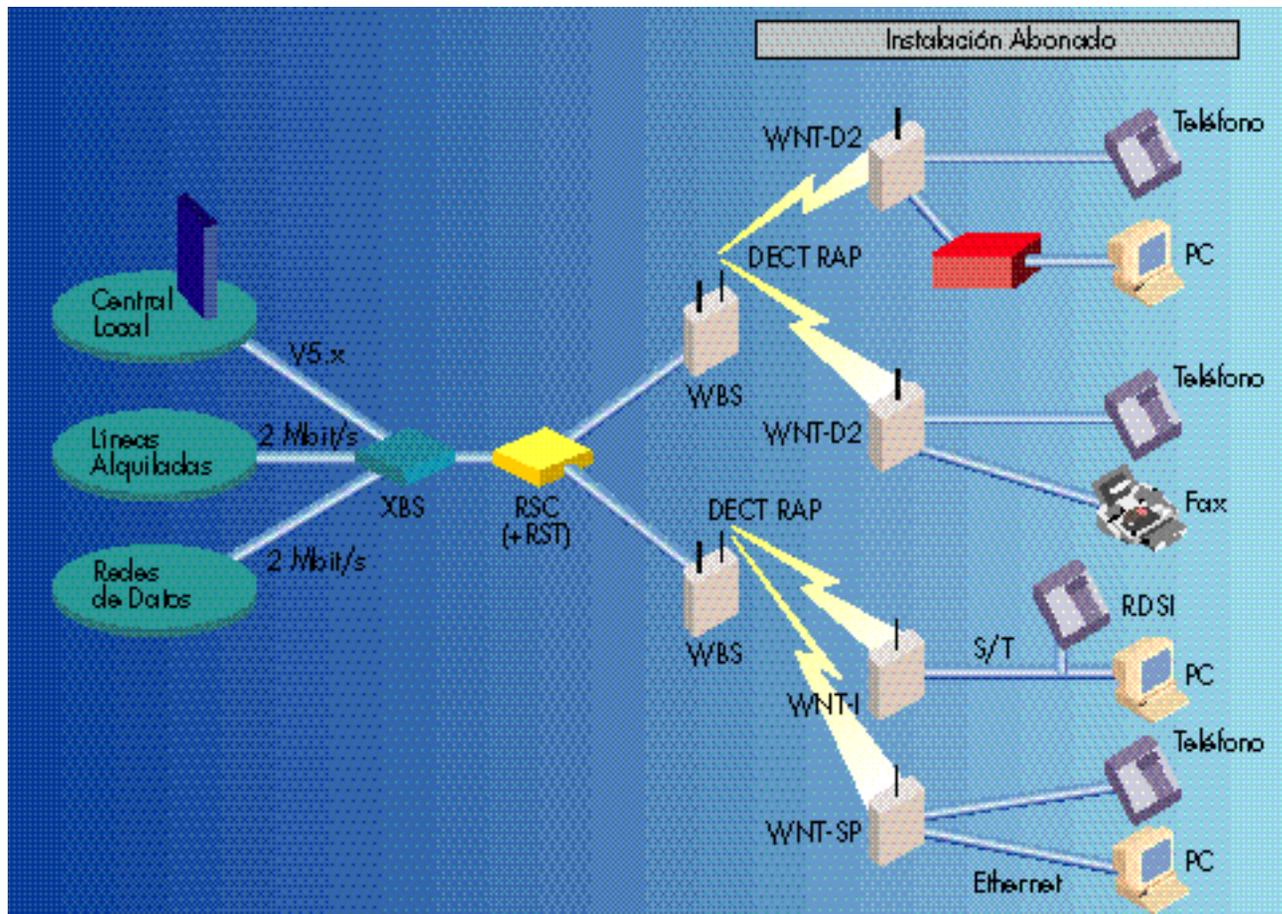
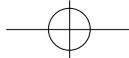


Figura 2 - Alcatel 9800 con DECT



Servicio	Módem	Módem	FAX G3	FAX G3
Velocidad de acceso (pico)	< 4.8Kbit/s	< 33.6 Kbit/s	< 9.6Kbit/s	14.4 Kb/s
Interface de usuario	Hilos a/b	Hilos a/b	Hilos a/b	Hilos a/b
Modo de transferencia	Circuito	Circuito	Circuito	Circuito
Modo de establecimiento	Bajo demanda	Bajo demanda	Bajo demanda	Bajo demanda
Protocolo aire	DECT RAP- LU1 (ADPCM)	DECT RAP- LU7(PCM)	DECT RAP- LU1 (ADPCM)	DECT RAP-LU7 (PCM)
Red externa	RTC	RTC	RTC	RTC

Tabla 2 Servicios de datos en banda vocal con DECT

WNTs analógicas

Esta gama de WNTs proporciona de uno a cuatro interfaces analógicas tipo a/b. Para aplicaciones de datos se requiere un módem analógico entre terminal y WNT. Se admite cualquier velocidad disponible en el mercado.

La interface aire DECT cumple con el perfil RAP [2], que define una serie de servicios portadores denominados LUX. Para velocidades de hasta 4,8 Kbit/s, la señal del módem es tratada por la WNT utilizando modulación ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation), con lo que se utiliza un portador de 32 Kbit/s en la interface aire (servicio LU1). Para velocidades binarias mayores se utiliza modulación PCM y el servicio denominado LU7, que proporciona un portador de 64 Kbit/s protegido en la interface DECT.

La **Tabla 2** resume las características de los servicios de datos proporcionados por las WNTs analógicas.

WNT RDSI

La WNT-I proporciona una interface de acceso básico S/T al usuario. Las funciones

de adaptación de terminal, si se necesitan, se consideran parte del equipo de abonado.

Existen dos opciones en la interface aire DECT: servicio LU1 de 32 Kbit/s no protegido o servicio LU7 de 64 Kbit/s protegidos. La elección depende del tipo de servicio portador requerido (véase **Tabla 3**).

Acceso Internet

Cualquier sistema de acceso puede proporcionar acceso Internet basado en los servicios VBD o RDSI. Estas son las opciones más comúnmente adoptadas por los usuarios residenciales, ya que solamente los usuarios de negocios pueden asumir los costes de un acceso basado en líneas alquiladas. En particular, los sistemas de Alcatel de Bucle Inalámbrico (WLL) pueden proporcionar acceso Internet mediante VBD o RDSI y, adicionalmente, en el caso de los sistemas MPMP, mediante Frame Relay o líneas alquiladas.

Sin embargo, en sistemas de acceso radio con un elevado grado de concentración de tráfico y recursos de radio limitados, el uso de servicios llamada a llamada, en modo circuito, resulta altamente ineficaz para el transporte de tráfico Internet, dadas sus

peculiares características: llamadas de larga duración con transferencia de una cantidad de información relativamente pequeña, de naturaleza asimétrica y a ráfagas.

Esto es especialmente cierto en el caso de la tecnología DECT, en donde 12 canales dúplex de 32 Kbit/s cada uno deben ser compartidos por un elevado número de terminales. El impacto del acceso a Internet en modo circuito en un sistema DECT ha sido analizado en el Centro de Competencia de Acceso Inalámbrico de Alcatel con la conclusión de que el número de abonados que puede ser servido por una celda DECT (área cubierta por un grupo de estaciones base en un emplazamiento común), decrece rápidamente al aumentar en número de abonados con acceso Internet. Esto se muestra en la **Figura 3** para un escenario particular de WLL.

Perfiles de datos en DECT

Afortunadamente, la propia tecnología DECT no sólo puede resolver este problema, sino mejorar la eficiencia en el acceso Internet respecto a soluciones basadas en conmutación de circuitos.

Servicio	64 kbit/s sin restricción	Modos paquete o trama en B	Modos paquete o trama en D
Velocidad de acceso (pico)	64kbit/s	64kbit/s	16kbit/s
Interface de usuario	S/T BRA	S/T BRA	S/T BRA
Modo de establecimiento	Bajo demanda	Bajo demanda (VC) o Semi-perm. (PVC)	Bajo demanda (VC) o Semi-perm. (PVC)
Protocolo aire	DECT RAP- LU7	DECT RAP-LU7	DECT RAP- LU1
Red externa	RDSI	RDSI (X.31 B)	RDSI (X.31 B)

Tabla 3 Servicios de datos RDSI

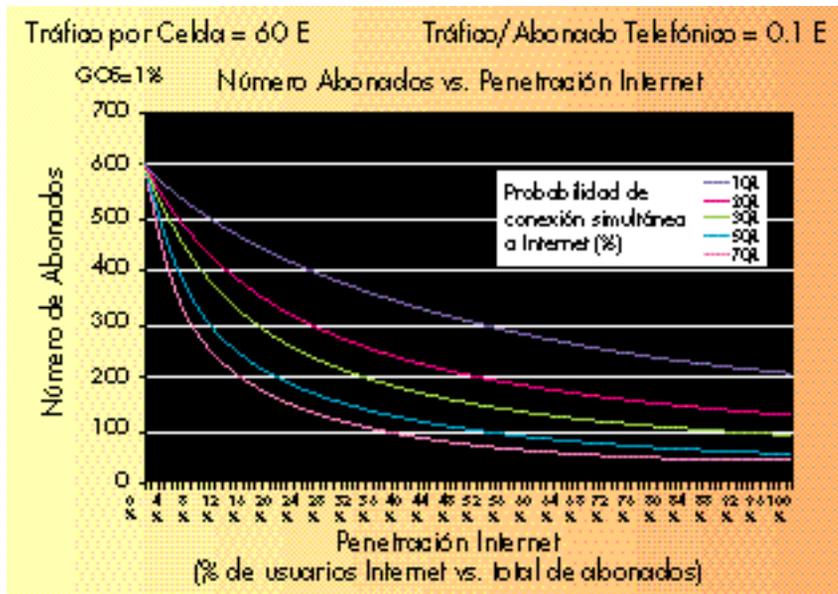
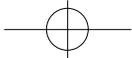


Figura 3 - Número de usuarios servidos en modo circuito en función de la penetración de Internet

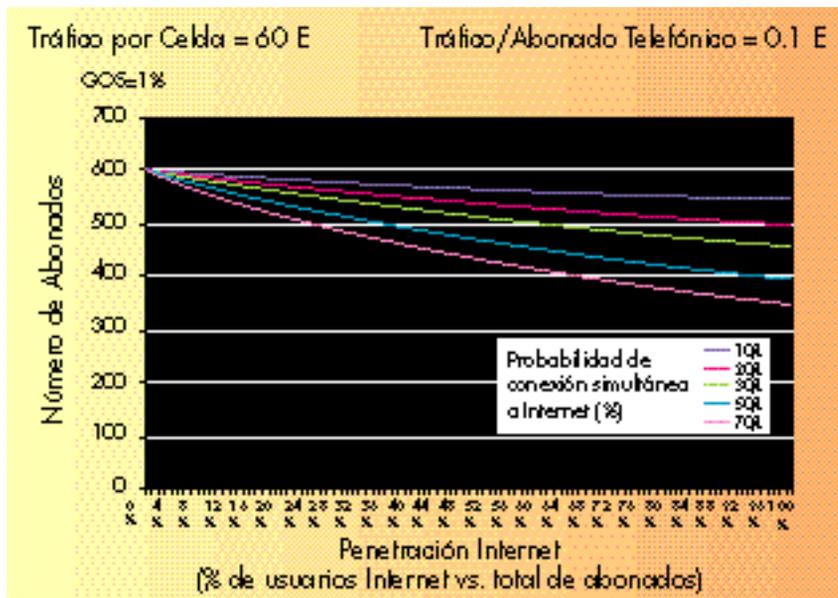


Figura 4 - Número de usuarios servidos en modo paquete en función de la penetración de Internet

El Instituto Europeo de Normalización en Telecomunicaciones (ETSI) ha invertido un considerable esfuerzo en la normalización de la tecnología DECT y ha publicado diversas normas para la provisión de servicios de datos sobre la interface aire DECT. Estas normas se conocen como Perfiles para Servicio de Datos (Data Service Profiles- DSP), e incluyen la definición de un transporte en modo paquete, así como las características de interfun-

cionamiento con redes de datos, tanto orientadas a conexión como sin conexión.

Los servicios DECT en modo paquete presentan una serie de ventajas que los hacen particularmente adecuados para el acceso Internet. En primer lugar, el concepto de llamada se mantiene pero, a la vez, los (limitados) recursos radio sólo se ocupan cuando hay datos que transmitir. Esto quiere decir que cuando un navegante Internet está mirando una pantalla que acaba de recibir

de un servidor, no se está asignando ningún recurso radio a dicha comunicación. Sin embargo, al mismo tiempo, una sesión está activa en el plano de control entre el usuario y su Proveedor de Servicios Internet (ISP).

Otra característica importante es la asimetría, es decir, las velocidades de datos en ambos sentidos de la comunicación pueden ser diferentes e incluso variar independientemente durante una sesión. Esto resulta muy interesante para Internet ya que normalmente el volumen de información transferido es mayor en el sentido descendente (hacia el usuario) que al contrario.

Finalmente, los perfiles de datos DECT permiten combinar 23 intervalos de tiempo DECT para una misma comunicación y sentido, lo que proporciona una capacidad de pico unidireccional de 552 Kbit/s con protección, bastante por encima de la capacidad de 64 Kbit/s de una conexión RDSI.

Las ventajas del modo paquete DECT para acceso Internet se muestran gráficamente en la **Figura 4** que se basa en el mismo escenario que la **Figura 3** pero considerando modo paquete en la interface aire.

Acceso Internet en el sistema Alcatel 9800-DECT

Las configuraciones del sistema Alcatel 9800-DECT hacen uso de los perfiles de datos DECT, así como de una arquitectura de sistema optimizada para proporcionar un acceso Internet eficiente a abonados de acceso inalámbrico. La **Figura 5** muestra la arquitectura general del sistema.

En la interface aire se utilizan los servicios en modo paquete DECT. La interface de usuario se proporciona mediante una terminación especial, la WNT-SP, que incluye dos interfaces de línea: uno analógico, para telefonía o servicios VBD y, otro, digital para la conexión de los terminales de datos en modo paquete. Esto permite que el usuario disponga de dos líneas independientes, una para voz y otra para datos, lo que constituye un requisito muy común en muchas aplicaciones residenciales y de pequeña empresa. Como interface de datos se ha elegido el Ethernet 10Base T sobre par trenzado que constituye un estándar *de facto* en el mundo de los ordenadores personales y que permite explotar la máxima capacidad de pico (552 Kbit/s) proporcionada por los perfiles de datos DECT. También se puede proporcionar

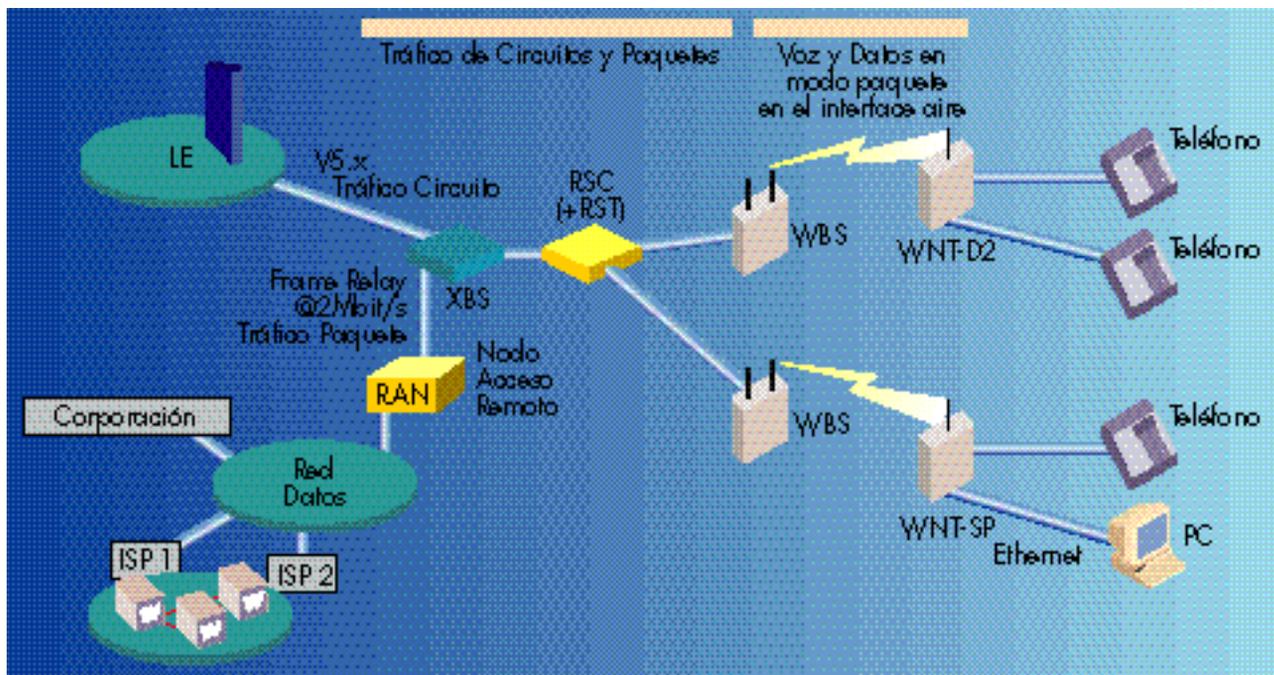
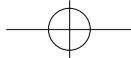


Figura 5 - Acceso Internet en Alcatel 9800-DECT

una interface serie de tipo RS 232, pero en este caso la velocidad binaria de pico útil queda limitada a 92Kbit/s, por las propias características de la interface.

Una de las características más importantes de la arquitectura es que el tráfico de datos se mantiene en modo paquete a todo lo largo del sistema que, al mismo tiempo, transporta el tráfico en modo circuito hacia y desde los terminales de voz. En la interface con la red ambos tipos de tráfico se separan: las comunicaciones en modo circuito se dirigen a la central local (a través de interfaces V5.x o pares de abo-

nado), mientras que las comunicaciones en modo paquete se envían a un Nodo de Acceso Remoto (Remote Access Node-RAN) mediante una red de datos (con interface Frame Relay). El RAN realiza las funciones de autenticación, autorización y tarificación y encamina el tráfico Internet hacia el ISP seleccionado por el usuario.

La posibilidad de separar los dos tipos de tráfico es una característica muy importante dado que permite conservar, a lo largo de toda la red de acceso, el carácter de paquetes intrínseco a las comunicaciones de datos, sin necesidad de innecesarias conversiones entre modo paquete y modo circuito, como sucede en soluciones tradicionales de acceso cableado.

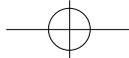
No obstante, ETSI ha definido una unidad de interfuncionamiento paquetes/circuitos (dentro del perfil PPP Interworking), para encaminar el tráfico Internet a la red RDSI/RTC de forma más convencional, si así lo requiere el operador. En este caso la velocidad binaria de datos queda limitada por la parte en modo circuito de la conexión.

La **Tabla 4** resume las diferentes variantes de servicio del acceso Internet con DECT WLL.

La **Tabla 4** resume las diferentes variantes de servicio del acceso Internet con DECT WLL.

Servicio	Modo paquete básico	Modo paquete extendido	Interfuncionamiento con RDSI	Interfuncionamiento con RTC
Velocidad de acceso (pico)	92kbit/s	552kbit/s	64kbit/s	33.6kbit/s
Interface de usuario	RS 232	10BaseT	RS 232	RS 232
Modo de transferencia	Paquetes	Paquetes	Paquetes/Circuitos	Paquetes/Circuitos
Modo de establecimiento	Bajo demanda	Sin conexión	Bajo demanda	Bajo demanda
Protocolo aire	DECT A/B/C2	DECT A/B2	DECT A/B/C2	DECT A/B/C2
Red externa	Frame Relay	Frame Relay	RDSI	RTC
Interface de red	IP / PPP / FR	IP / FR	IP /PPP	IP/ PPP

Tabla 4 - Acceso Internet



■ Conclusiones

Hasta hace poco, los servicios de datos han estado restringidos al sector de negocios, pero están siendo solicitados, cada vez más, por usuarios residenciales y de pequeña empresa. Esta evolución representa un reto para las tecnologías y sistemas de WLL que fueron originalmente concebidos para proporcionar, de forma óptima, servicios de voz.

El fenómeno Internet, que junto con la telefonía móvil, representa la mayor revolución en las telecomunicaciones en los años 90, define requisitos específicos para la provisión de servicios de datos a usuarios residenciales y de pequeña empresa. Parece claro que la mayoría (si no todas) de las aplicaciones de datos para dichos usuarios girarán en torno a Internet en los próximos años.

La familia Alcatel 9800 de productos para WLL ofrece una serie de soluciones para servicios de datos basadas tanto en tecnología propietaria MPMP, como en tecnología estándar DECT. Los servicios ofrecidos van desde los clásicos VBD en RTC, hasta el acceso Internet en modo paquete, pasando por RDSI, líneas alquiladas o Frame Relay.

Se han incorporado los perfiles de servicios de datos en DECT del ETSI, junto con un mecanismo interno de transporte adecuado, haciendo posible la transmisión de tráfico Internet en modo paquete de extremo-a-extremo (de terminal a ISP).

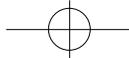
Al añadir estas nuevas características de comunicaciones de datos a la familia Alcatel 9800 se ha ampliado su objetivo inicial, que era el de dar, rápida y económicamente, servicios de voz a abonados en zonas urbanas y rurales remotas. Como consecuencia de ello, el sistema es ahora capaz de satisfacer

las necesidades de los usuarios tanto para voz, como para servicios avanzados de datos, asegurándole un papel fundamental para la activación de la actividad económica en regiones rurales por muchos años.

■ Referencias

- 1 ETS 300 175. DECT Common Interface.
- 2 ETS 300 765. Radio in the Local Loop (RLL) Access Profile (RAP).

Juan Navarro es el responsable del Grupo de Sistemas en el departamento de I+D del Centro de Competencia de Acceso Inalámbrico de la División de Sistemas de Acceso de Alcatel en Madrid, España.



AQUILA: RED DE ACCESO POR SATÉLITE CON BAJOS COSTES DE COMUNICACIÓN

J. BLÉRET
J-P. DEHAENE
P. LABAYE

Aquila se ha diseñado para proporcionar bajos costes de comunicación que cumplan las necesidades de los usuarios en los países en vías de desarrollo.

■ Introducción

Los primeros pasos en la definición del sistema de comunicaciones por satélite Aquila se dieron hace dos años, como respuesta a la necesidad que tenían de acceder a un teléfono, entre 1.000 y 2.000 millones de habitantes en zonas rurales aisladas, principalmente en países en vías de desarrollo. Como dicha gente suele tener un bajo poder adquisitivo, una solución de acceso aceptable podría ofrecer un coste de conexión similar al de la conexión de la RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada). Sin embargo, en un mundo dirigido por condicionantes económicos, incluso las actividades de desarrollo social deben tener un beneficio. Además, debería ser posible integrar la solución de ac-

ceso elegida en la arquitectura existente de cualquier red telefónica pública nacional.

Una primera conclusión es que ningún sistema de los actuales cumple estas necesidades, especialmente en términos de comunicaciones. Los programas de comunicaciones por satélite más ambiciosos están diseñados para introducir nuevos servicios, como los de comunicaciones móviles (Iridium, Globalstar) y los multimedia (SkyBridge, Teledesic), para usuarios que están dispuestos a sufragarlos.

El núcleo del sistema Aquila es una arquitectura de red en estrella de enlaces por satélite entre pequeños terminales (ST), que proporciona accesos telefónicos, y pasarelas, que se conectan a la RTPC (**Figura 1**).

La diferencia básica entre Aquila y otras redes en estrella VSAT (terminales de muy pequeña abertura) consiste en que Alcatel ha diseñado pequeños terminales de abonado como productos de consumo.

Aunque los terminales se han diseñado como productos de consumo, un despliegue con éxito de todo el sistema Aquila requerirá que alguien asuma la responsabilidad y ponga en marcha la logística apropiada.

Aquila emplea eficazmente la capacidad de transmisión de lo(s) satélite(s) geoestacionario(s) para conectar hasta cinco millones de pequeños terminales desde una posición orbital única.

Los servicios ofrecidos por los terminales Aquila son los mismos de los que dispone una línea telefónica normal:

- Telefonía, que es la necesidad primaria
- Fax y comunicación de datos
- Acceso a Internet.

■ El Mercado

En las regiones como África, un detallado análisis de las necesidades realizado por la UIT (Unión Internacional de las Telecomunicaciones) ha mostrado que al menos 400.000 aldeas, con una población total de 400 millones de personas, no tienen acceso telefónico. En una primera fase, la provisión de al menos un teléfono por aldea animaría el desarrollo de las economías locales y disminuiría la emigración de la gente desde las zonas rurales a las ciudades. En la prác-

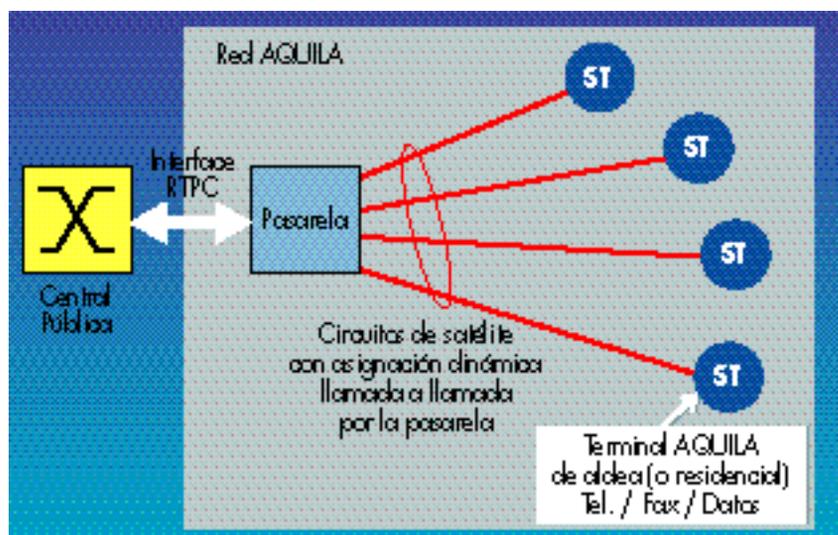
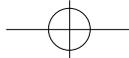


Figura 1 - Acceso de Aquila basado en una arquitectura de red en estrella conectando pequeños terminales.



tica, esto aún representa, como media, tan sólo un teléfono por cada 1.000 habitantes. Se ha detectado una necesidad similar en China.

Incluso en los países más avanzados económicamente, dicha red podría ser útil para una más rápida introducción de servicios que la proporcionada por el lento despliegue de infraestructuras terrestres. Un ejemplo es el programa M2A en Indonesia, del cual Alcatel es responsable en la definición completa del sistema y del diseño de terminales, así como del suministro de todo el equipo, excepto los terminales. El sistema tiene un potencial para servir a cuatro millones de terminales por toda Asia. Este sistema debería ser el primero de acceso por satélite en el mundo, con un bajo coste de conexión para el usuario.

■ Antecedentes Económicos

Una simple hojeada a la inversión requerida para crear una red de acceso por satélite es suficiente para comprender dónde hay que hacer los esfuerzos para lograr bajos costes de comunicación. Supongamos, dentro de un orden de magnitud, que las siguientes cifras son suficientes para proporcionar acceso a la red a un millón de puntos:

- Satélites y pasarelas: 1.000 millones de dólares
- Un millón de pequeños terminales: 1.000 millones de dólares.

Sin embargo, hay que tener en cuenta muchos factores importantes. Primero, por las difíciles condiciones ambientales de muchos países, la vida de un terminal suele ser la mitad de la de un satélite, por lo que la inversión asumida en terminales tiene que ser del doble. La inversión total es, por ello, de tres mil millones de dólares durante la vida del satélite (quince años), ó 3.000 dólares por terminal, ó 200 dólares al año por terminal.

A pesar de su atractivo coste (mil dólares), los terminales aún representan los dos tercios de la inversión. Sin embargo, la inversión en terminales es progresiva si se compara con la de los satélites y pasarelas compartidas, que se tie-

nen que desplegar al comienzo del programa. Por ello, tiene un impacto diferente en el análisis del plan de negocio.

Un análisis del plan de negocio, que incluya tanto la operación del satélite como los costes en tierra (financieros, de instalación, de operación, de compra de terminal y de mantenimiento), lleva a un coste estimado entre cien y doscientos dólares por mes, lo que es equivalente a diez centavos por minuto con una hora de tráfico diaria.

Los elementos básicos de Aquila son los siguientes:

- Las técnicas de producción en serie son esenciales para alcanzar un bajo coste de terminal, pero esto sólo es posible si el mercado es lo suficientemente grande como para soportar al menos 100.000 terminales por año, durante diez años.
- A un coste medio de 150 dólares mensual por terminal de acceso (incluyendo tráfico y mantenimiento), un terminal no se puede considerar como un acceso telefónico individual en países donde la población tiene bajos ingresos. Por ello, el terminal se debe diseñar como un acceso telefónico compartido que pueda proporcionar varias líneas telefónicas. En el ejemplo africano, una única línea de acceso a una aldea de 500 a mil habitantes podría saturarse rápidamente.
- En base a suponer un millón de terminales y un tráfico de entre 0,1 y 0,2 erlangs por terminal público, el segmento espacial proporcionaría una capacidad equivalente de 100.000 a 200.000 circuitos de satélite compartidos.

El segmento terreno de Aquila puede funcionar con los satélites existentes, usando transpondedores idénticos a los empleados en la emisión de televisión. Sin embargo, el despliegue de un sistema Aquila en un continente como África requerirá recursos especiales de los que no se dispone hoy día. Alcatel puede optimizar todo el sistema, incluyendo el satélite, para obtener el mejor equilibrio entre las necesidades de capacidad y los costes de comunicación caso por caso.

■ Concepto de Alta Capacidad

Desde un punto de vista de capacidad, el satélite se puede contemplar como un concentrador, teniendo en cuenta que los enlaces de los satélites entre pequeños terminales y pasarelas se hace de forma dinámica llamada a llamada utilizando DAMA (acceso múltiple con asignación por demanda). El tráfico máximo de todos los terminales se determina por el número de circuitos de satélite que se pueden establecer simultáneamente. Esto se determina por el ancho de banda total disponible y por las limitaciones de potencia de los transpondedores, de acuerdo al balance de enlace.

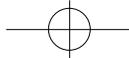
Si el satélite forma parte del sistema Aquila, este se ha diseñado para alcanzar el balance óptimo entre potencia del satélite y el ancho de banda. En este caso, la capacidad del satélite depende de:

- Del grado de compresión proporcionado por los codificadores de señales vocales que se utilizan para reducir la tasa de información telefónica;
- La eficacia de las técnicas de modulación usadas para reducir la utilización del ancho de banda;
- Reutilización del haz estrecho y de la frecuencia de polarización cruzada.

Una combinación de estas técnicas puede proporcionar una alta capacidad desde una única posición orbital a todos los abonados, con una conectividad que va más allá de la de un acceso a RTPC local. Esta alta capacidad se puede implementar mediante satélites contiguos.

La pregunta es, ¿por qué se debería proporcionar toda la capacidad desde una única posición orbital? La respuesta es que se mejora la conectividad. Si los dos satélites se sitúan en diferentes posiciones orbitales, los pequeños terminales apuntarían hacia una de las dos direcciones. Si inicialmente se despliega un único satélite para servir a todo el área de cobertura (como en el caso de una cobertura multinacional), cuando se despliega un segundo satélite, los STs de la misma zona apuntarán en las dos direcciones, haciendo imposible establecer enlaces ST-ST de un solo salto. Ello también requerirá dos veces más de pasarelas.

Para evitar esta situación, ambos satélites tendrían que lanzarse al tiempo y dividir



las zonas de cobertura terrena entre ellos. Esto reduciría la flexibilidad, ya que sería difícil modificar el reparto de tráfico entre los dos satélites realineando un gran número de STs al otro satélite. Otras desventajas incluyen una pérdida de la conectividad entre STs que operan con diferentes satélites (salvo al utilizar un doble salto) y un incremento del coste como resultado de tener que lanzar dos satélites a la vez, aunque esto no está garantizado por el tráfico inicial.

Codificador de señales vocales (vocodificador) de baja tasa

La calidad del servicio y la capacidad del sistema Aquila se basan en el tipo de vocodificador elegido por Alcatel. La calidad de la transmisión telefónica está determinada principalmente por el vocodificador antes que por la señal que se transmite realmente. Los límites de transmisión tienen más que ver con la disponibilidad que con la calidad. La degradación de un vocodificador depende básicamente de la técnica de compresión. La calidad del vocodificador se expresa generalmente como un MOS (nota media de opinión), que se determina por pruebas subjetivas realizadas en laboratorios especializados. El significado de la escala MOS se resume en la **Tabla 1**.

Aquila utiliza dos tipos de software de vocodificador, seleccionados entre los mejores productos disponibles (**Tabla 2**).

El método de acceso descrito más adelante permite seleccionar dinámicamente la tasa de codificación, permitiendo, por ejemplo, la asignación de la más alta (mejor calidad) cuando el tráfico total esté por debajo de la capacidad máxima o cumplir con las necesidades de las diferentes calidades de servicio.

Calidad	Excelente	Buena	Media	Pobre	Mala
MOS	5	4	3	2	1

Tabla 1 - Significado del MOS del vocodificador.

Calidad	Tasa de codificación	MOS
Estándar	2,4 kbit/s	3,6
Interurbana	4,8 kbit/s	4,0

Tabla 2 - MOS para los vocodificadores seleccionados

Eficacia en la utilización del ancho de banda

La utilización de QPSK (modulación por desplazamiento de fase en cuadratura) con FEC (corrección de errores en recepción), conjuntamente con técnicas eficaces de sincronización de frecuencias para alcanzar circuitos de satélites (en las dos direcciones) con un espaciado entre portadoras muy estrecho con vocodificadores estándar, puede ocupar una banda de frecuencias de sólo 8 kHz. Para aplicaciones típicas de 9 kHz por circuito, cada transpondedor de ancho de banda de 36 MHz puede proporcionar más de 3.600 circuitos de tráfico simultáneos (recuerde que del 5 al 10% se usan para señalización).

Reutilización de frecuencias

Un sistema Aquila con un segmento espacial integrado utiliza dos métodos para reutilizar la frecuencia:

- Utilización de dos polarizaciones ortogonales dentro del haz.
- Reutilización de la frecuencia entre haces puntuales con el adecuado aislamiento espacial. En todos los casos analizados hasta hoy con amplias zonas de cobertura (por ejemplo, África), se puede alcanzar una reutilización de la frecuencia espacial de entre 2 y 2,5.

Consecuentemente, un satélite diseñado para el sistema Aquila alcanzará un factor de reutilización de frecuencias total entre 4 y 5. De esta forma, un satélite que utilice la banda de frecuencias de 500 MHz podría proporcionar un ancho de banda efectivo de 2 a 2,5 GHz, equivalente a 15 ó 16 transpondedores de 36 MHz ó 180.000 a 216.000 circuitos de

satélite. Asumiendo un tráfico medio de 0,1 erlangs por terminal en la hora de pico, esta capacidad es suficiente para la conexión de 1,8 a 2,2 millones de terminales.

Tal cantidad de transpondedores de alta potencia no se pueden implementar en un único satélite, sino en dos satélites contiguos. El segundo no se necesita lanzar hasta que sea necesario cumplir con el crecimiento de tráfico; puede llevar de cinco a siete años el desplegar un millón de terminales. Este método minimiza tanto la inversión inicial como los riesgos financieros.

Compromiso entre calidad, disponibilidad y capacidad

La calidad y la capacidad se pueden comprometer al seleccionar la tasa del vocodificador. Además, cuando se funciona en la banda Ku, la reducción de la disponibilidad causada por la atenuación, debida a la lluvia, puede afectar a la capacidad. Las limitaciones prácticas de potencia de los transpondedores de satélites puede dificultar alcanzar un margen de lluvia suficiente para llegar a la alta disponibilidad con una total utilización del ancho de banda. Una forma pragmática es comparar la disponibilidad del enlace disponible con la accesibilidad del usuario. En el caso de una línea de usuario cargada a 0,1 erlangs, esto quiere decir que la probabilidad de alcanzar al usuario (accesibilidad) es del 90%, debido a que la línea se usa el 10% del tiempo. Si consideramos que la no disponibilidad de una línea de usuario lleva a una degradación del servicio similar a su inaccesibilidad, no es necesario intentar llegar a una disponibilidad de la transmisión del 99,9%. Con un objetivo de disponibilidad del 99% durante el peor mes del año (99,7% en todo el año), es posible mantener una utilización eficaz del ancho de banda incluso en áreas tropicales.

Además, la flexibilidad de los parámetros de transmisión (selección de la velocidad de transmisión, selección del FEC) se puede usar para cumplir las necesidades de los operadores.

■ Características Técnicas

El sistema Aquila puede proporcionar acceso a la mayoría de las redes, como se muestra en la **Figura 2**.

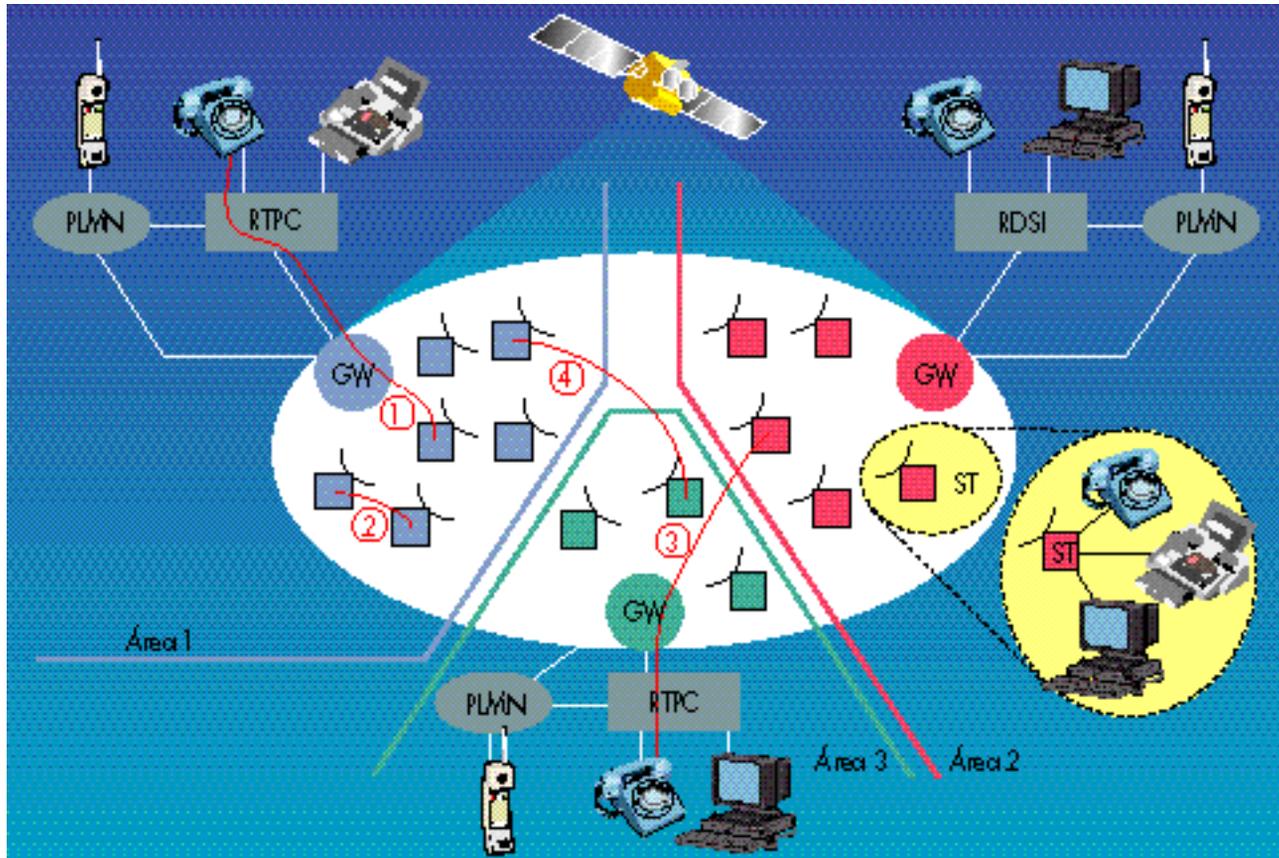
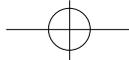


Figura 2 - Integración de Aquila.

Arquitectura de red

El segmento terreno de Aquila ofrece dos servicios independientes:

- Telefonía rural, que permite la comunicación de datos en banda de voz, fax y teléfono entre pequeños terminales y las redes públicas existentes (RTPC/PLMN, y RDSI), así como entre dos pequeños terminales.
- Acceso a Internet, que permite a los pequeños terminales el acceso a los ISPs (proveedores de servicios Internet).

Cada terminal puede tratar todos los servicios anteriores (salvo los servicios de enlaces), y proporcionará un conector de salida para las señales de TV en la banda L.

La telefonía rural y el acceso a Internet son independientes ya que utilizan recursos espaciales dedicados (portadoras), y tienen diferentes esquemas de comunicación en las pasarelas (ST a ISP para Internet, ST a RTPC/PLMN o ST a ST en telefonía rural). Sin embargo, am-

bas comparten una serie de herramientas (gestión, seguridad, tratamiento de la llamada) y necesitan estar muy sincronizadas para permitir su utilización al mismo tiempo.

Conectividad de red

Aquila no es solamente una suma en serie de pequeñas redes en estrella independientes en torno a pasarelas locales. Con simples pasarelas independientes, un usuario que realiza una llamada desde un pequeño terminal (ST) a un abonado RTPC, situado cerca de otro conmutador, tendría un circuito encaminado a través de una conexión terrestre (enlace conectando los conmutadores). Esto aumentaría el tráfico de los enlaces y degradaría la calidad, especialmente si los enlaces lo fueran también del satélite (doble salto).

Para evitar esta situación, Aquila utiliza el concepto de encaminamiento optimizado. La **Figura 3** resume todas las facilidades de los enlaces. Cuando un abonado (por ejemplo, ST4-B en la figura) unido a

la pasarela B quiere llamar a un abonado RTPC cercano a la pasarela A, se establece un enlace de tráfico directamente entre ST4-B y la pasarela A utilizando un único salto de satélite. El tráfico se encamina independientemente de la señalización utilizada para establecer la llamada (centralizado en una pasarela central, como se describe más adelante en la parte de la red).

Tan pronto como se pueda establecer un enlace de satélite entre un ST y cualquier pasarela, el encaminamiento optimizado permitirá que se puedan hacer llamadas internacionales desde los pequeños terminales (si las autorizan los operadores de las redes nacionales).

El dimensionamiento de la transmisión ha sido diseñado para permitir enlaces directos ST a ST en un único salto. El encaminamiento optimizado también se utiliza para enlaces ST a ST, permitiendo que dos STs, unidos a diferentes pasarelas, establezcan un circuito de tráfico en un único salto (por ejemplo, ST5-B a ST6-C en la **Figura 3**).

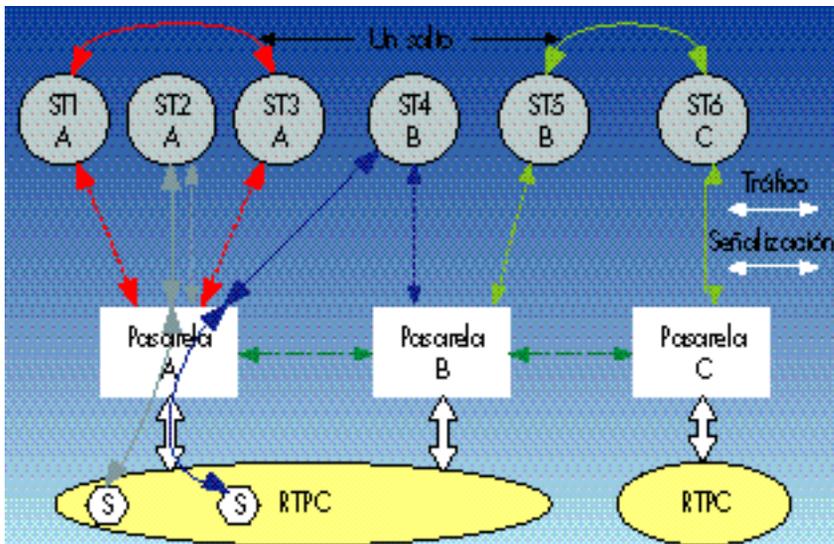


Figura 3 - Conectividad de Aquila.

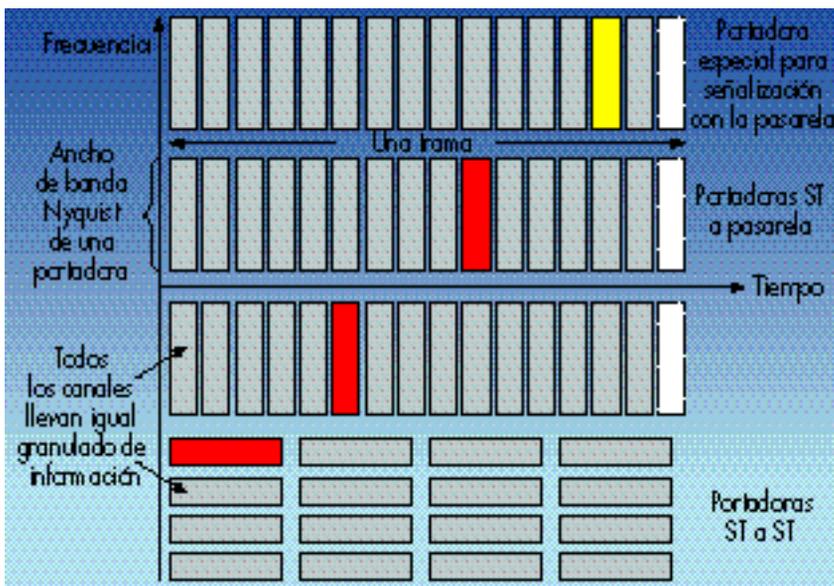


Figura 4 - Acceso FDMA/TDMA multivelocidad.

Acceso al satélite

El acceso compartido al satélite (por todos los enlaces del sistema Aquila) se basa en una técnica FDMA/TDMA de multivelocidad con tramas sincronizadas en el satélite. Cada canal temporal transmitido en una portadora TDMA representa un gránulo de información fija, con una velocidad codificada igual a 4,8 kbit/s (2,4 kbit/s codificada con FEC1/2). El número de canales usados por cada tipo de servicio es variable. Por ejemplo, un canal de telefonía con un vocodificador de 2,4 kbit/s usará dos canales, un canal de fax de 9,6 kbit/s cuatro, etc.

La velocidad de transmisión en estas portadoras TDMA es proporcional al número de canales en la trama. Como la potencia necesaria para transmitir estas portadoras es proporcional a la velocidad, lo es también al número de canales en la trama. Para pequeños terminales de potencia limitada, la velocidad de la portadora TDMA estará limitada, dependiendo de la dirección del enlace. La transmisión a las pasarelas necesita menos potencia que a otro terminal, por lo que se alcanzan mayores velocidades.

Esta técnica permite que los terminales transmitan a la más alta velocidad compatible con su límite de potencia. En otras

palabras, cada terminal ajusta su velocidad de transmisión para cumplir con cada tipo de enlace, lo que permite que el terminal utilice toda su capacidad, si la requieren los servicios. Otras estaciones pueden utilizar canales no usados (la asignación la realiza el sistema DAMA).

Los principios se muestran en la **Figura 4**, en una representación tiempo-frecuencia de las portadoras TDMA transmitidas, como se ve en el satélite.

Un terminal puede transmitir un canal para telefonía con otro terminal en una portadora de baja velocidad y otro en la misma trama sobre una portadora de mayor velocidad con una pasarela. La única limitación es que no se deben solapar los canales transmitidos por un terminal dentro de una trama (sólo se transmite una portadora cada vez).

La representación tiempo-frecuencia se puede interpretar como una matriz de recursos de satélite. Cada vez que se establece una llamada, el sistema DAMA asociado con la pasarela asigna el (los) canal (es) disponible (s) de su matriz (la selección de la frecuencia y de la posición del canal en cada trama).

De esta manera, es posible proveer a cada terminal con más de un servicio simultáneamente (líneas múltiples de teléfono o fax/datos) utilizando un único módem. Además, la transmisión a la máxima velocidad, cumpliendo los balances de enlace, limita los problemas de estabilidad de frecuencia y de ruido de fase que se podrían esperar al utilizar otras técnicas, tales como SCPC (un solo canal por portadora) a 2,4 kbit/s.

En configuraciones típicas, la transmisión de ST a ST se puede hacer utilizando una portadora de ocho canales, y desde ST a pasarela con una portadora de 16 canales, resultado de las limitaciones de potencia del terminal. En el caso de la transmisión de pasarela a ST, el factor limitativo es la potencia de proceso del demodulador del terminal (portadora de 64 canales).

La estructura de tramas usada en el modo circuito también se utiliza en el modo de transmisión de paquetes para acceso a Internet, con el fin de hacer más eficaz la utilización de los recursos del espacio.

Pequeño terminal

La **Figura 5** muestra los dos principales componentes del terminal y los servicios opcionales, mientras la **Figura 6** es un

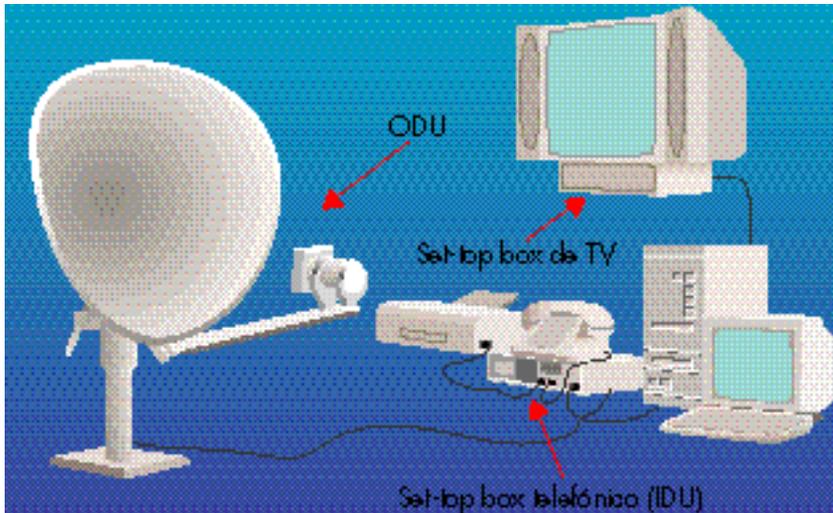
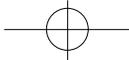


Figura 5 - Pequeño terminal.

diagrama funcional simplificado. Estas dos figuras muestran un ejemplo de un terminal personal con una unidad de interior multiservicio, consistente en:

- Unidad de exterior con una antena y una caja que contiene el equipo de RF (radio frecuencia) que incluye la alimentación activa y el módem. El amplificador de potencia de estado sólido y el amplificador de bajo ruido se integran con el alimentador en la caja de "alimentación activa".
- Unidad de interior, también conocida como set-top box de telefonía, que realiza el proceso de banda base de la señal y proporciona las interfaces de usuario.

Un único cable conecta la unidad exterior con la interior. Transporta tres tipos de señal:

- Suministro de potencia desde la unidad de interior a la de exterior.
- Transmite y recibe tramas para telefonía, fax y datos.
- Recibe la banda IF (frecuencia intermedia) remotamente conectada a una interface de la unidad de interior para la conexión de set-top boxes externos, del tipo utilizado con los receptores de TV.

Las principales facilidades del pequeño terminal de usuario son:

- Agilidad de frecuencia dinámica permitiendo el salto de frecuencia y polarización sobre cualquier portadora TDMA, en recepción y transmisión.
- Cuatro accesos de antena (dos polarizaciones): dos de recepción más dos de transmisión.

Los dos accesos de recepción y los dos de transmisión se conmutan dinámicamente en los accesos de RF de los convertidores elevadores y reductores de frecuencia, para permitir el salto de polarización durante la operación normal.

Además, los accesos de recepción se reducen usando un DRO (oscilador de resonador dieléctrico) a la banda L, que es compatible con la interface set-top-box de TV (acceso remoto proporcionado en la unidad de interior):

- Facilidad multilínea, multiservicio: en línea con las facilidades TDMA/FDMA, un terminal puede acomodar diferentes servicios de velocidad (por ejemplo, telefonía estándar a 2,4 kbit/s o fax a 9,6 kbit/s) o servicios simultáneos.
- Diseño de bajo consumo de potencia compatible con alimentación con panel solar.
- Cifrado de la información transmitida.
- Lector para tarjetas de previo pago/identificación de terminal.
- Herramientas integradas de ayuda con instalación de terminal, incluyendo:
 - antena precisa apuntada por el usuario basada en la técnica de alimentación activa y utilizando la pantalla de la unidad de interior;
 - control remoto y supervisión del terminal por la pasarela;
 - carga de software (por ejemplo, para actualizar el software del vocodificador).

Se dispone de dos versiones de terminal. La versión de banda C se equipa con una antena elíptica (1,5x0,9m a 1,8x1,1m) pa-

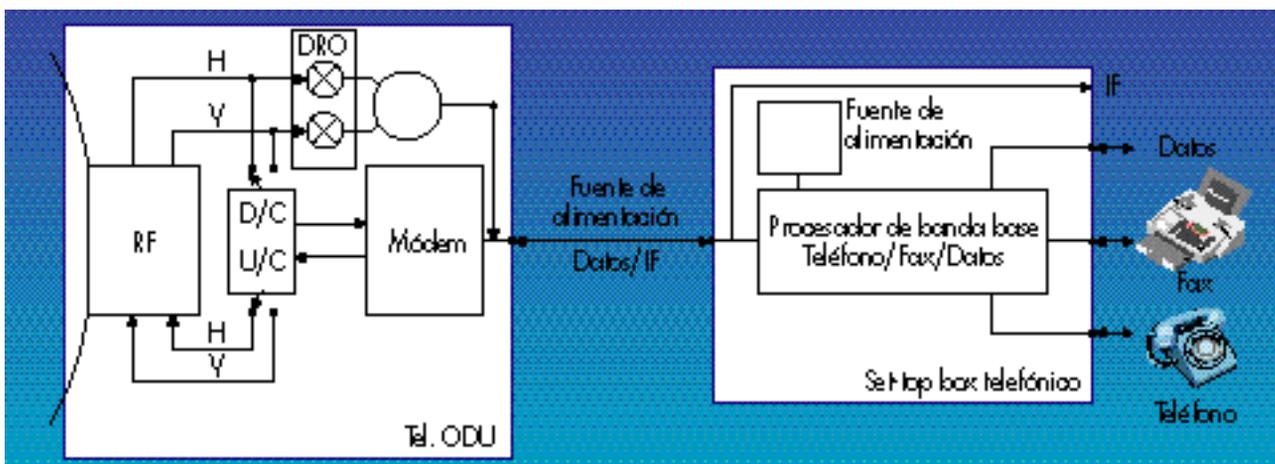


Figura 6 - Diagrama funcional de un pequeño terminal.

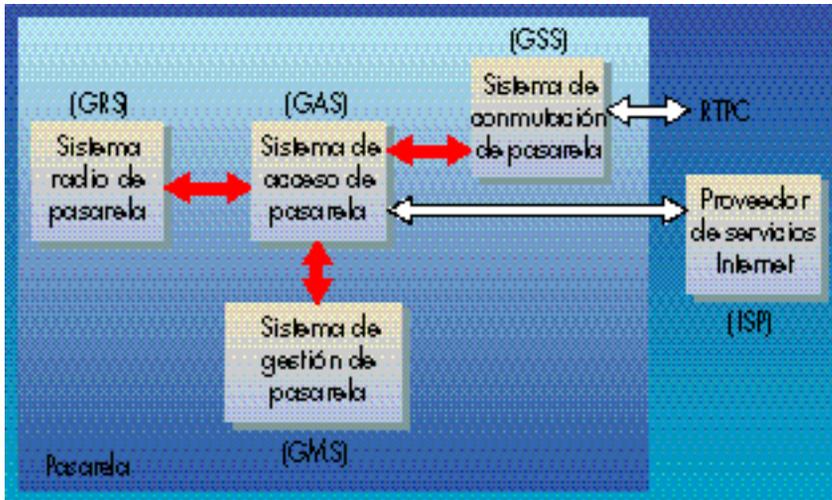


Figura 7 - Principales componentes de una pasarela.



Figura 8 - Pasarela Ku.

ra mejorar el aislamiento entre satélites adyacentes. En contraste, la versión de banda Ku utiliza una antena circular con un diámetro entre 0,9 y 1,2m, dependiendo del clima local.

■ Pasarelas

La **Figura 7** muestra los cuatro principales componentes de una pasarela:

- Subsistema GRS, que consta de equipo de RF dimensionado de acuerdo con el tráfico de la pasarela.
- Subsistema GAS, que lleva los módems de tráfico y de señalización, incluyendo el sistema DAMA.
- GSS, que proporciona todas las funciones de conmutación de la pasarela y la interface con la RTPC.
- GMS, que es responsable de la gestión global de la pasarela.

La **Figura 8** muestra un pequeño sistema de radio pasarela con una antena de 3m. para operación en banda Ku, que puede tratar la conexión de entre 1.000 y 5.000 pequeños terminales.

■ Conclusión

Aquila es un concepto de acceso de usuario final basado en el uso de enlaces de satélite. Su principal objetivo es generar un mercado lo suficientemente grande como para que los pequeños terminales puedan fabricarse en serie, permitiendo que los costes de conexión sean lo bastante bajos para su uso en áreas de países en vías de desarrollo, con población muy dispersa. Se proporciona apoyo logístico para ayudar a los operadores en el despliegue de dichas redes.

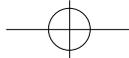
Aunque su principal aplicación sea proporcionar acceso telefónico básico, el diseño soporta acceso Internet para proveedores de servicios y permite la futura evolución para soportar servicios multimedia.

El diseño de Aquila es altamente flexible, permitiendo su configuración para adaptarse a los requisitos de los operadores de la red (pasarelas grandes o pequeñas) y a los recursos espaciales disponibles (velocidad de transmisión seleccionable, modo de modulación, FEC, etc.)

Jean Bléret es Director del Spatial Systems Project Group, en Alcatel Access Division, Nanterre, Francia.

Jean-Pierre Dehaene es ingeniero senior e Alcatel Access Division, Nanterre, Francia.

Philippe Labaye es consultor en International Business Development in the Alcatel Access Systems Division, Nanterre, Francia.



REDES SUBMARINAS DISEÑADAS PARA REQUISITOS ESPECÍFICOS DE COMUNICACIONES

J-P. BLONDEL
B. LE MOUËL

Las nuevas tecnologías de sistemas submarinos ofrecen una gran capacidad y conectividad de red, que son muy adecuadas para las necesidades de comunicación locales y regionales.

■ Introducción

Históricamente, la transmisión por cable submarino ha sido conocida por sus aplicaciones transoceánicas, típicamente enlaces transatlánticos y transpacíficos. Sin embargo, las nuevas tecnologías, como Multiplexación por División en Longitud de Onda (WDM) y los enlaces sin repetidores de larga distancia han ido ampliando su campo de aplicación. En particular han hecho posible el desarrollo de sistemas competitivos para redes submarinas locales y regionales.

Ambas tecnologías desempeñan un papel importante en la mejora de los servicios de telecomunicación de los países menos desarrollados del mundo, que actualmente tienen una densidad telefónica baja. El sistema WDM con repetidores puede conectar continentes, como África, al resto del mundo acercándolos a la comunidad internacional y potenciando su crecimiento económico.

Muchas de las ciudades más grandes de África y de otros continentes, están situadas a lo largo de la costa. En muchos casos, los enlaces submarinos sin repetidores ofrecen un medio competitivo para establecer una red regional de comunicaciones que interconecte ciudades costeras. Esta red también les puede proporcionar acceso a los enlaces internacionales submarinos transoceánicos más importantes.

Mediante una prudente combinación de ambas tecnologías, es posible tender redes submarinas que satisfagan completamente las necesidades locales y regionales de comunicaciones, particularmente de los países en desarrollo.

■ Sistemas WDM

Principios

Los cables submarinos que se han instalado en los últimos años utilizan tecnología de amplificación óptica. En tales sistemas, las pérdidas de la fibra se compensan de forma regular mediante amplificadores ópticos de fibra dopada con erbio, ubicados dentro de los repetidores. La ventaja clave de estos sistemas de amplificación óptica sobre los sistemas regenerativos anteriores radica en poder prescindir de electrónica de alta velocidad sumergida, lo cual permite aumentar la velocidad de transmisión. Por lo tanto, se han podido instalar sistemas de alta fiabilidad con una capacidad de 5 Gbits/s por cada par de fibra, por ejemplo el TAT 12/13 (cable transatlántico) y el APCN (Red de Cable del Pacífico Asiático).

La actual generación de cables submarinos está utilizando otra ventaja singular de la amplificación óptica de fibra dopada con erbio, que permite amplificar simultáneamente varias longitudes de onda, lo cual prepara el terreno para la multiplexación por división de longitud de onda. Ésto significa transmitir varios canales por la misma fibra, cada uno con una longitud de onda distinta.

En la banda entre los 1530 y los 1560 nm, y con un espaciado habitual entre canales de 1nm, se pueden utilizar potencialmente varias decenas de canales. Se están industrializando sistemas de WDM de 8 x 2,5 Gbit/s. Tales sistemas tienen una capacidad global de 20 Gbit/s y se prevé una capacidad superior a 100 Gbit/s

con mayor número de canales y mayor velocidad por cada uno de ellos.

Los componentes ópticos que se necesitan para los sistemas WDM, tales como transmisores operando a una longitud de onda dada, multiplexores y demultiplexores, están en fase de industrialización.

Los sistemas WDM ofrecen los siguientes beneficios principales comparados con los sistemas convencionales de canal único:

- Mayor capacidad global, aún usando una velocidad moderada por canal;
- El tráfico se distribuye entre varias longitudes de onda, permitiendo nuevas técnicas de interconexión en red.

Visión general de la red submarina

La **Figura 1** muestra la estructura de una red submarina típica. Los segmentos que aparecen en dicha arquitectura pueden representar miles de kilómetros de longitud. Los principales elementos que figuran son:

- Cable submarino que incorpora fibra óptica diseñada para transmisión a larga distancia.
- Repetidores sumergidos incluyendo amplificadores ópticos para compensar las pérdidas del cable. Un repetidor puede albergar amplificadores hasta para cuatro pares de fibra.
- Unidad de Alimentación de Energía (PFE) que proporciona energía eléctrica a los repetidores.
- Equipamiento de la estación que incluye Equipo Terminal de Línea Submarina, equipo de transmisión de Je-

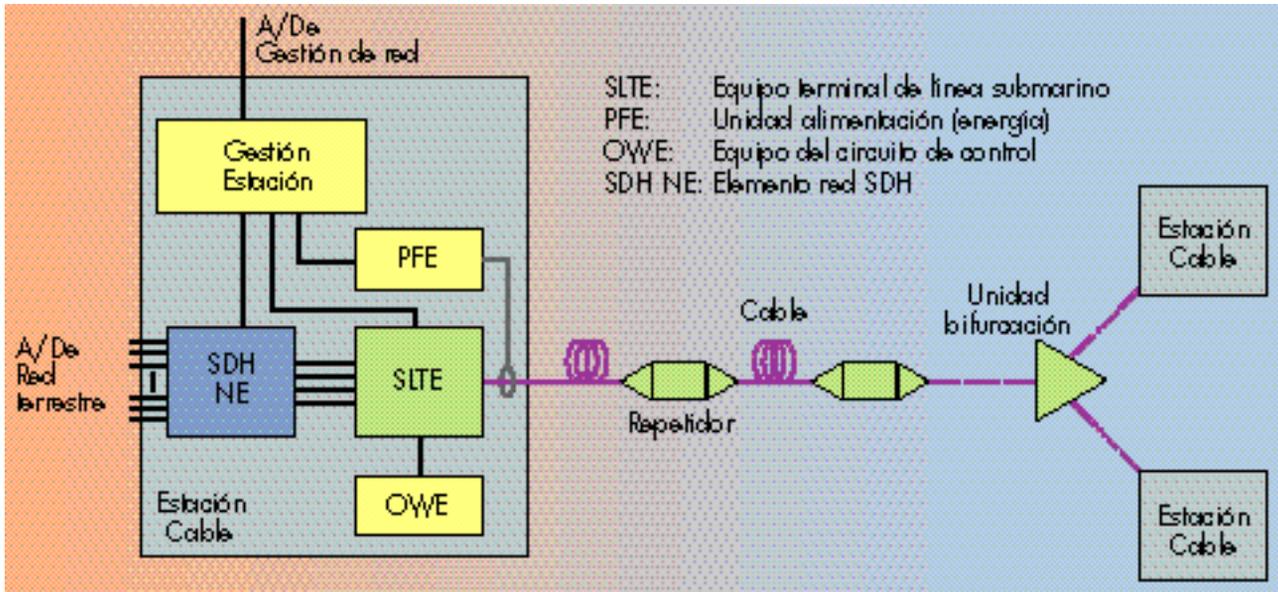


Figura 1 - Esquema funcional de un sistema submarino con repetidor.

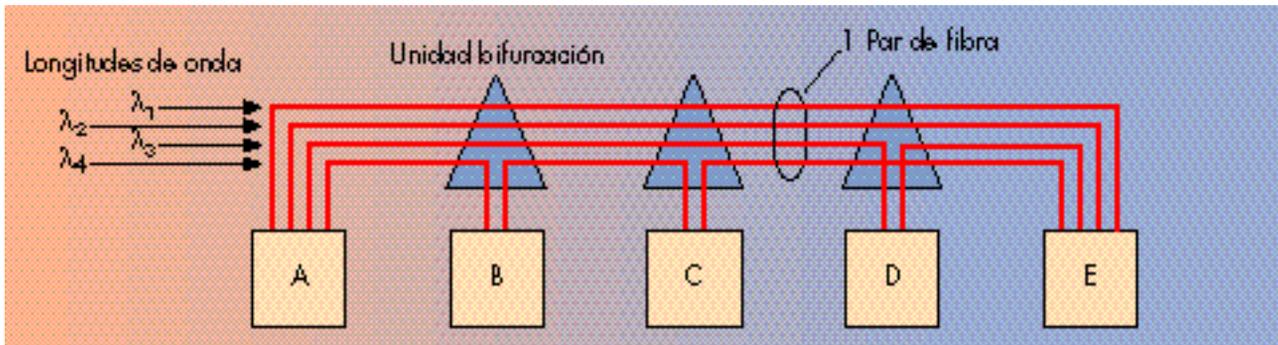


Figura 2 - Ejemplo de topología y conectividad de una red bifurcada WDM.

rarquía Digital Síncrona (SDH) y gestión de red.

- Unidades submarinas de bifurcación en las que se agregan o extraen longitudes de onda. La función de agregar-extraer una longitud de onda es específica de las redes WDM y más adelante se tratará su impacto en el diseño de la red.

Conectividad de las redes WDM

La ventaja principal del WDM para diseñar redes se basa en que el tráfico se comparte entre varios canales que viajan independientemente por la fibra óptica, haciendo posible encaminar selectivamente diversas partes del tráfico de acuerdo con las necesidades de la red y del propio tráfico. El esquema fundamental para encaminar los diversos canales se basa en agre-

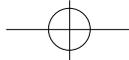
gar y extraer longitudes de onda en las unidades de bifurcación submarinas (1).

La **Figura 2** muestra un ejemplo de una topología bifurcada de red. Consiste en una rama principal que va de la estación A a la estación E, con derivaciones en las estaciones B, C y D. La rama principal puede tener una longitud de varios miles de kilómetros y las estaciones pueden estar en países diferentes. Las características principales de esta configuración son:

- Se utiliza la WDM para asegurar que la conectividad está bien adaptada a las necesidades de tráfico. Por ejemplo, se utilizan dos longitudes de onda entre las estaciones A y E porque esta conexión es una vía de tráfico importante. De la misma forma, algunas otras estaciones (por ejemplo, A y D) también están directamente conectadas.

- Algunas estaciones han de estar mediatizadas. Por ejemplo, la conexión entre las estaciones B y D debe pasar a través de la estación A. Se puede mejorar la conectividad o aumentar el número de estaciones incrementando el número de longitudes de onda o añadiendo más pares de fibra. Obviamente, existe un compromiso entre el costo de la red y la conectividad alcanzable.

El equipo de SDH instalado en las estaciones dependerá de la funcionalidad de red requerida. Como mínimo, consistirá en multiplexores. Los multiplexores con la función de agregar-extraer se utilizan cuando sea necesario para la red terrestre. Los transconectores se utilizan para encaminar el tráfico cuando sea necesario para conseguir la conectividad requerida.



Los principales beneficios de la WDM para su conectividad en red son:

- WDM proporciona una mayor conectividad, a la vez que minimiza el tráfico de tránsito, reduciendo, por lo tanto, los costes de comunicación, mejorando la eficacia general de la red y garantizando la independencia del tráfico.
- La capacidad de agregar tráfico puede ser enorme, a pesar de que la velocidad en bits/s del canal pueda ser moderada (2,5 Gbit/s hoy en día). De esta forma, se es compatible con el equipamiento terrestre de SDH y la granularidad fina permite que la capacidad sea ampliada de forma progresiva.

El primer gran sistema submarino en usar la tecnología de conectividad en red basada en agregar y retirar longitudes de onda ha sido el SEA-ME-WE3 (Sudeste Asiático-Oriente Próximo-Europa Occidental).

Diseño del sistema WDM

Introducción

Los sistemas de amplificación óptica requieren un diseño diferente de los sistemas regenerativos en los que la señal óptica era detectada por cada repetidor (paso a señal eléctrica) y se retransmitía un pulso regenerado (paso a señal óptica) al si-

guiente repetidor. Consecuentemente, desde el punto de vista de la transmisión, se podía considerar aproximadamente al enlace regenerativo como una concatenación de enlaces sin repetidores, de modo que el diseño del sistema era prácticamente independiente de su longitud.

En los sistemas de amplificación óptica, la misma señal óptica viaja a través de toda la longitud del enlace, de modo que cualquier degradación se acumula a lo largo del trayecto extremo-a-extremo de la señal óptica. Como resultado, el diseño del sistema, y particularmente el espaciamiento entre repetidores, es totalmente dependiente de la longitud total del sistema.

Espaciamiento entre repetidores

Dos fenómenos limitan el espaciamiento entre repetidores y lo hacen dependiente de la longitud total y del número de canales. Por una parte, el ruido del amplificador óptico (2) degrada la señal a medida que avanza por la línea, de modo que la potencia de entrada al repetidor debe ser suficientemente alta. Por otra parte, los efectos no lineales (3) limitan la potencia de salida del repetidor. Así la ganancia del repetidor y, por tanto, el espaciamiento entre los mismos están limitados.

Cuanto mayor sea la longitud del sistema, mayores son las restricciones y menor es el espaciamiento entre repetidores. De for-

ma similar, a medida que crece el número de canales, el límite en la potencia de salida del repetidor obliga a que ésta deba compartirse entre los canales y que, también, disminuya el espaciamiento entre repetidores.

La **Figura 3** muestra el espaciamiento típico entre repetidores, en función de la longitud total del sistema y del número de canales. Naturalmente, y de acuerdo con el propio concepto de diseño, cada sistema ha de optimizarse para satisfacer los requisitos específicos tales como el número de unidades de bifurcación y los márgenes requeridos para reparación de los cables.

Cuestiones específicas asociadas a la WDM

Además de la optimización en el espaciamiento entre repetidores, los sistemas WDM con amplificación óptica requieren terminales de línea submarinos dedicados (4) y se tienen que gestionar cuestiones específicas de diseño. Un cierto número de aspectos se tratan a continuación para resaltar las tecnologías avanzadas asociadas a tales sistemas.

Una de las principales cuestiones de diseño es la gestión del espaciado entre canales y la anchura de banda del sistema. Considerando la necesidad de minimizar cualquier interacción entre canales y la necesidad de utilizar un ancho de banda total moderado, el espaciado entre canales utilizado para los sistemas actuales WDM N x 2,5 bit/s

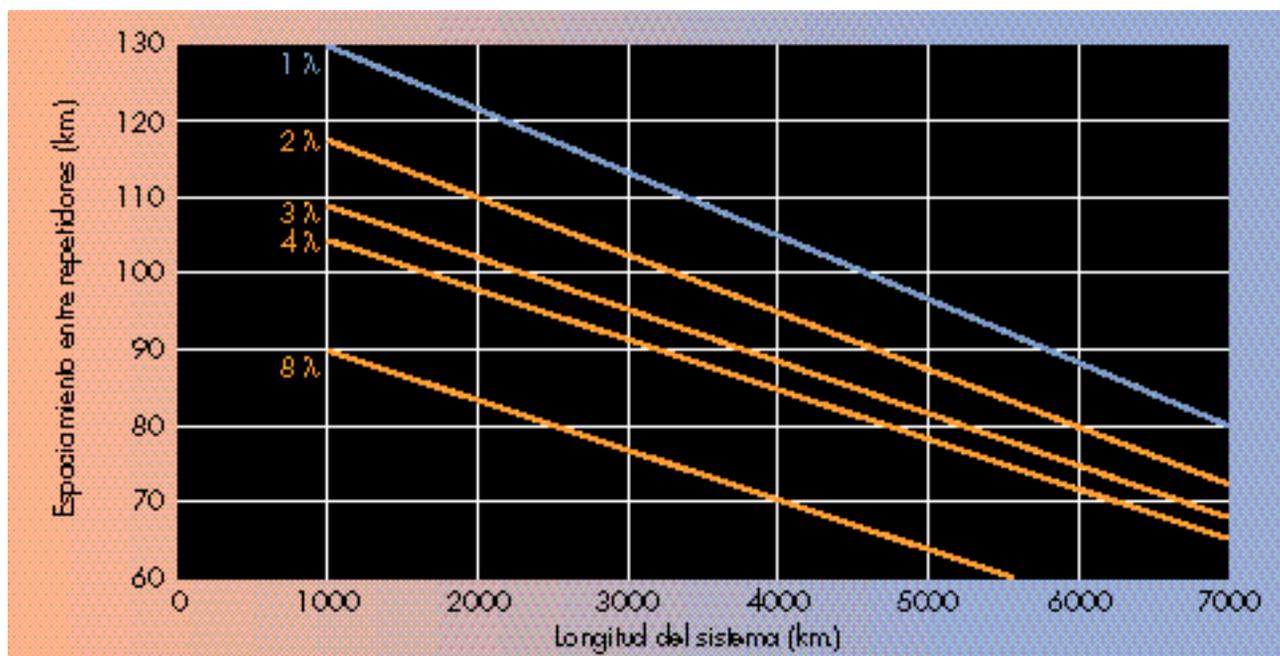


Figura 3 - Espaciamiento de repetidores en función de la longitud del sistema y del número de canales.

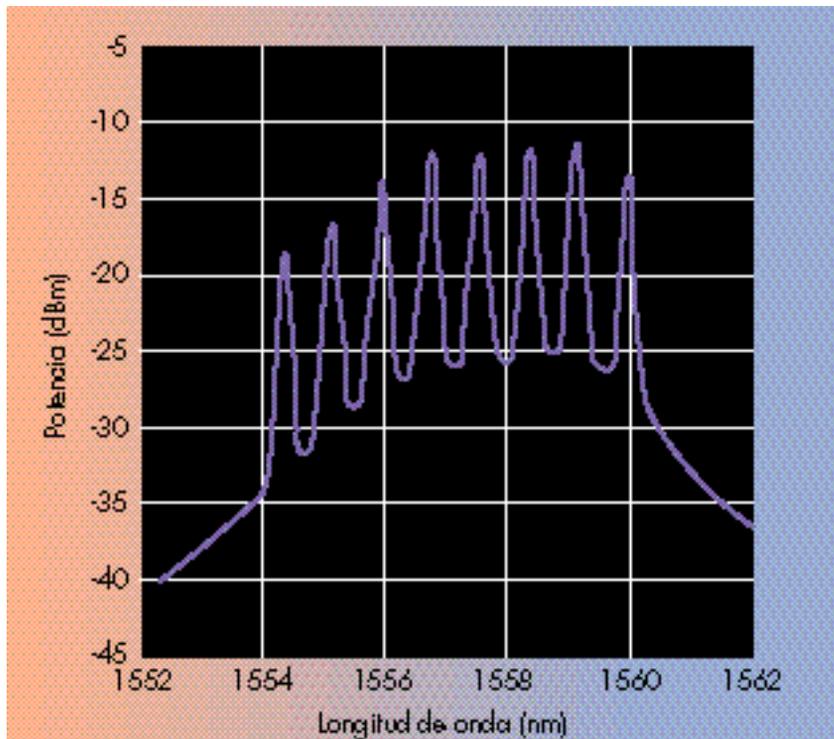
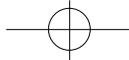


Figura 4 - Espectro óptico al final de un sistema de fibra óptica de 6.000 km. de 8 x 2,5 Gbit/s.

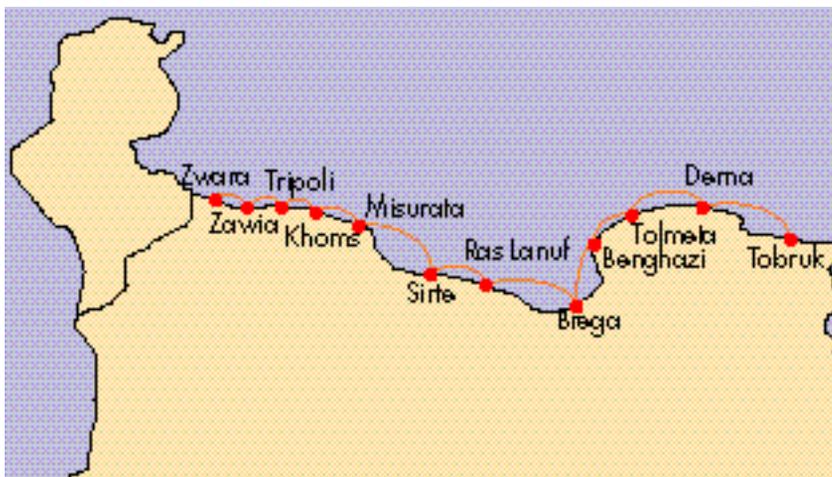


Figura 5 - Cadena costera libia, planificada para su instalación en 1999.

es de 1 nm. Sin embargo, los sistemas submarinos evolucionarán hasta utilizar canales basados en un espaciado de 100 GHz (0,8 nm), el cual ha sido estandarizado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) y que ya está siendo utilizado en los sistemas terrestres.

Para poder usar dicho espaciado entre canales y un gran número de éstos, se debe optimizar muy cuidadosamente el aplanamiento de la ganancia del repetidor en función de la longitud de onda. Además,

los canales también se emiten desde el terminal de transmisión con potencias ligeramente diferentes para compensar cualquier irregularidad residual en la zona plana de la curva de ganancia del repetidor, de tal manera que todos los canales llegan con la misma relación señal-ruido al final del enlace. Este esquema de pre-énfasis se optimiza para cada sistema.

La Figura 4 muestra el espectro óptico al final de un sistema de laboratorio de 6.000 km. de 8 x 2,5 Gbit/s (5).

Otro aspecto tecnológico importante en los sistemas submarinos WDM es la gestión de la dispersión cromática en la fibra. Se utiliza una fibra de dispersión desplazada con una dispersión cromática media alrededor de -2 ps/nm/km. para sistemas WDM de $N \times 2.5$ Gbit/s; para compensar se insertan a intervalos regulares (cada pocos cientos de kilómetros) secciones de fibra estándar con una dispersión cromática positiva de alrededor de +20 ps/nm/km.

Protección contra errores mediante técnicas FEC

El diseño del sistema también considera la utilización de la técnica FEC. El código 239/255 ReedSolomon, que ya se ha utilizado industrialmente, puede convertir una Tasa de Errores de Bit (BER) de 10^{-4} a un BER menor de 10^{-10} después de la corrección, llegando a una operación virtualmente libre de errores. La utilización de la corrección de errores aumenta el margen del sistema y permite usar espaciamientos mayores entre repetidores

■ Sistemas sin Repetidores

Campo de aplicación

Los sistemas sin repetidores, como su nombre implica, son sistemas que no disponen de etapas repetidoras intermedias y, por lo tanto, no existe alimentación eléctrica remota por el cable y tampoco componentes sumergidos que sean activos eléctricamente. Los mayores incentivos para los sistemas sin repetidores son su fiabilidad y su bajo coste. Más aún, el número de fibras en el cable no está limitado por los repetidores y se pueden utilizar hasta 48 fibras. Este gran número de fibras permite una gran capacidad al estar combinado con la WDM.

La evolución técnica en el campo de los sistemas sin repetidores ha progresado enormemente en los últimos años, como resultado de la llegada de la amplificación óptica y la disponibilidad de láseres de gran potencia óptica. Además, los sistemas sin repetidores se están desplazando de la operación con canal único a su incorporación a la tecnología WDM, a fin de aumentar la capacidad del sistema.

Los sistemas sin repetidores se utilizan para enlaces isla a isla y continente a islas. Una aplicación especialmente impor-

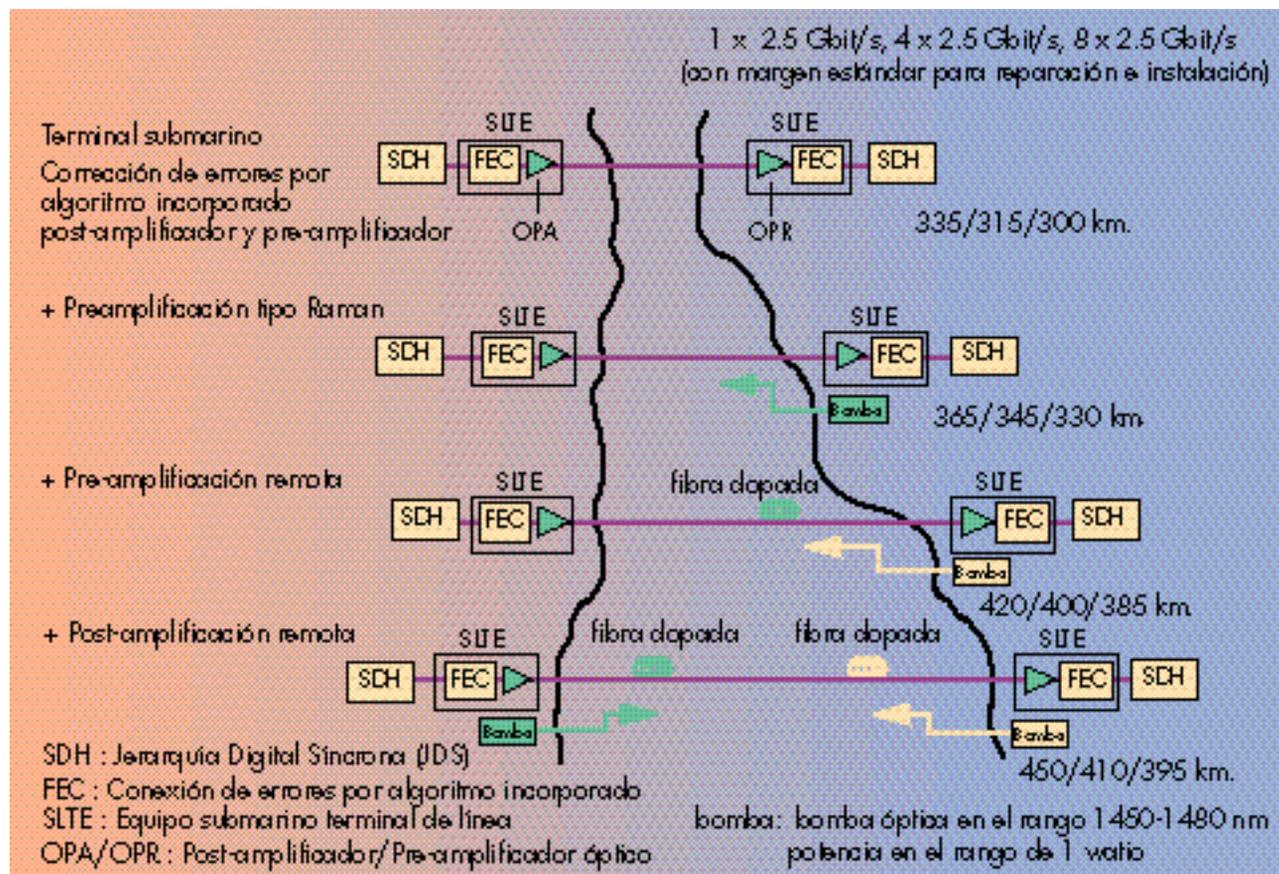


Figura 6 - Sistemas sin repetidores: longitudes y capacidades planificadas para diferentes configuraciones del sistema.

tante son los enlaces costeros en cadena, en los que se utilizan sistemas sin repetidores para proporcionar una red nacional o regional. La **Figura 5** describe, a modo de ejemplo, la conexión por enlaces costeros en cadena en Libia. Este sistema, que está programado para estar operativo en 1999, tendrá una capacidad de 2,5 Gbit/s y utilizará tecnologías ópticas de pre-amplificación y post-amplificación.

Configuración versus distancia

La **Figura 6** muestra varias configuraciones para sistemas sin repetidores, junto con las distancias comerciales programadas para sistemas de cable único de 2,5 Gbit/s y para sistemas WDM de 4 x 2,5 Gbit/s y 8 x 2,5 Gbit/s. Cada fase representada en la configuración sobrepasa un límite en las técnicas de transmisión (6).

Las distancias indicadas en la **Figura 6** tienen en cuenta los márgenes para las pérdidas de instalación, pérdida por reparación de cable y envejecimiento del sistema y son, por lo tanto, menores que en

los experimentos registrados en laboratorio. Por ejemplo, la distancia más larga propuesta para el enlace de 8 x 2,5 Gbit/s es alrededor de unos 400 km., mientras que se había demostrado en laboratorio un sistema experimental de 8 x 2,5 Gbit/s con 461 km. (7).

Fibra de la línea

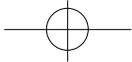
Se prefiere la fibra con dispersión desplazada para los sistemas de gran longitud sin repetidores, esto es debido a que tales sistemas no pueden soportar la dispersión de la fibra estándar. Sin embargo, para tramos de hasta 400 km., los transmisores pueden compensar la dispersión cromática de la fibra estándar, que se sigue utilizando por sus bajas pérdidas. Una ventaja adicional de la fibra estándar consiste en que la gran dispersión cromática es beneficiosa para la transmisión de N x 2,5 Gbit/s de WDM. Los sistemas de gran longitud sin repetidores utilizan preferiblemente la fibra estándar con un núcleo de dióxido de silicio puro, ya que sus pérdidas típicas son solamente 0,18 dB/km.

Post-amplificación y pre-amplificación

La primera configuración de la **Figura 6** muestra el equipamiento SDH asociado con el SLTE; e incluye técnicas de corrección de errores en recepción mediante algoritmo incorporado (FEC) y amplificadores ópticos locales.

Un post-amplificador local aumenta la distancia que puede cubrirse mediante la amplificación de la potencia entregada a la línea. Se pueden usar los post-amplificadores con potencias de salida de hasta +30dBm (1W) aprovechándose de las técnicas avanzadas de transmisión para poder hacer frente a cualquier no linealidad resultante de la alta potencia de la señal.

Los pre-amplificadores locales se utilizan en el terminal receptor para mejorar la sensibilidad, es decir, la potencia mínima requerida por el receptor del sistema para conseguir la tasa de errores de bit de referencia (BER=10⁻¹⁰). Aplicando las técnicas de protección contra errores FEC, se puede conseguir en el laboratorio un BER de 10⁻¹⁰, para 2,5 Gbit/s, con potencias recibidas tan bajas como -49 dBm (40 fotones



por bit).

Pre-amplificación distribuida tipo Raman

Se puede usar un esquema basado en la pre-amplificación distribuida tipo Raman para conseguir distancias mayores de las obtenidas con los amplificadores ópticos locales. El principio (9) se basa en enviar una alta potencia óptica de bombeo con una longitud de onda alrededor de los 1455 nm desde el lado receptor a la fibra de la línea. Como resultado del efecto Raman, se activa la fibra de la línea por la potencia de bombeo y amplifica las señales transmitidas con una longitud de onda alrededor de los 1555 nm. Una potencia de bombeo de 1 W puede incrementar la distancia alcanzable en unos 35 km. Las fuentes de bombeo de muy alta potencia requeridas para esta aplicación están asimismo basadas en el efecto Raman y se las llama por lo tanto Fuentes de Bombeo Raman (10).

Amplificadores de bombeo remotos

Los amplificadores remotos se utilizan para conseguir las máximas distancias. En este caso, como en el anterior, la potencia óptica de bombeo se entrega a la línea utilizando una longitud de onda óptima de 1480 nm. Además, se inserta una sección de fibra dopada con erbio en la línea varias decenas de kilómetros a partir del terminal

que envía el bombeo. Se activa la sección de la fibra dopada mediante el bombeo y amplifica la señal de forma parecida como los amplificadores en línea. Se pueden utilizar bombas tipo Raman con potencias en el rango de 1 W para este esquema.

Los amplificadores remotos se pueden usar en ambos extremos del sistema, pero son mas beneficiosos en el lado de recepción. Las configuraciones con amplificadores remotos todavía cumplen con la definición de sistemas sin repetidores, ya que la alimentación de potencia al cable es óptica en lugar de eléctrica. En 1996, Alcatel instaló un enlace de 350 km. a 2,5 Gbit/s como parte del sistema por fibra óptica Cayman Jamaica, el de mayor longitud sin repetidores jamás instalado (11). El enlace utiliza un pre-amplificador remoto localizado a 63 km. del terminal de recepción.

■ Redes Sin Repetidores Mixtas para WDM

Topologías mixtas de red

Las tecnologías WDM con y sin repetidores van a ser probablemente soluciones complementarias adaptadas a la necesidad específica de grandes redes regionales.

Los sistemas con repetidores resultan adecuados para cubrir distancias muy

grandes -miles de kilómetros- con enormes capacidades hasta, o incluso mayores, de 80 Gbit/s por cable. Los sistemas WDM bifurcados con repetidores, combinados con las unidades de bifurcación, pueden proporcionar la arquitectura adecuada para una red regional amplia.

Los sistemas sin repetidores pueden proporcionar soluciones complementarias competitivas para incrementar la conectividad de la red a nivel nacional o regional. Se puede conectar a la red WDM con si la capacidad es adecuada- distancias de hasta 400 km. Se puede utilizar el mismo equipamiento SDH con STM-16 para ambos enlaces con y sin repetidores. El equipamiento específico, para sistemas con y sin repetidores, es diferente, pero ambos utilizan el mismo sistema de gestión de red de Alcatel; consecuentemente, resulta fácil construir una red integrada que pueda evolucionar fácilmente a medida que cambien los requisitos.

La **Figura 7** muestra un ejemplo de redes con y sin repetidores; también ilustra las opciones para la protección del sistema que pueden utilizarse para prevenir contra fallos del equipo o rotura de cables.

Un cable bifurcado proporciona conectividad entre las estaciones principales, mientras que el nivel de conectividad fina es proporcionado mediante ramales sin repetidores. Cuando el ramal sin repeti-

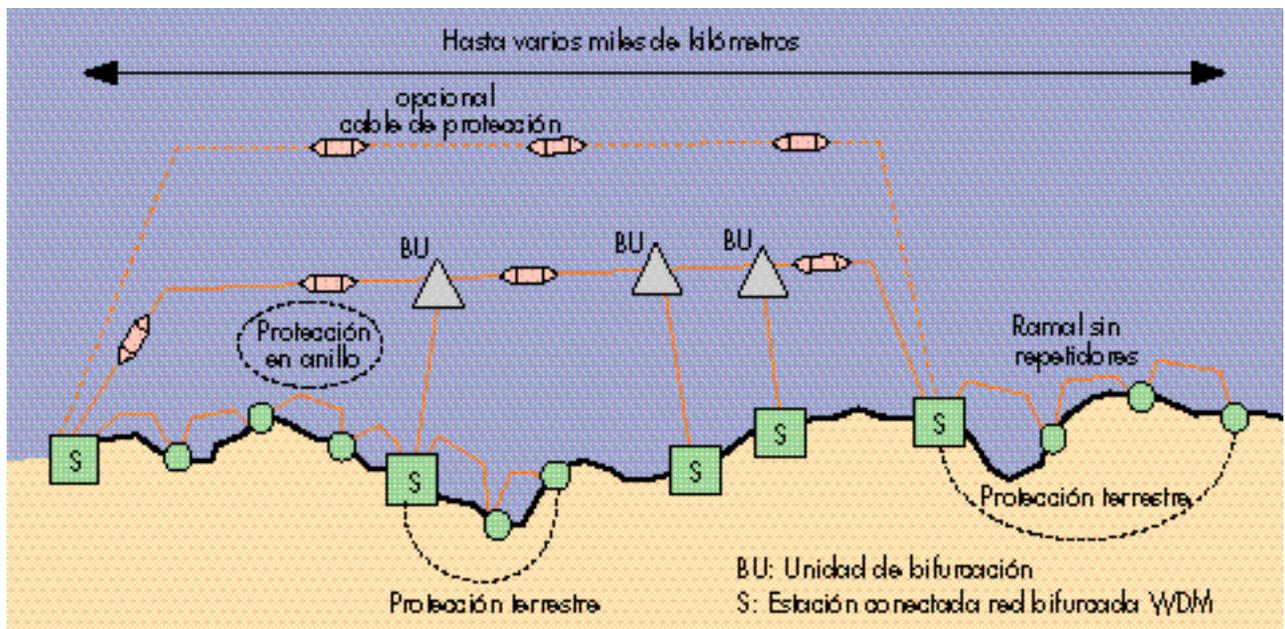


Figura 7 - Sistemas combinados bifurcados WDM con y sin repetidores.

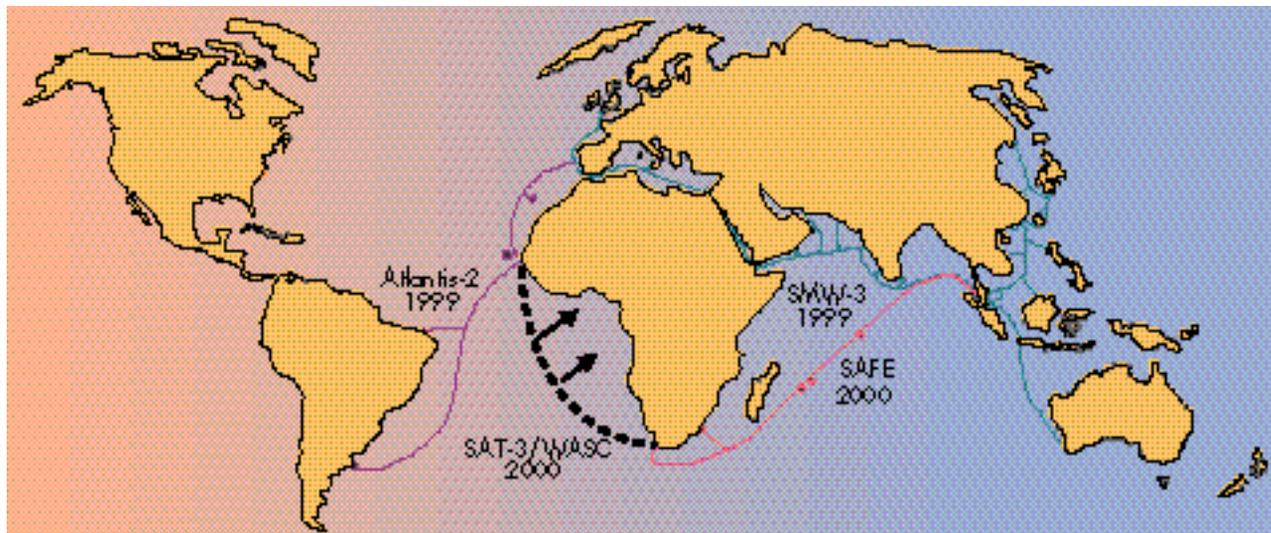


Figura 8 - Sistemas submarinos planificados WDM de larga distancia conectados a África.

dores proporciona una conexión completa entre dos estaciones principales, el anillo submarino se cierra y se incorpora protección. Cuando el ramal se agrega solamente a una estación principal, se puede proporcionar protección mediante las rutas terrestres. Otra opción consiste en tender un segundo cable con repetidor.

Possible aplicación en África

Antecedentes

La mejora de la infraestructura de las telecomunicaciones alrededor de África, y la que conecta el continente africano al resto del mundo, constituye un ejemplo de como las tecnologías mixtas de red descritas anteriormente pueden aplicarse en la práctica.

En términos de telecomunicación, el continente africano presenta las siguientes características:

- La densidad telefónica en África es de solamente 1,67 teléfonos por cada 100 personas; un incremento de sólo 5 teléfonos por cada 100 personas convertiría a África en el cuarto mercado mayor del mundo.
- Una gran parte del tráfico interno en África ha de ser encaminado como tráfico de tránsito fuera del continente, lo que cuesta a los operadores africanos una cantidad importante de dinero.

Estos factores indican que hay necesidad de una solución específica con una gran

capacidad potencial que podría mejorar la conectividad del continente.

Proyectos de cable submarino

Tal como se muestra en la **Figura 8**, se están programando varios cables principales de gran distancia para conectar el continente africano al resto del mundo:

- SEA-ME-WE3, que estará preparado para entrar en servicio en marzo de 1999.
- Atlantis 2, que deberá estar operativo en 1999.
- SAFE (Sudáfrica-Extremo Oriente): Este sistema está en una etapa avanzada de discusión y se espera que esté disponible para entrar en servicio en el año 2000.

Se está discutiendo el proyecto SAT3/WASC (Atlántico Sur/Cable Submarino de África Occidental) como una forma para mejorar la conectividad en África. Tal y como se indica en la **Figura 8**, este cable enlazaría Senegal a Sudáfrica, interconectando un cierto número de países a lo largo de la costa occidental del continente. Este proyecto ha de considerarse como parte de una red integrada que incluya el Atlantis 2, SAFE y SEA-ME-WE3 [12]. Las principales conexiones podrían realizarse utilizando la WDM con tecnología con repetidores, mientras que las conexiones complementarias podrían utilizar la tecnología sin repetidores, tal como se ilustra en la **Figura 7**.

Otras soluciones concebidas para el continente africano también están en dis-

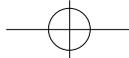
cusión, incluyendo el África ONE, pensado como un bucle de WDM rodeando a África y proporcionando acceso a la mayor parte de sus países mediante unidades de bifurcación de agregar/extraer longitudes de onda. Los proyectos mundiales futuros, tales como OXYGEN, cuyo objetivo es transportar grandes capacidades de tráfico y que incorpora a África, podrían utilizar también una mezcla de tecnologías con y sin repetidores.

■ Conclusiones

A partir de la aparición de la amplificación óptica, el uso de la WDM ha constituido un avance significativo para las redes submarinas, ya que esta tecnología produce un enorme aumento en la capacidad del sistema y permite nuevas posibilidades de redes que mejoran la conectividad y simplifican su evolución futura.

El desarrollo de post-amplificadores potentes y fuentes ópticas de bombeo de alta potencia ha mejorado, de manera significativa, las prestaciones de los sistemas sin repetidores hasta el extremo de que los sistemas WDM 8 x 2,5 Gbit/s pueden cubrir actualmente distancias de hasta 400 km.

Ambas tecnologías pueden utilizarse a la vez para construir redes en las que la estructura principal esté basada en sistemas WDM con repetidores, mientras que la conectividad fina se consiga mediante sistemas sin repetidores. Las redes inte-



gradas de este tipo utilizan el mismo equipamiento SDH y la misma gestión de elementos de red para ambos sistemas con y sin repetidores. De esta forma, la combinación de ambas tecnologías permite diseñar redes a la medida de su capacidad, flexibilidad y coste. Por ejemplo, estas tecnologías parecen ser adecuadas para un cierto número de proyectos de cable submarino cuyo objetivo es mejorar la conectividad de los sistemas de telecomunicación en África. El diseño de tales redes ha de tener en cuenta no sólo las necesidades actuales, sino también anticiparse a la evolución futura.

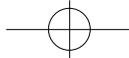
El futuro progreso tecnológico conducirá a estructuras de redes reconfigurables basadas en unidades de bifurcación conmutables y encaminamiento activo de longitudes de onda. Las redes ópticas avanzadas de este tipo satisfarán las necesidades de los operadores, mejor incluso que los sistemas actuales, y colaborarán al desarrollo de los servicios para cliente.

■ Referencias

- 1 L. Le Gourriérec: Branching Unit Concepts for WDM Connectivity, Conference Proceedings of Suboptic'97, págs. 530-535; Mayo 1997, San Francisco, Ca, EE.UU.
- 2 J.-P. Blondel et al: Erbium-doped Fiber Amplifier Behaviour in Transoceanic Links, SPIE '91, vol. 1581, págs. 218-233; Septiembre 1991, Boston, EE.UU.
- 3 A. R. Chraplyvy: Limitations on Lightwave Communications Imposed by Optical-Fiber Nonlinearities, Journal of Lightwave Technology, vol. 8, nº10, Octubre 1990.
- 4 C. D. Stark et al: Line Terminal Equipment Considerations for Long-haul WDM Transmission, Conference Proceedings of Suboptic'97, págs. 103-107; Mayo 1997, San Francisco, Ca, EE.UU.
- 5 O. Gautheron et al: 8x2.5Gbit/s WDM Transmission over 6.000 km with Wavelength Add/Drop Multiplexing, Electronics Letters, vol. 32, nº11, Mayo 1996.
- 6 A. Hadjifotiou et al: The Performance Limits of Unrepeated Systems, Conference Proceedings of Suboptic'93, paper 7.3, 1993, Versailles, Francia.
- 7 D. Marcuse et al: Dependence of Cross-Phase Modulation on Channel Number in Fiber WDM Systems, Journal of Lightwave Technology, vol. 12, nº5, Mayo 1994.
- 8 E. Brandon et al: Error-free Unrepeated WDM 8 x 2,5 Gbit/s Transmission over 461 km. with Launch Signal Power in Excess of 1 Watt, Proceedings of ECOC'97, págs. 213-216; Septiembre 1997, Reino Unido.
- 9 J.-P. Blondel et al: Comparison of Raman Distributed Pre-amplification and of Remotely Pumped Erbium-doped Pre-amplification, Technical Digest of Topical Meeting on Optical Amplifiers and their Applications, paperFD15; 1996, Monterrey, EE.UU.
- 10 S. Grubb et al: High power 1.48µm Cascaded Raman Laser in Germanosilicate Fibers, Technical Digest of Topical Meeting on optical Amplifiers and their Applications, paperSaA4; 1995, EE.UU.
- 11 E. Brandon et al: Cayman-Jamaica Fiber System: the Longest 2.5Gbit/s Repeaterless Submarine Link Installed, Technical Digest of OFC'97, paper-TuL1; 1997, Dallas, EE.UU.
- 12 J. P. Meyer: African Submarine Cable Development: "Dream or Reality", Conference Proceedings of Suboptic'97, págs. 215-223; May 1997, San Francisco, EE.UU.

J.-P. Blondel es responsable de diseño de sistemas sin repetidores en la División de Redes Submarinas.

B. Le Mouél es Director Técnico Principal de la División de Redes Submarinas.



EXPECTATIVAS DE LA TARJETA TELEFÓNICA DE PREVIO PAGO

S. SLAKMON
L. WIDMER

Las tarjetas de previo pago ofrecen un potencial considerable de crecimiento para los operadores establecidos y una vía de entrada en el mercado para los nuevos operadores.

■ Introducción

Los operadores, bajo la presión de una competencia siempre creciente, están sintiéndose forzados a innovar con el fin de desarrollar nuevos mercados o simplemente para mantener su cuota de mercado. Con este trasfondo comercial, se puede explicar el éxito actual de los servicios de tarjeta de previo pago sobre redes fijas y móviles por dos razones principales.

Primero, estos servicios proporcionan unos medios, sin riesgo, para atraer a clientes de rentas bajas deseosos de controlar los costes del uso de teléfono, así como a usuarios ocasionales que no disponen de terminal.

Segundo, el nuevo servicio ofrece una manera de ampliar el mercado global, proporcionando una alternativa al contrato convencional de alquiler de línea telefónica fija y móvil, ya que facilita el movimiento hacia nuevos mercados, mediante la utilización de ofertas especiales tales como regalos y periodos de prueba gratis para servicio telefónico.

■ Cómo Funciona el Servicio de Tarjetas de Previo Pago

Las tarjetas de previo pago pueden comercializarse a través de la red de distribución del operador y/o a través de puntos autorizados de venta. Proporcionan un crédito al usuario que puede utilizar para realizar llamadas telefónicas desde cualquier teléfono (fijo, móvil o de pago) a través del servidor del operador que gestiona la conexión. No existe ni alquiler, ni abono

al servicio. La tarjeta también se puede utilizar, sobre la red de telefonía móvil, para recibir llamadas al número asignado.

El sistema de gestión del operador no tiene que facturar, simplemente va restando, en tiempo real, el coste de la llamada conforme al crédito existente. La llamada se corta cuando el crédito se acaba y los usuarios pueden verificar, en cualquier momento, el crédito que les queda. Cuando el crédito se anula o la tarjeta expira, es cuestión simplemente de comprar una tarjeta nueva para la red fija o de recargar la cuenta de la red de telefonía móvil, para mantener el número telefónico asignado.

Mediante la última tecnología de proceso digital de voz, el usuario recibe ayuda a lo largo de todo el proceso de llamada y puede verificar en tiempo real su crédito remanente. El diálogo con el servidor de proceso de voz puede controlarse mediante tonos o por reconocimiento de voz.

■ Ventajas para los Usuarios

Desde el punto de vista del cliente, la ventaja principal de las tarjetas de previo pago radica en la forma en que se pueden controlar los costes y restringirse cuando se desee. No hay contrato de alquiler y no se incurre en costes fijos a la hora de utilizar el servicio; si la tarjeta se pierde o la roban, la pérdida se limita al crédito remanente.

No existen formalidades y no hay necesidad de depositar una fianza o firmar un contrato de alquiler. Consecuentemente, se puede adquirir una tarjeta con una mínima molestia y utilizarse inmedia-

tamente, ya que tanto la instalación como su verificación resultan innecesarias.

La tarjeta de previo pago también resulta extremadamente versátil, ya que se puede utilizar de forma generalizada desde cualquier terminal, público o privado, de la red fija. Sobre la red de telefonía móvil se pueden mantener los costes del servicio de acuerdo con los deseos del usuario mediante la recarga de su cuenta.

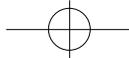
■ Por qué los Operadores Deben Invertir en el Servicio de Tarjeta de Previo Pago

Sin riesgos ni restricciones

El previo pago significa que se elimina, de una vez por todas, a los clientes morosos. Debe tenerse en cuenta que el 35% de los usuarios de telefonía móvil no satisfacen un cierto umbral de solvencia. También es cierto que una proporción significativa del mercado potencial de usuarios no dispone de cuenta bancaria, lo que excluye la posibilidad de un contrato convencional de servicio telefónico; sin embargo estas personas representan unos ingresos potenciales para un operador capaz de proporcionar este servicio a clientes.

En cambio, el operador se beneficia de un pago adelantado y puede reinvertir los ingresos aún antes de proporcionar la conexión e incluso, si el crédito no es utilizado completamente, sin tener que realizar la conexión en absoluto.

A diferencia de los sistemas de previo pago que implican un contrato de alquiler,



el sistema de tarjeta de previo pago libera al operador de la administración y gestión del cliente (facturación, cobro de deudas, archivo de cliente, quejas sobre facturación), reduciendo así el coste de administración por usuario.

Una ventaja adicional a la hora de iniciar el servicio consiste en la eliminación de las formalidades, lo cual conlleva una utilización mucho más amplia de las tarjetas previo pago que con contratos convencionales. No hay demoras. Se pueden distribuir las tarjetas a través de puntos de venta existentes tales como tiendas y oficinas de correos o, incluso, a través de máquinas expendedoras automáticas.

También, en términos de equipamiento, las tarjetas previo pago son una forma de incrementar el tráfico en la red, sin tener que desplegar infraestructura adicional. Por ejemplo, se puede conectar simplemente un servidor a una red de telefonía móvil para proporcionar servicio de previo pago internacional, lo que significa que en todo tipo de redes el número de usuarios puede ser substancialmente mayor que el número de líneas instaladas

Ampliando el mercado

Las tarjetas de previo pago proporcionan al operador una herramienta para desarrollar nuevos mercados dentro del sector de población de baja renta y para atraer a clientes que están deseosos de controlar sus gastos. Un primer objetivo lo constituyen los usuarios potenciales de terminales móviles tales como la gente joven, turistas y trabajadores desplazados. En el mundo de los negocios, un mercado potencial significativo lo constituyen aquellos empresarios que desean proporcionar a sus empleados el servicio sin perder el control de los gastos.

Las tarjetas de previo pago también pueden proporcionar un medio de desarrollo del mercado para segundos terminales móviles, aprovechando posiblemente las existencias de terminales de segunda mano. La tarjeta de previo pago es una herramienta de mercado altamente flexible que permite una amplia variedad de propuestas con la misma base tecnológica. Es simplemente una cuestión de adaptar el envase de venta (opciones de la tarjeta con su soporte, procedimiento de comercialización, promoción del servicio) al segmento de mercado deseado: ingresos altos o bajos, negocios o particula-

res, ocasional o regular. Se pueden contemplar segmentos muy específicos de mercado tales como servicios de emergencia y mercado de alquiler de terminales telefónicos.

La tarjeta de previo pago es también un procedimiento garantizado para incrementar los ingresos del operador aumentando su cuota de mercado, pero esto dependerá de la política de tarificación. Todavía se pueden estimular los ingresos financieros trabajando con patrocinadores, organizaciones de publicidad u otros socios. Existe un número de amplio de opciones: la imagen sobre la tarjeta puede diseñarse para llevar publicidad y se puede conectar al usuario a mensajes publicitarios al acceder al servicio. También son posibles campañas de promoción y de fidelidad más sofisticadas como la venta de tarjetas asociadas a productos de consumo, que sean ampliamente utilizados por los clientes potenciales en el segmento de mercado deseado, o también ofreciéndolas como un obsequio.

■ El Mercado y la Diferenciación entre Operadores

Mercado

El mercado de las tarjetas de previo pago esta cambiando rápidamente. Inicialmente, las tarjetas estaban concebidas para grupos de renta baja, pero actualmente se las está dirigiendo a hombres de negocio y a gente joven.

A finales de 1997, los Estados Unidos tenía 300 operadores de servicio telefónico fijo y móvil de previo pago, en un mercado estimado de más de mil millones de dólares. Hacia el 2001, se estima que el mercado mundial será de unos diez mil millones de dólares (incluyendo cuatro mil millones de dólares de las redes fijas)

El mercado celular de previo pago, que representó mil quinientos millones de dólares a finales de 1997, se ha estado expandiendo de forma especialmente rápida. Siguiendo el éxito del operador italiano TIM (1,5 millones de abonados en nueve meses hasta final de junio de 1997), 14 de los 45 operadores de redes móviles de Europa Occidental han comenzado a ofrecer servicios de previo pago en septiembre de 1997.

En Venezuela, alrededor del 20% de los abonados al servicio móvil ya utilizan tar-

jetas de previo pago, mientras que en Bélgica el 90% de los negocios de Mobistar es a través de tarjetas de previo pago.

Para afrontar la explosión del mercado, existen varias maneras de diferenciarse respecto de la competencia

Técnicas para diferenciarse

Primero, cualquier operador puede diferenciar sus actividades simplemente en términos del rango de servicios ofrecidos al segmento de mercado al que se dirija.

Los posibles factores de diferenciación incluyen el valor de cada tarjeta y su periodo de validez. Para redes de móviles, el operador puede ofrecer una gama de diversos valores del crédito y diferentes métodos de pago, así como diseñar su propia política de fidelización

Se pueden dar facilidades para restringir el uso de las tarjetas: autorizando llamadas locales o internacionales, restringiendo llamadas a números especificados, excluyendo números predeterminados, etc. De forma similar, el operador puede optar por un sistema de tarificación variable, considerando la distancia, zona o día y hora de las llamadas.

Almacenamiento de números abreviados, utilización de reconocimiento de voz, búsqueda y marcación automática manejando el directorio con la voz y saludos de bienvenida en varios idiomas, son algunas de las características que se pueden introducir para aumentar el valor añadido, diferenciar el servicio del operador y estimular la fidelidad del cliente.

Otras formas de destacarse de la competencia pueden consistir en un correo de voz y, para usuarios de móviles, un servicio de mensajes cortos. Para la red fija las facilidades de correo de voz convierten al servicio de previo pago en un servicio telefónico virtualmente diferenciado. El poseedor de la tarjeta puede no sólo realizar llamadas desde cualquier teléfono, sino también recibir mensajes a través de correo de voz, pudiendo así estar siempre localizable.

Las tarjetas de previo pago, combinadas con el correo de voz, proporcionan una forma de compensación para las insuficiencias de una red en desarrollo. En redes muy desarrolladas con una competencia fuerte, se fortalece los vínculos entre el poseedor de la tarjeta y el operador, cuando el primero dispone de un número telefónico virtual.

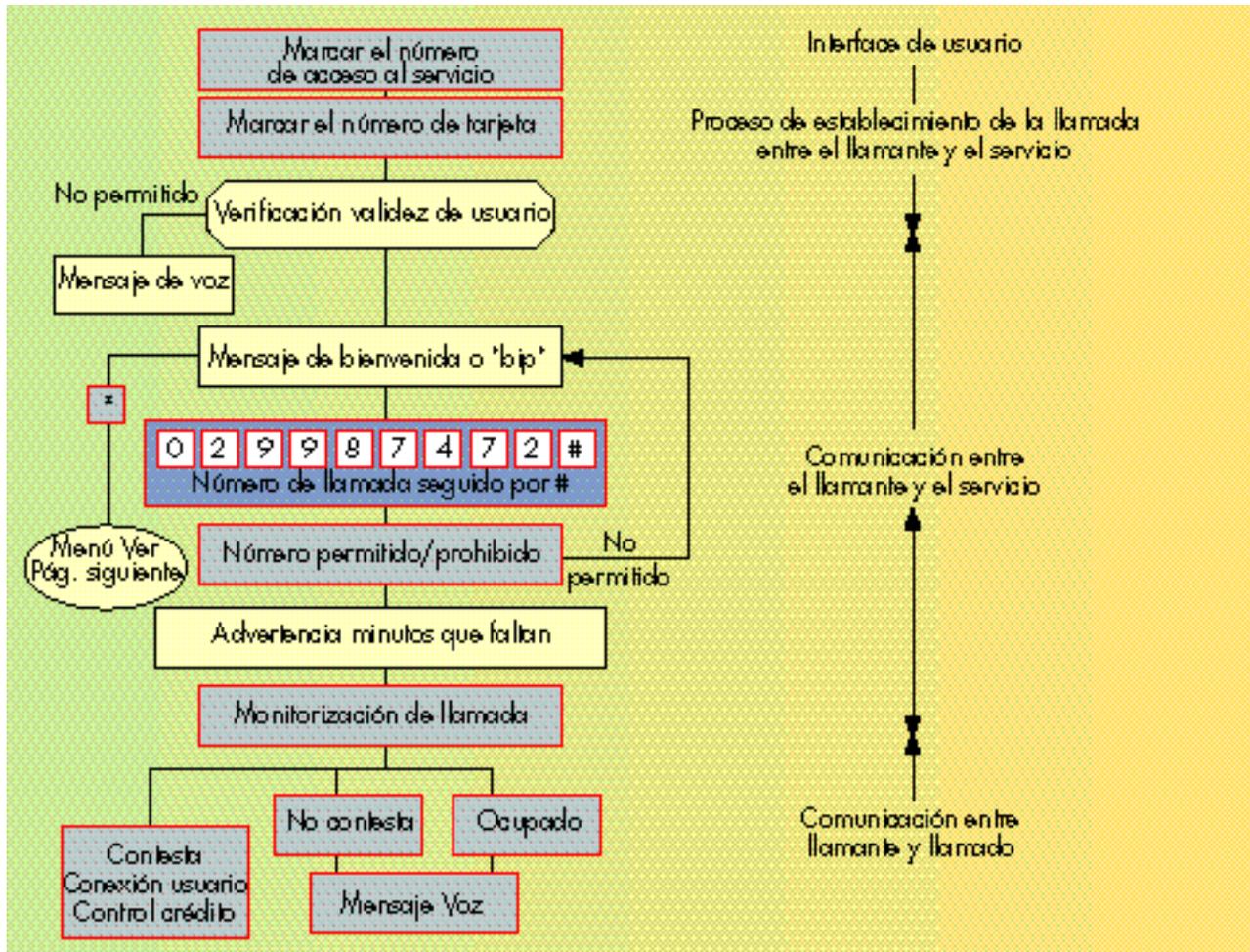


Figura 1 - Etapas en el establecimiento de la llamada en una red fija.

Además, el sistema de previo pago puede combinarse con un servicio de confirmación de entrega de mensajes

■ Sistema de Procesamiento de Voz de Alcatel

A pesar de que el servicio de tarjeta de previo pago se comercializa de manera diferente para las redes fija y de móviles, ambas utilizan la misma tecnología.

Operación y uso de la tarjeta (ver Figura 1)

La tarjeta está vinculada a una cuenta que contiene una cantidad especificada de crédito y un periodo de validez. Se utiliza para acceder al servicio. Si se desea, se pueden imprimir las instrucciones sobre

la tarjeta. En las redes de móviles, se puede comparar la tarjeta de previo pago a la tarjeta SIM (Módulo de Identificación de Usuario) que el usuario inserta en el terminal para acceder a la red conmutada.

Para realizar una llamada, el usuario marca el número gratis de acceso al servicio de previo pago por tarjeta. En la red fija se confirma manualmente la identidad llamando al número impreso en la tarjeta, en la red de móviles se realiza esta función de forma automática por medio del número de Red Digital de Servicios Integrados para Terminales Móviles (MSISDN), programado en el circuito integrado de la tarjeta SIM.

El sistema ejecuta varias rutinas de comprobación sobre la cuenta (validez, crédito disponible, uso fraudulento) y verifica que el número marcado no ha sido excluido por el operador. Si el crédito del usuario finaliza durante la llamada, ésta se corta

unos pocos segundos después de que el usuario escuche un tono de advertencia.

Cómo opera la cuenta

De acuerdo con las tarifas acordadas con el operador, se comunica el cargo a la cuenta mediante el Sistema de Procesamiento de Voz de Alcatel (A-VPS) al final de cada llamada completada. Las tarifas pueden basarse en varios parámetros tales como duración de la llamada (en unidades mínimas de un segundo), origen de la llamada (internacional o local para llamadas de móviles) y la distancia. El cobro de la llamada empieza cuando el número llamado contesta y finaliza cuando una de las dos partes cuelga el teléfono.

En la red fija se comunica, de forma rutinaria y mediante voz sintetizada, el tiempo permitido de llamada, basado en

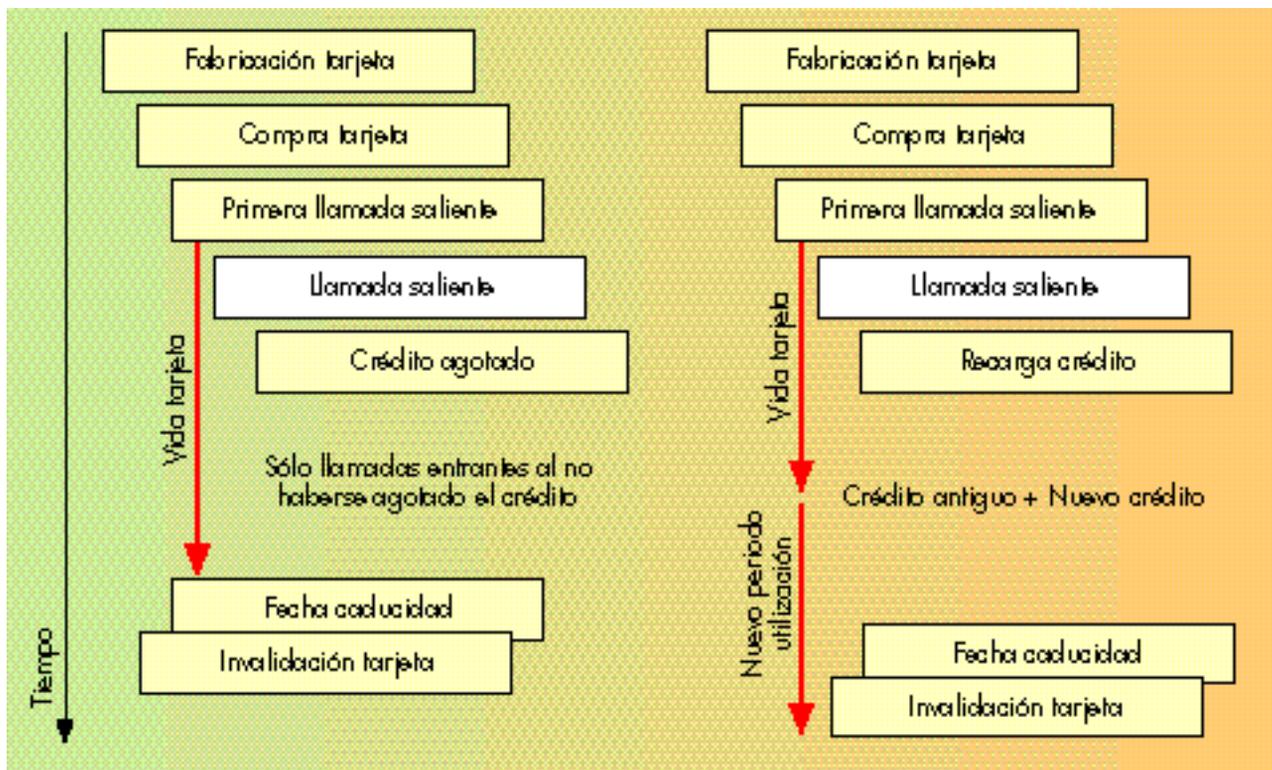


Figura 2 - Tiempo de vida de una tarjeta en una red móvil.

el crédito disponible, al terminar de marcar el número deseado. En la red de móviles se puede obtener la información en cualquier momento a través del menú principal, pero la opción no se proporciona de forma automática, de manera que el sistema se mantiene tan transparente al usuario como sea posible.

Se puede utilizar la tarjeta para realizar llamadas, en el supuesto de que se satisfagan las condiciones de crédito y de validez de la cuenta (ver **Figura 2**). En la red de móviles, el usuario puede todavía recibir llamadas incluso si su crédito se ha agotado, pero su tarjeta aún es válida. El sistema recomendará que el usuario rellene la cuenta cuando su crédito se haya agotado. Para poder hacerlo, el usuario debe disponer de una tarjeta recargable y seguir las instrucciones dictadas.

Control del stock de tarjetas y prevención del fraude

Cada tarjeta se identifica mediante un único número asignado por el sistema.

Por razones de seguridad, el número es encriptado en el servidor y trasladado a la tarjeta hasta que se utilice. El operador de la red define la cantidad de crédito y el periodo de validez de todas las tarjetas junto con su cobertura (entorno local, provincial, internacional, etc.), así como su tarificación pertinente.

Se garantiza la seguridad del sistema mediante una rigurosa monitorización de los números registrados y de los números de las tarjetas. Se pueden invalidar números registrados o tarjetas individuales, de modo que se las pueda rechazar automáticamente cuando no sean válidas o hayan agotado su crédito.

Se genera un informe para cada intento de llamada a fin de proporcionar información sobre la utilización de las tarjetas en circulación: hora de la llamada, duración y coste, números de teléfono del llamante y del llamado, etc. Esta información se usa para estadísticas. Otro tipo de información como el número máximo de intentos fallidos al introducir el número de la tarjeta y el número máximo de llamadas por día, sirven para proteger al operador

de la red contra el uso fraudulento de las tarjetas.

Arquitectura

La solución A-VPS se basa en una arquitectura cliente/servidor (ver **Figura 3**) que es a la vez flexible y abierta. La aplicación del sistema y los datos se instalan en una Unidad de Control (CU) que supervisa a la Unidad de Proceso de Voz (VPU). El VPU es responsable de establecer la conexión con la red telefónica y de dialogar con el usuario. El Centro de Operación y Mantenimiento (OMC) lleva a cabo la administración del sistema.

Se puede distribuir la aplicación del sistema a un número de unidades de control locales ubicadas en diferentes sitios, pero la base de datos está siempre centralizada. Todos los elementos del sistema pueden estar protegidos.

Este tipo de arquitectura presenta la ventaja de ser a la vez competitiva y versátil, en términos de operación del sistema.

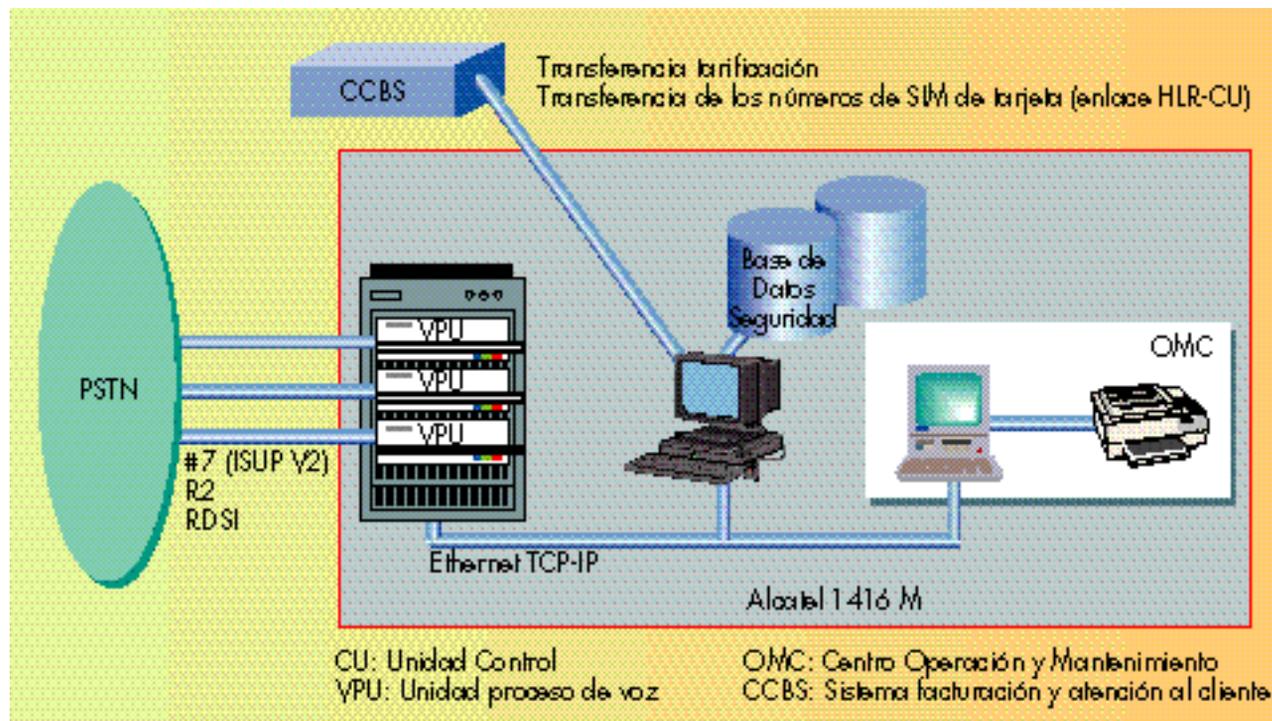


Figura 3 - Arquitectura global del sistema.

Ejemplo de un sistema suministrado en Asia

Un importante operador asiático estudió un conjunto de tarjetas telefónicas de previo pago y finalmente se decidió por el sistema de tarjetas Touch.

La tarjeta se puede comprar en diversos puntos de venta con diferentes cantidades de crédito. El usuario raspa en el reverso de la tarjeta hasta descubrir un número único de diez cifras. A partir de aquí, ya puede realizar llamadas desde cualquier aparato multifrecuencia. Primeramente, el usuario marca el número gratuito del servidor, un contestador automático le pide el número de la tarjeta, después el servidor verifica los derechos de acceso y el crédito disponible. El contestador informa al usuario del crédito disponible y le pide que marque el número al que desea llamar. La llamada ya se puede realizar. En caso de que la conexión no sea posible, se informa al usuario con un nuevo mensaje.

La tarificación se especifica por la autoridad competente y se transfiere al servidor desde el Sistema de Tarificación y Atención del Cliente (CCBS), que se ocupa de la tarificación de la llamada en tiempo real sobre

la base de varios parámetros (origen y destino de la llamada, duración de la misma, hora del día y día de la semana) y a continuación factura a la cuenta de dicha tarjeta. Un tono de aviso suena un momento antes de que se agote el crédito y se corte la llamada.

La gestión de las tarjetas implica dos actividades: la fabricación de nuevas tarjetas y el control de las que existen en circulación. Un administrador del servicio determina el número de tarjetas del lote, el periodo de validez de las mismas y el crédito del que disponen. Posteriormente, introduce el número del lote y los números de tarjetas a fabricar. El servidor genera un fichero encriptado con la lista de los números aleatorios de las tarjetas y sus créditos asociados, y se envía este fichero al fabricante de tarjetas para iniciar la producción. La tarjetas se pueden validar de forma individual o por lote y la situación de las mismas se puede verificar en cualquier momento.

■ Convergencia y Flexibilidad

Como alternativa, el sistema puede basarse en la Red Inteligente (RI) que es más

adecuada para sistemas de gran capacidad y puede manejar una amplia gama de servicios.

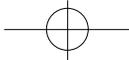
Ambas arquitecturas, la centralizada y la basada en RI, son abiertas. Una solución basada en un tipo se puede trasladar al otro para satisfacer una demanda creciente.

Cuando ambas soluciones se utilizan asociadas con los terminales móviles One Touch de Alcatel, se pueden optimizar proporcionando al usuario acceso directo a la información (validez de la tarjeta y crédito disponible), presionando teclas especiales para ofrecer la información en el visualizador del terminal.

■ Conclusión

Las tarjetas de previo pago continuarán disfrutando de un fuerte crecimiento debido a su versatilidad y seguridad. Proporcionan muchas oportunidades para ganar nuevos mercados.

No se puede ignorar la posibilidad de que abonados tradicionales, con contratos de alquiler de servicio telefónico, puedan cambiar a sistemas de tarjeta de previo pago. Esto ocasionaría un cambio de hábi-

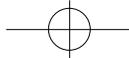


tos en los usuarios, de acuerdo con lo que ya se ha producido recientemente en las industrias del agua, electricidad y gas.

Sin embargo, una cosa es cierta: el crecimiento de este tipo de servicios significa que los operadores de red tendrán que amoldar sus estrategias al mercado de tarjetas. Están apareciendo nuevas herramientas para ayudar a este nuevo procedimiento de gestión de clientes, en los que destaca el correo de voz que permite a los operadores hablar directamente a los clientes.

Stéphanie Slakmon trabaja en preventa y estrategia del producto del Departamento de Sistema de Voz, asociado a la División de Integración de Red de Alcatel, Massy, Francia.

Laurence Widmer trabaja en Mercadotecnia para el Departamento de Sistemas de Voz asociado a la División de Integración de Red de Alcatel, Massy, Francia



CÓMO MODELAR Y SELECCIONAR LAS MEJORES REDES DE ACCESO

I. MIKEROV
O. GONZÁLEZ SOTO

La modelación óptima de las redes de acceso es esencial para garantizar el éxito futuro del negocio asociado.

■ Introducción

Las metas principales de un operador radican en obtener la licencia de operación según los requerimientos de regulación, así como suministrar los servicios y lograr los beneficios y la rentabilidad económica prevista en su Plan de Negocio. Uno de los procedimientos principales para lograr estas metas es la planificación eficiente de las redes de acceso en un ambiente multi-tecnológico y altamente competitivo. La "mejor" solución de acceso deberá cumplir diferentes requerimientos que satisfagan la situación del operador y sus objetivos.

Normalmente, las licencias necesarias para suministrar los servicios de telecomunicación llevan consigo numerosos requerimientos y compromisos, que pueden incluir desde la instalación de un número especificado de líneas para una fecha determinada, hasta la provisión de servicios particulares en un territorio determinado de concesión, así como condiciones que pueden limitar la elección de soluciones factibles. El reto posterior está en función del espectro de frecuencias disponibles, de los derechos de uso de vías de acceso de comunicación, canalizaciones y otros trabajos de obra civil, seguridad y limitaciones estéticas, así como también depende directamente de la política del gobierno que puede favorecer el uso de una tecnología sobre otra.

Hoy, la mayoría de los operadores tienen su Plan de Negocio que refleja la proyección económica prevista para operar en un territorio determinado. Normalmente, en dicho plan se especifica qué servicios serán suministrados, qué penetración está prevista en la red y la segmentación de mercado de

clientes, así como la predicción de tráfico, su cuota y la tasa de renovación de clientes.

La solución óptima de la red será diferente según los servicios a suministrar, según la situación del operador y según las características del territorio en operación. A continuación, llamaremos escenario al conjunto determinado de todas estas circunstancias. La solución más apropiada para cada escenario tiene que ser identificada dentro de un entorno que cambia rápidamente desde el punto de vista de los servicios que los clientes requieren y de las tecnologías que están disponibles para suministrar estos servicios. Este artículo está enfocado hacia una metodología de modelación que sirve de ayuda en la selección de las soluciones más apropiadas para los escenarios de corto y largo plazo. Específicamente, no se recomienda ninguna tecnología, dado que ello sería materia de un análisis caso por caso.

Evolución de la red de acceso

Uno de los factores principales que conducen a los cambios en la red de acceso es el incremento de la demanda de servicios y la mejora de su calidad, dirigiéndolas hacia la búsqueda de nuevas soluciones. El incremento de la demanda es debido principalmente a:

- la introducción de servicios existentes en nuevas áreas, principalmente en zonas de expansión económica;
- el crecimiento a nivel mundial de las nuevas comunicaciones de datos y servicios de Internet;
- los nuevos servicios que sirven las demandas de una sociedad cada vez más innovadora.

Asociado a la evolución de los servicios, los usuarios piden una mejor calidad de los mismos desde el punto de vista del ancho de banda, relación señal-ruido, accesibilidad, fiabilidad y recuperación de errores; lo cual requiere además la implantación de nuevas arquitecturas y sistemas de la red de acceso. La **Figura 1** muestra la estructura general de una arquitectura de acceso, la cual comprende todo aquello que permite a un usuario conectarse a la red principal.

El segundo factor que influye en los cambios en la red de acceso es el ritmo de evolución hacia las nuevas tecnologías de acceso. La gran variedad de tecnologías de radio, fibra y cobre se usan para proporcionar las soluciones más apropiadas con que satisfacer las necesidades de la mayoría de los abonados distribuidos geográficamente, desde áreas de alta densidad con servicios sofisticados, a regiones de baja densidad que necesitan comunicaciones de servicios básicos. La **Figura 2** muestra dicha variedad de tecnologías clasificadas por el ancho de banda y tipo.

Los sistemas de hoy permiten diseñar arquitecturas de red con nodos de alta capacidad y con flexibilidad para la definición de las áreas de servicio que permitan soluciones más económicas para el operador. Como ejemplo, los sistemas de radio disponen de una capacidad con un ancho de banda muy superior a las de hace pocos años, los sistemas de fibra en el bucle de abonado cubren áreas de servicio amplias y soportan cualquier tipo de servicio y los sistemas de conmutación de gran capacidad que, en conjun-

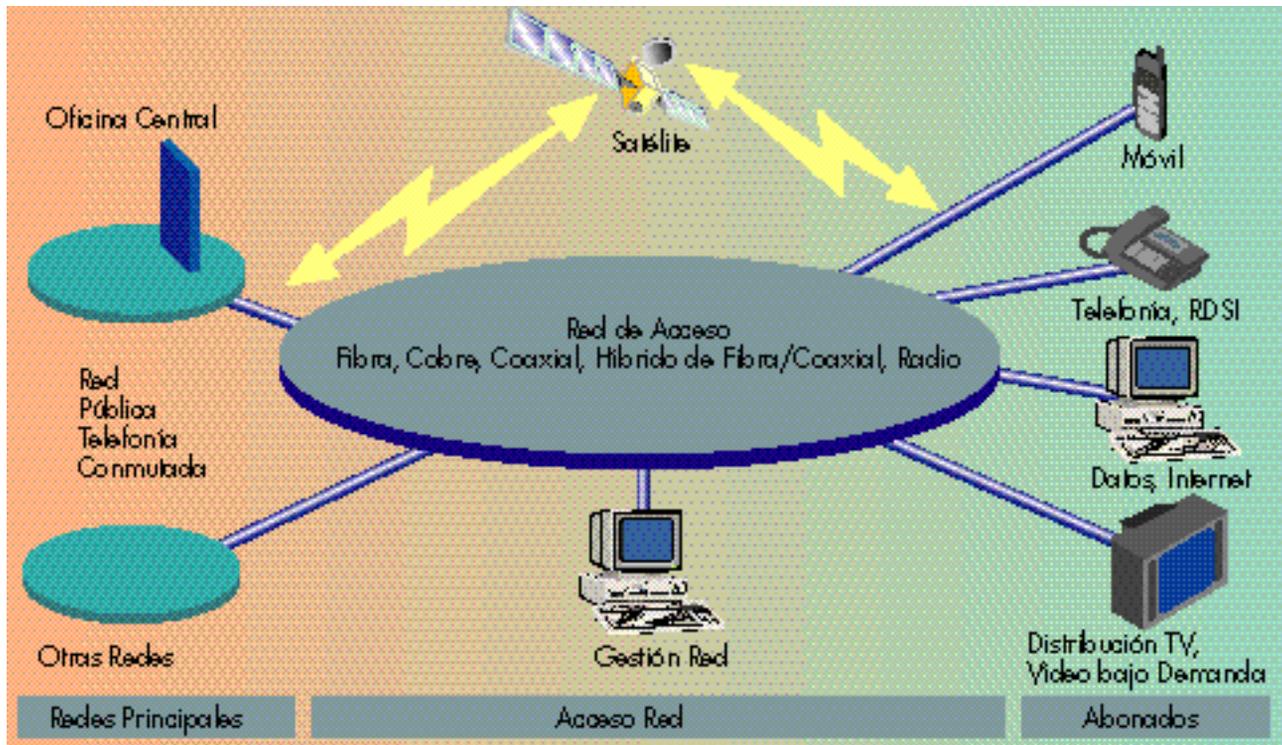
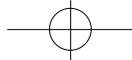


Figura 1 – Concepto general de una red de acceso

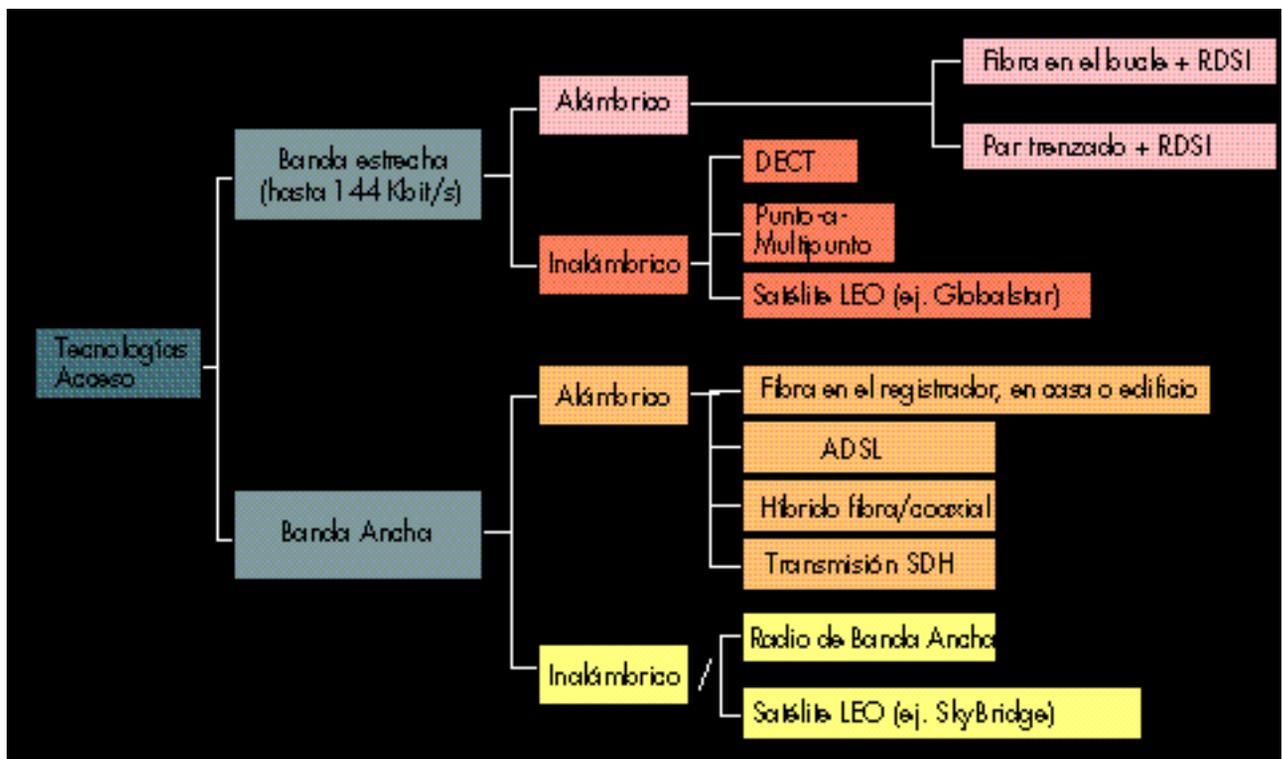


Figura 2 – Variedad de tecnologías de acceso

ción con unidades remotas, pueden servir grandes áreas geográficas desde un punto central. Estos adelantos permiten

que las soluciones de hoy pueden acercarse más estrechamente a las necesidades reales (por ejemplo, abonados, to-

pología local) ... y con un coste inferior, teniendo en cuenta la inversión inicial y la operación del día a día.

■ Evaluación Enfocada al Negocio

Para evaluar extensivamente soluciones posibles en base a la gran variedad de tecnologías existentes, es necesario tener en cuenta los elementos principales en todas las capas de la red, incluyendo la perspectiva de su contribución al dimensionamiento de la red, al coste de inversión y operación de negocio. Los recursos principales de red en sus diferentes capas deben tenerse en cuenta a fin de analizar las instalaciones en áreas vírgenes y las extensiones de redes existentes. Estos recursos incluyen principalmente:

- La infraestructura en edificios, conductos, postes, cabinas, antenas, fuentes de alimentación, etc.
- Cables, conectores, distribuidores.
- Equipo de transmisión sobre fibra, cobre o radio.
- Equipos de conmutación, sistemas alámbricos e inalámbricos (o de radio).
- Sistemas de soporte de gestión y operación de red.

Desde un punto de vista operacional, debe considerarse el ciclo de vida comple-

to de la red, teniendo en cuenta la evaluación económica de sus fases principales de evolución, tales como: el diseño e ingeniería de la red, adquisición y entrega, instalación y puesta en servicio, integración, prueba y operación, mantenimiento y reparación. Cada producto en la red tiene su propio ciclo de vida, lo cual implica que el proceso de sustitución y el valor residual debe modelarse asegurándose una evaluación consistente de tecnologías que tenga en cuenta los diferentes valores del ciclo de vida. La **Figura 3** muestra el ciclo de vida considerado para dicho modelo.

Factores económicos clave

El precio del equipo y su evolución en el tiempo son los factores económicos más obvios que influyen en el coste de las diferentes soluciones de acceso. Sin embargo, también se consideran otros factores importantes al tener en cuenta los componentes del coste de inversión, así como los costes de operación.

En primer lugar, están los costes para la obtención de la licencia del operador y para el uso del espectro de frecuencias, que pueden tener una influencia decisiva

en el plan del negocio de un operador que usa tecnología inalámbrica. Otros factores a considerar son los costes de derecho de paso y trabajos de obra civil, de interconexión a otras redes y de alquiler del bucle local (donde es aplicable los criterios de regulación).

También debe tenerse en consideración el ambiente económico general, las tendencias financieras del momento y el nivel de desarrollo de un país particular, ya que en todos ellos influye fuertemente los costes de la mano de obra para la operación e instalación, así como en los costes de alquiler o compra de terrenos y edificios.

Factores geográficos clave

La densidad de población ha sido tradicionalmente considerada como el factor geográfico principal que influye en la solución técnica y en los costes de inversión. Esto es debido a la diversidad de valores entre diferentes segmentos urbanos, que pueden variar en un orden de magnitud amplio en el mismo tipo de área (por ejemplo, metropolitana) o por tres veces entre diferentes tipos de área (como, por ejemplo, entre un área me-

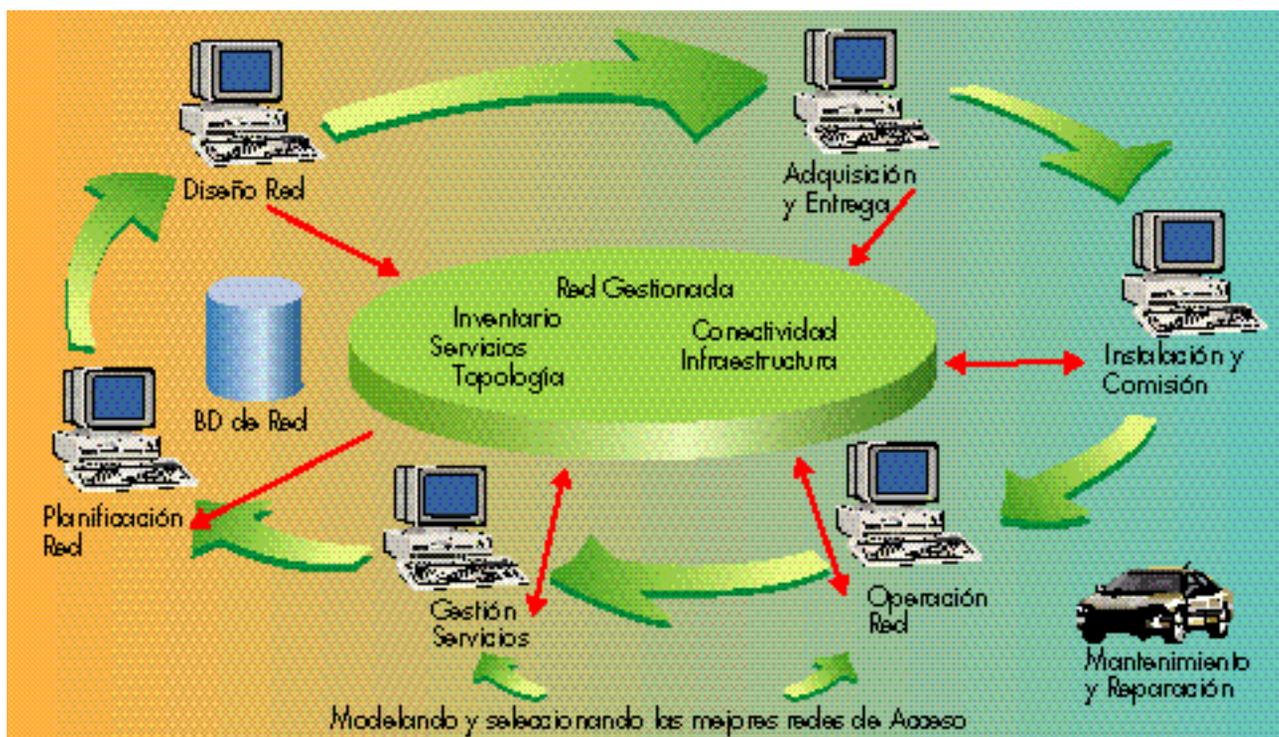


Figura 3 – Ciclo de vida y operación de red

tropolitana y una zona rural). También se espera que estas grandes variaciones sean un factor importante en el futuro. Sin embargo, los nuevos desarrollos de tecnología indican que no tendrán un impacto tan decisivo sobre los costes como en el pasado, debido a que las nuevas tecnologías se adaptan mejor para su uso en áreas escasamente pobladas.

La agrupación de la población, en forma regular o concentrada en un número determinado de áreas, puede ser igualmente muy importante. De hecho, el coste y la solución técnica influyen significativamente en la manera en que los abonados se agrupan para una densidad de población determinada.

La topografía de la zona es también un factor relevante que influye en el diseño y selección de una solución. También hay que tener en cuenta durante el trazado de la red: la altura de colinas y edificios y la presencia de obstáculos naturales, particularmente en el caso de soluciones inalámbricas.

Factores operacionales clave

En el ambiente competitivo de hoy, los aspectos operacionales alcanzan una gran relevancia y pueden ser decisivos en la selección de una solución de red. Los factores principales a ser considerados son:

- Flexibilidad para comenzar con una configuración de bajo coste y extenderla hacia nuevas localizaciones cuando la demanda crece.
- Capacidad para extender un sistema, satisfaciendo el crecimiento en los servicios existentes e incorporando otros nuevos a largo plazo.
- Facilidad de mantenimiento y soporte a las operaciones de los sistemas, proporcionando acciones preventivas y correctoras a bajo coste.
- Servicio de gestión para la introducción o actualización de servicios.
- Adaptación sencilla a las limitaciones de despliegue, incluyendo las geográficas, legales o de espacio.

Todos estos factores deben de considerarse, cuantitativamente y cualitativamente, a fin de analizar su impacto durante el ciclo de operación de la red.

Metodología de Evaluación

Principios de comparación

Tradicionalmente, la evaluación económica de una solución de acceso es función principalmente del precio por línea y/o del coste total del proyecto, para aquellas soluciones que satisfacen los criterios necesarios técnicos y de regulación. Algunas soluciones incluyen evaluaciones basadas en el coste de inversión de despliegue de la red, teniendo en cuenta los costes estimados de propiedad como función de los costes de inversión.

Sin embargo, es necesaria una mejor aproximación para un territorio determinado y para una variedad de soluciones muy diferentes, dado que la selección de una solución de acceso influye en el negocio global del operador. El enfoque del modelo que hemos desarrollado está basado en una evaluación robusta de la solución de red teniendo en cuenta los costes totales (por abonado o por proyecto) asociados con el despliegue y funcionamiento de una red de acceso para un escenario dado.

La introducción de los supuestos del plan de negocio ayudan a asegurar que el coste de la red de acceso seleccionada satisfaga las previsiones financieras del operador. Los costes totales incluyen el coste de inversión de despliegue de la red y los costes de la operación día a día. La **Figura 4** muestra algunos de los parámetros más importantes considerados.

Para asegurar una comparación adecuada entre alternativas tecnológicas, es necesario especificar los escenarios del servicio o el conjunto de servicios a ser suministrados y comparar las soluciones que puedan satisfacer el nivel requerido de servicio.

Las tecnologías usadas pueden tener capacidades diferentes y, por lo tanto, proveer niveles diferentes de servicio. En la práctica, sin embargo, los usuarios finales no necesitan conocer dichos detalles técnicos y sí el nivel de calidad que es necesario para un servicio particular. Con frecuencia, diferentes soluciones competitivas pueden proveer la calidad de servicio requerida, aunque algunas de ellas puedan suministrar capacidades técnicas considerablemente más altas.

Después de elegir las soluciones más adecuadas para la comparación, necesitamos asumir los mismos escenarios para todas las soluciones "competitivas" y así realizar la comparación en base a cada escenario.

Caracterización del escenario

El componente más importante del escenario para un territorio dado está caracterizado, principalmente, por el conjunto de servicios a suministrar, la evolución de la red y la penetración de los servicios. El segundo componente del escenario lo constituye la definición de la franquicia del territorio, específicamente el nivel de desarrollo del país, tipo de geografía y el

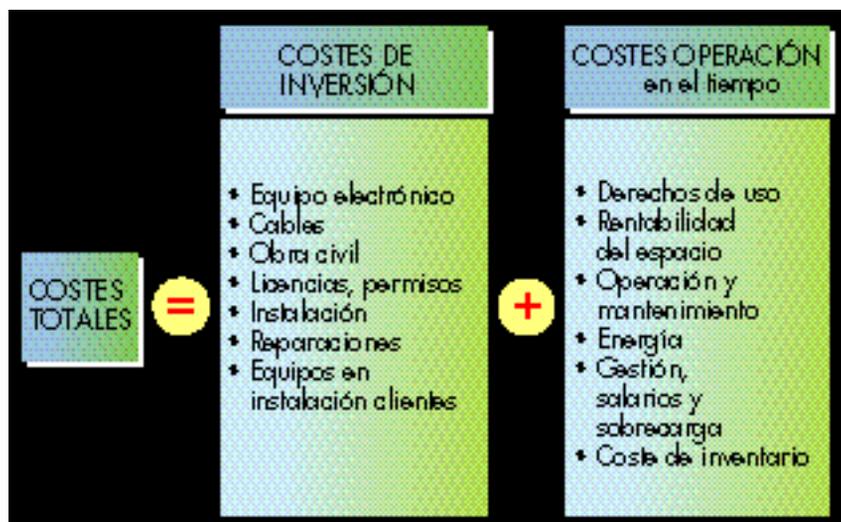
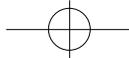


Figura 4 – El concepto de costes totales



entorno regulador. La situación de un operador (si ya está establecido o es nuevo), junto con la disponibilidad y características de la red existente, así como la capacidad de comercialización percibida por el operador, constituye el tercer elemento.

Un escenario es la combinación de todos estos factores, es decir, definimos un escenario como un área geográfica típica con una densidad y distribución determinada de clientes, con un desarrollo determinado de infraestructura y un conjunto concreto de servicios, operado por un suministrador de telecomunicaciones con un nivel determinado de experiencia. La solución de acceso seleccionada deberá cumplir con los requerimientos del operador según el escenario definido.

Caracterización de la tecnología

Las características principales de las tecnologías están definidas desde el punto de vista de su arquitectura, funcionalidad, dimensionamiento e impacto del coste sobre la solución. Dado que el concepto de evaluación global del ciclo de vida implica una representación dinámica de los parámetros a través del tiempo, los siguientes parámetros se modelan en función del tiempo para cada tecnología:

- Capacidad del sistema (mínimo, máximo, aumentos incrementales);
- Dimensionamiento, en función de la demanda y del grado de servicio;
- Ciclo de vida y tiempo de despliegue;
- Coste del equipo;
- Costes de edificios, aire acondicionado, energía, etc;
- Instalación y puesta en servicio.

Para una solución determinada de red, todos estos parámetros están interrelacionados entre sí, de forma que pueden combinarse con los escenarios anteriormente definidos.

La modelación de la tecnología se basa en factores claves identificados para las distintas tecnologías. Estos factores son principalmente las características físicas de los diversos elementos de red y su modularidad, que pueden usarse como entradas al modelo.

El dimensionamiento de la red se efectúa usando reglas apropiadas de diseño y los factores claves para un escenario deter-

minado. Según estos parámetros, los modelos técnicos son obtenidos, con el equipamiento y los datos asociados al coste de inversión, junto con los costes de operación.

Caracterización financiera

Los modelos financieros utilizan los resultados de los cálculos de inversión y del coste anual de operación, a fin de tener en consideración parámetros financieros tales como el valor de descuento. Los resultados obtenidos son los Valores Actuales (PV) de los costes a lo largo de un período de tiempo, lo que permite que el factor tiempo sea introducido en el cálculo. Como ejemplo, se permite comparar el efecto de extender inversiones de capital importantes a través de un periodo de tiempo, en lugar de realizar un desembolso alto inicial de capital. Los valores residuales al final del periodo se deberán calcular para su consideración en el ciclo de vida de soluciones diferentes. El resultado de los modelos financieros será un flujo de caja, que puede usarse en el plan de negocio y en el valor total actual de costes, así como en diversas soluciones por abonado usadas en la comparación.

Caracterización del proyecto

Los proyectos actuales para un determinado país o región están basados en un conjunto definido de objetivos, que deben alcanzarse dentro de un determinado periodo de tiempo. Como consecuencia, además de la caracterización anteriormente mencionada aplicada en todos los proyectos, la caracterización de un proyecto concreto requiere que se analice la mejor superposición de las soluciones.

Los proyectos son caracterizados por su tamaño, periodo de implantación, penetración inicial y final del servicio, superposición de escenarios geográficos y su interrelación, experiencia del operador, grado de cobertura del proyecto (desde los proyectos básicos de instalación hasta los proyectos de construcción, operación y transferencia), capacidad local de fabricación, reglas de importación/ exportación, financiación interna/externa, impuestos, etc.

Analizando conjuntamente todos estos factores se determina la tecnología mejor para cada proyecto, asociando una economía determinada de escala y una solución

de instalación específica personalizada. Esto es esencial para todos los tipos de proyectos, especialmente para aquellos que se ejecutan en base a una gestión integral o llave en mano.

■ Procesos de Soporte a la Decisión

A fin de analizar sistemáticamente todas las alternativas para cada escenario, se ha desarrollado un proceso de soporte a la decisión para el análisis general de tecnologías y para proyectos específicos, como se muestra en la **Figura 5**. Se puede aplicar al análisis de proyectos de forma detallada, representando las características en términos de la demanda, despliegue y tipo de limitaciones. Inicialmente, las soluciones técnicas factibles (a corto o largo plazo) se asignan a cada escenario y se aplica la secuencia de criterios de selección para definir las mejores soluciones, sus ventajas y recomendaciones.

Criterios de selección cuantitativa y cualitativa

Un primer conjunto de los criterios de selección esta basado en el grado de satisfacción de los requerimientos del escenario, en términos de la gestión de los servicios deseados, proporcionando las capacidades requeridas a lo largo del periodo de tiempo, la disponibilidad de nuevas versiones de productos y de software, así como la capacidad para satisfacer cualquier limitación operacional. Basado en los modelos de red obtenidos, el conjunto principal de procedimientos de evaluación técnico-económicos se aplican para cuantificar los costes iniciales, el gasto de inversión y el valor presente neto de los costes totales, anteriormente definidos. Todo ello, constituye el motor principal dentro del proceso de comparación y hace posible proporcionar las recomendaciones para cada escenario. Además, se efectúa el procedimiento de cualificación considerando el grado de flexibilidad de la solución ofrecida para satisfacer la demanda de abonados en distintas áreas geográficas, el tiempo requerido para el despliegue de un servicio, el comienzo de obtención de beneficios y su capacidad para evolucionar, así como otros factores similares.

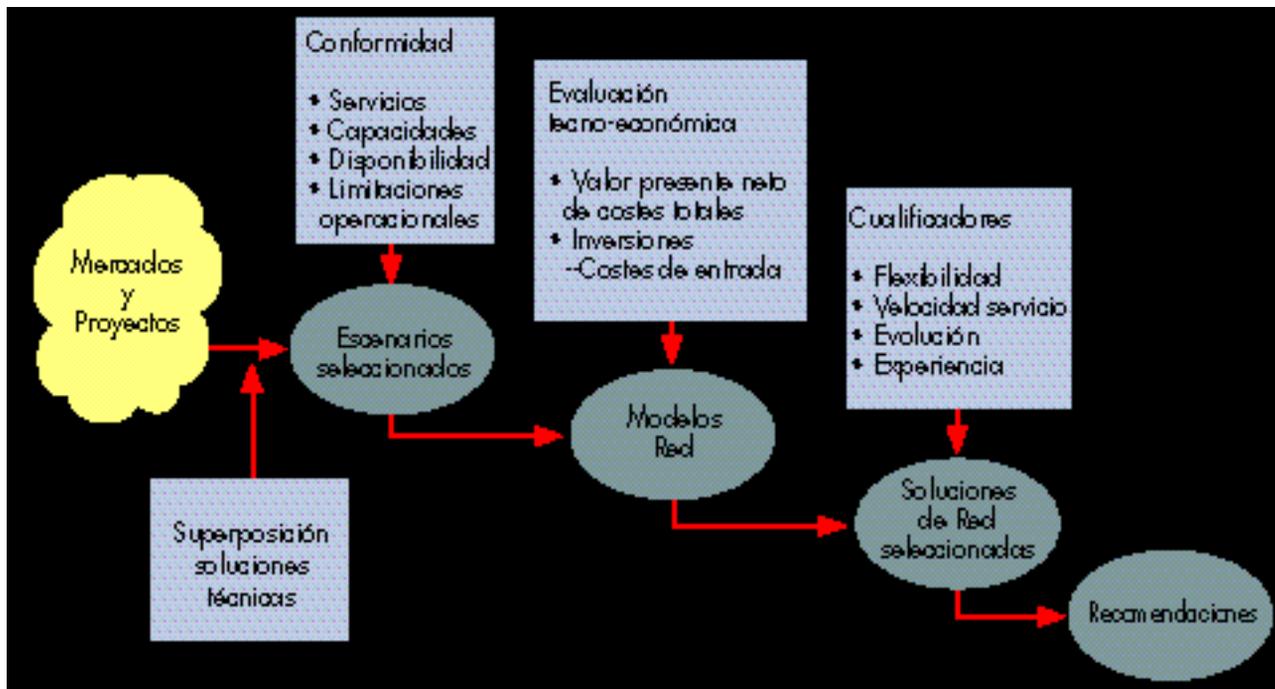
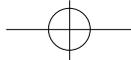


Figura 5 – Selección de una solución óptima de acceso

Modelos de ayuda a la decisión

Alcatel utiliza diferentes modelos y herramientas de decisión como ayuda al diseño y a la comercialización de sus productos en los distintos escenarios en operación, así como para definir las soluciones más efectivas en coste que satisfagan los requerimientos específicos del proyecto de cada cliente.

Nosotros utilizamos dichos modelos en la comparación y evaluación estratégica a largo plazo de tecnologías diferentes de acceso. Estos modelos analizan los factores principales del coste de inversión y del coste de operación para diversos tipos de soluciones de acceso e identifican los métodos “ganadores” que pueden proveer un conjunto específico de servicios en un escenario determinado. Los resultados de es-

tas evaluaciones se usan internamente para la selección de nuestra cartera de productos de acceso, así como en el soporte a nuestros clientes para desarrollar estrategias apropiadas de despliegue de su red.

Las **Figuras 6 y 7** muestran algunos resultados típicos obtenidos usando “macro” modelos. La **Figura 6** está basada en una comparación de las variaciones de los costes para tres tecnologías (A, B y C),

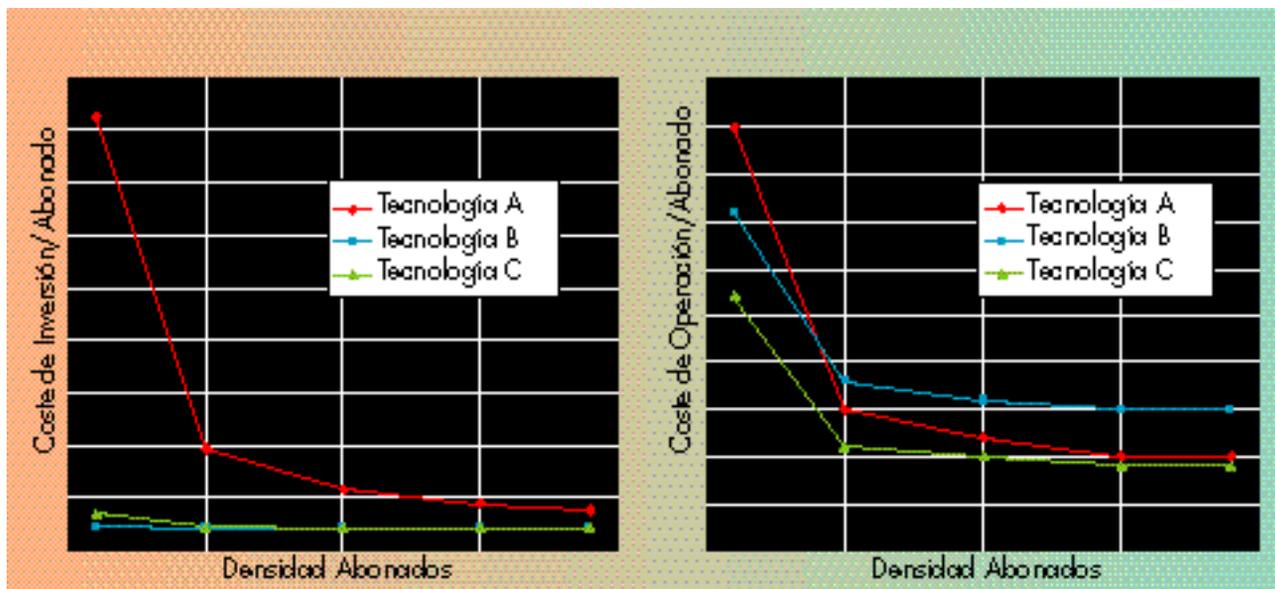


Figura 6 – Costes de diferentes tecnologías de acceso en función de la densidad de abonados

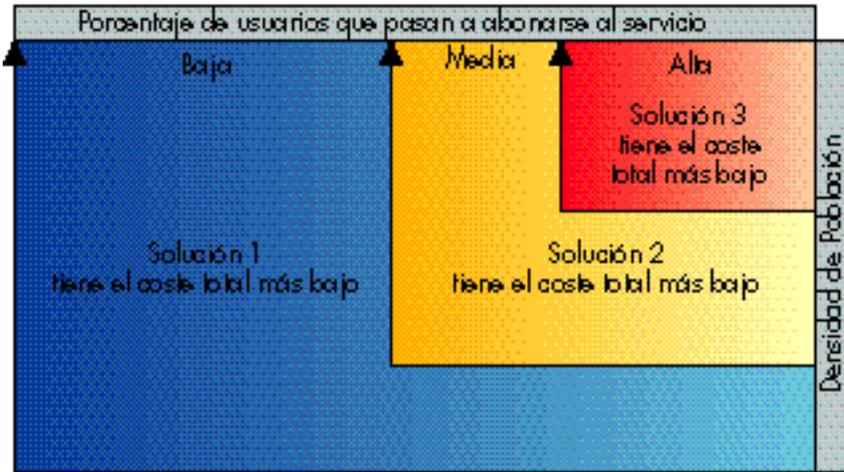
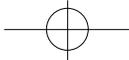


Figura 7 – Superposición de soluciones y escenarios

dependiendo de la penetración de los abonados. Los gráficos muestran que la diferencia entre la parte fija de los componentes de coste independiente de los abonados (coste de inversión y de operación) es una de las razones del porqué la solución más eficaz para un escenario en función de los costes, no es necesariamente la más eficiente para otro escenario. La existencia de un punto de equilibrio en el gráfico (donde los costes de las dos soluciones son iguales) indica que el parámetro elegido (la penetración) tiene un impacto considerable sobre los resultados de comparación.

La **Figura 7** muestra una representación similar, a excepción de que considera dos factores críticos en un escenario y el análisis está basado en los costes totales de cada solución.

Cuando se evalúa un proyecto determinado, el modelo usado representa la combinación de los escenarios asociados que permiten ahorros en coste de soluciones conjuntas como, por ejemplo, para áreas metropolitanas, suburbanas y rurales. También se considera la presencia de cualquier infraestructura existente para analizar su reutilidad en futuras extensiones. A corto plazo, está claro qué produc-

tos están disponibles; en consecuencia, la configuración, dimensionamiento y coste pueden definirse de forma precisa y con más detalle cuando analizamos inversiones sobre el período de estudio. La **Figura 8** representa un ejemplo de dicha evaluación de inversión sobre un periodo de diez años para recursos diferentes de red.

Finalmente, cuando se ha seleccionado una solución para un área y proyecto específico, se comienza una evaluación, optimización e ingeniería detallada, usando herramientas y modelos adicionales, como se describe en el artículo "Planificación de Redes de Telecomunicación para Países en Desarrollo" descrito en las páginas 153-160 de este número.

■ Conclusiones

En este artículo hemos descrito varios estudios para evaluar diferentes tecnologías de acceso desde la perspectiva de un operador y enfocándolos a los costes de cada solución. La comparación de costes totales, basada en los métodos de escenario, ha sido identificado como el procedimiento más objetivo y práctico para evaluar soluciones competitivas.

Alcatel utiliza una gran variedad de modelos para conducir este análisis. Estos modelos se han construido para reflejar el

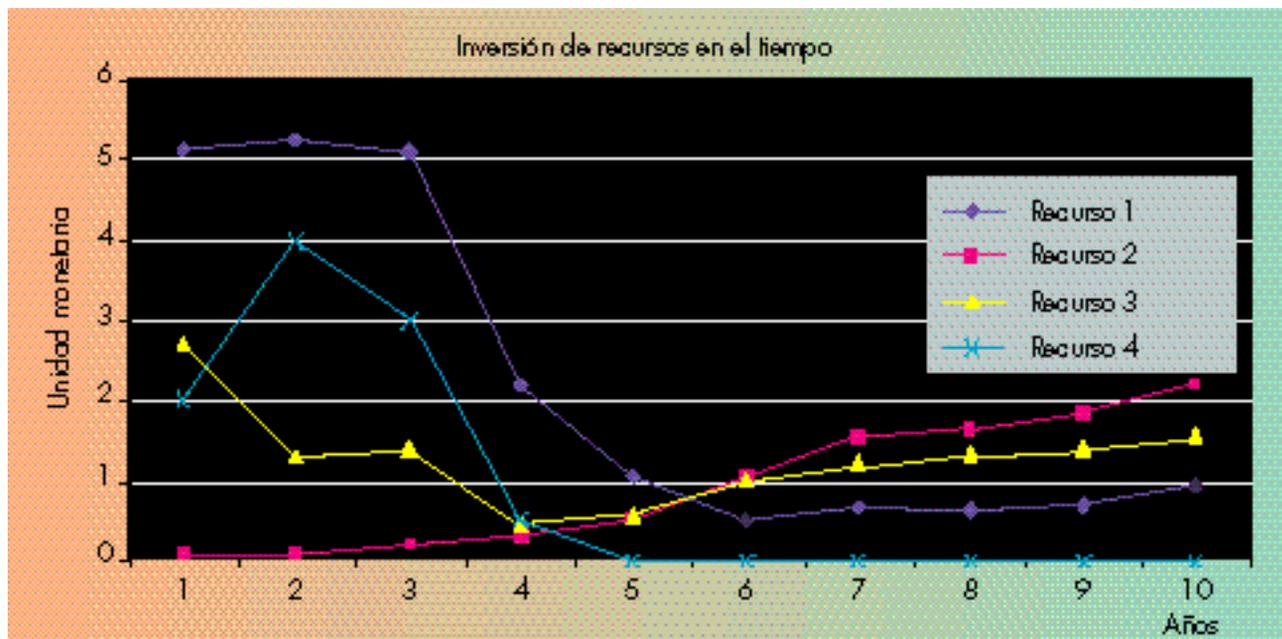
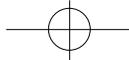


Figura 8 – Inversión para diferentes recursos de red a lo largo del tiempo



Plan de Negocio del operador y ser confrontados con los costes reales de inversión y de operación. Alcatel, usando esta técnica, puede comparar los costes totales para operar diferentes alternativas y utilizar los procedimientos que ofrecen las soluciones económicamente más atractivas.

Los beneficios cuantitativos obtenidos, seleccionando la solución más adecuada y de combinación de tecnologías, producen un importante ahorro en costes, que son decisivos cuando se lleva a cabo un negocio rentable y se extiende el servicio de acceso a más clientes. Además, hay que sumar los beneficios cualitativos adicionales, tales como la flexibilidad con que los

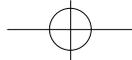
nuevos servicios pueden introducirse, la posibilidad para dar servicio a clientes desde cualquier ubicación geográfica, y la capacidad de evolución de la red, que son los factores diferenciales más importantes que ayudan a un negocio a permanecer rentable y crecer. Los resultados de nuestro estudio demuestran que no hay una única tecnología que gane en todos los escenarios. Para ser capaz de ofrecer la solución óptima para cada red es necesaria una gran variedad de productos de acceso.

La capacidad de Alcatel es no solamente la de evaluar y recomendar las mejores soluciones para cada operador, sino también la de proporcionar una amplia

gama de tecnologías de red que son los factores claves del éxito de cualquier proyecto en la extensión o construcción de una red en cualquier parte del mundo.

Ilya Mikerov es Gerente para el Análisis y Estrategia de Negocio en el departamento de Desarrollo de Negocio y Comercialización de Alcatel en París, Francia

Oscar González Soto es Gerente para la Estrategia de Servicios y de Red en la División de Integración de Red de Alcatel en París, Francia



PLANIFICACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIÓN EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

M. DE MIGUEL
A. NITCHIPORENKO
I. PUEBLA

Las herramientas de planificación de Alcatel pueden resultar decisivas para ayudar a los operadores de red a definir su estrategia de evolución hacia una red optimizada.

■ Introducción

Las redes de telecomunicación en los países en vías de desarrollo están basadas en redes de conmutación con estructuras jerárquicas y de transmisión punto-a-punto. Sin embargo, este tipo de redes no permiten el crecimiento rápido de la demanda de nuevos y tradicionales servicios, característica de estos países. Como consecuencia, hay una necesidad de planificar e ins-

talar infraestructuras flexibles de red y con posibilidad de evolución rápida para satisfacer los incrementos de demanda.

La introducción de centrales digitales que pueden manejar esquemas de tráfico no-jerárquico, de transmisión de Jerarquía Digital Síncrona (JDS), y de técnicas modernas de acceso, hacen que las arquitecturas de la red existente tengan que cambiar, implicando importantes desafíos para los operadores.

La **Figura 1** ilustra una secuencia de tareas y de herramientas de soporte de la planificación, usadas en la planificación de un área nacional. El proceso de planificación es iterativo debido a que los cambios estructurales de la red durante el período de planificación, afectan a la solución y costes de conmutación, transmisión y acceso. Por ejemplo, la solución de red de transmisión producida por la herramienta ALCALA puede modificar la configuración

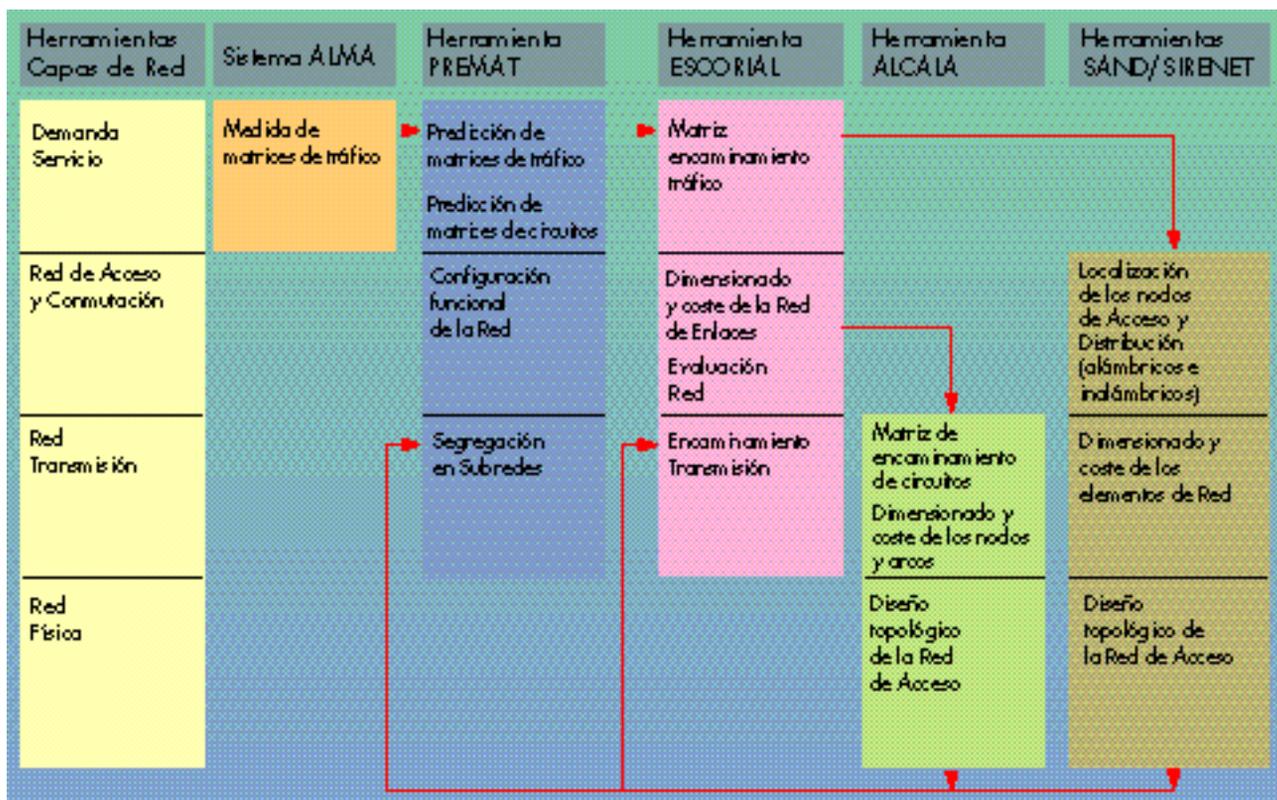


Figura 1 - Relación entre las herramientas de diseño y las capas de red

y coste de transmisión asumida en el modelo de red seleccionado por la herramienta ESCORIAL. El diseño y evolución de red global óptima se refina mediante iteraciones adicionales del diseño de la red de conmutación (ESCORIAL) y del diseño de la red de transmisión (ALCALA).

Además, el tráfico de red puede cambiar durante el período de planificación, así como la evolución de los servicios. La actualización de las medidas de tráfico se obtiene usando el sistema de gestión (ALMA) seguido de la utilización del sistema de Planificación de las Telecomunicaciones [1, 2] que consiste en la utilización de una cadena de herramientas (PREMAT, ESCORIAL, ALCALA, SAND/SIRENET) que permiten al operador de red definir y optimizar la evolución de su red.

■ Predicción de Demanda

La herramienta PREMAT incluye métodos y algoritmos de predicción para definir la evolución de la demanda de red basada en la matriz actual de demanda; PREMAT calcula la matriz de demanda de la red para cualquier año del período de planificación definido. La matriz de tráfico entre centrales existentes se calcula comenzando con la red de servicios de datos y de medidas de tráfico; siendo posible determinar el tráfico total originado y terminado para el área de servicio de cada central.

Las técnicas de predicción basadas en los cambios incrementales en zonas de actividad similar, pueden predecir el aumento de la demanda por zona. Usando la distribución de la demanda, se configura la red futura, reasignando áreas de servicio y estimando el tráfico total futuro para cada área. Una vez recopilada esta información, el planificador puede seleccionar desde PREMAT seis modelos matemáticos básicos (Dobles Factores, Tráfico Unitario, Matriz, Factores de Interés, Factores de Afinidad, Coeficientes de Similitud) y tres métodos combinados para calcular la matriz futura de distribución de tráfico.

PREMAT considera el flujo de tráfico en una red multiservicio (voz, circuito, paquete, Red Inteligente, Internet, etc.). Pueden integrarse varias matrices por clases de servicio (o las matrices actuales o las matrices de predicción) en una final.

La evolución de red se calcula mediante métodos y facilidades para segregar la matriz global en sub-matrices, correspondientes a subredes y mediante procedimientos de integración de matrices para la reasignación de áreas.

■ Estructura de la Red de Acceso

En la mayoría de los países en vías de desarrollo, la red nacional de telecomunicaciones es una red multi-nivel. Este tipo de redes

evolucionan hacia redes modernas con dos niveles: un nivel superior de red, correspondiente al tránsito interurbano y nodal internacional, y un nivel local que incluye las redes urbanas/metropolitanas o regionales/rurales. Los países se estructuran en áreas nodales que cubren las regiones, con centrales nodales que concentran el tráfico de larga distancia (interurbano e internacional). Las redes locales/metropolitanas tienen también una estructura de dos niveles, consistente en centrales de tránsito que gestionan el tráfico urbano o interurbano y las centrales locales para el acceso de abonados.

El acceso de abonados tradicionalmente está constituido por cables de cobre hacia la central local o Unidades Remotas de Abonados (URA). El crecimiento actual de las redes de telecomunicación justifica las soluciones multiservicio de la red de acceso (ver la **Figura 1** donde se usan tecnologías como Fibra en El Bucle de Abonado (FITL) y Telecomunicaciones Digitales Inalámbricas (DECT).

Las redes regionales/rurales se componen de unidades primarias de conmutación que se acceden por medio de Unidades Remotas de Abonados (URAs) o por sistemas Punto-MultiPunto (PMP) y de radio DECT.

La planificación de red de acceso es indispensable para seleccionar una solución apropiada de acceso, localizando y dimensionando los Elementos de Red (ER), y los subsistemas de transporte para dar servicio a la demanda. Esto incluye los

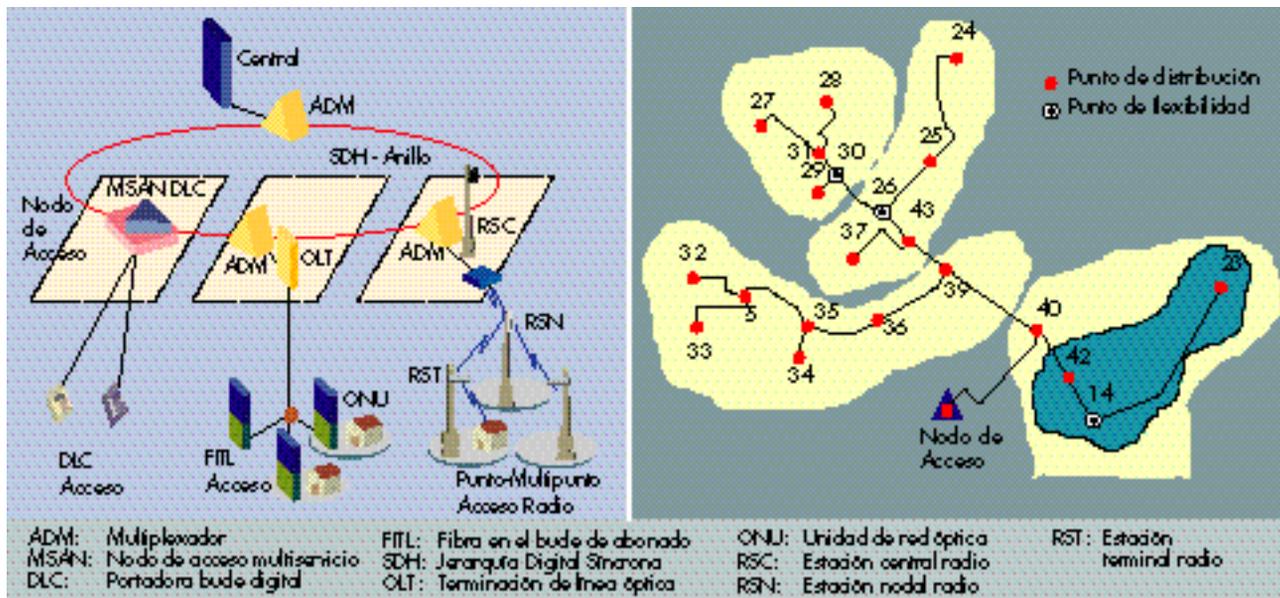
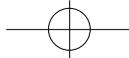


Figura 2 - Estructura y una de las topologías de la red de acceso



servicios y su distribución, teniendo en cuenta la demografía y geografía del área de abonados, como se describe en el artículo "Cómo Modelar y Seleccionar las mejores Redes de Acceso" descrito en las páginas 145 a 152 de este número.

El proceso detallado de planificación de la red de acceso consiste de cuatro pasos fundamentales [3].

El primero considera la caracterización de la demanda de los servicios, basada en los requerimientos impuestos por los abonados o grupo de abonados.

El segundo paso consiste en una descripción de la red funcional, optimizando el número, tipos y tamaños de las áreas de servicio.

En el tercer paso, se optimiza y dimensiona la tecnología que se va a usar para la comunicación entre abonados y las unidades de terminación de red. Esta conexión es suministrada por un rango de tecnologías tales como cobre, fibra o enlaces radio. De todas ellas, la tecnología radio ha adquirido una importancia considerable en países en vías de desarrollo, por su bajo coste y su rápida instalación.

Finalmente, en el cuarto paso, se optimiza la tecnología usada para conectar las Unidades de Terminaciones de Red a la Red de Telecomunicación Pública de Conmutación (PSTN); incluyendo el equipo instalado en el nodo y la topología de la red (ver **Figura 2**).

Este proceso de planificación está soportado por las herramientas SAND y SIRENET, que Alcatel usa para planificar sus soluciones de acceso alámbricas, inalámbricas y mixtas. [3,4].

■ Diseño de la Red de Conmutación

El siguiente paso en la planificación es optimizar la red de enlaces para estructuras jerárquicas y no-jerárquicas, seleccionando la mejor configuración para el periodo de planificación, así como definir la evolución de su estructura [5].

Herramientas de diseño

El conjunto de herramientas ESCORIAL usa las matrices de tráfico calculadas por PREMAT para definir la red óptima de enlaces para el año de planificación, junto con las fases de transición de la red. Los mode-

los de las herramientas se aplican en los niveles de conmutación y de transmisión.

Tradicionalmente, se han distinguido dos modelos de red: el funcional y el físico. El primero enruta el tráfico repartiéndolo y, el segundo, proporciona las facilidades para el ruteo:

- El *modelo funcional de la red* considera la estructura lógica de la red (esquemas de ruteo alternativo y modelo de tráfico) para el dimensionado de la red, según el grado objetivo de servicio de la red, calculando conjuntamente los costes de conmutación y de transmisión, a fin de optimizar la red bajo criterios económicos.
- El *modelo físico de la red* considera los costes de la red de transmisión (cable, infraestructura y sistemas de transmisión) y representa el esquema físico de la red. Dicho modelo selecciona los caminos de mínimo coste para las interconexiones nodo a nodo.

Redes jerárquicas

La herramienta ESCORIAL-H [6] dimensiona óptimamente multi-redes jerárquicas de enlaces hasta un máximo de 1.152. Dicho módulo tiene implementados algoritmos y métodos para el dimensionamiento de enlaces monodireccionales/ bidireccionales y la optimización de la red, basados en costes marginales. Diferentes estudios realizados con la herramienta han mostrado la exactitud de los resultados alcanzados.

Redes no-jerárquicas

La herramienta ESCORIAL-N [6] diseña, analiza, dimensiona óptimamente y evalúa el coste de la red de enlaces a dos niveles que usan ruteo no-jerárquico de tráfico en el nivel superior de tránsito. Opcionalmente, se puede dimensionar la red considerando diferentes parámetros como: reserva de enlaces, esquemas diferentes de ruteo y niveles diferentes de seguridad física o funcional.

La reserva de enlaces permite cursar todo el tráfico ofrecido para prevenir la inestabilidad y degradación del servicio de la red como resultado de sobrecargas.

La seguridad estructural de la red considera la seguridad en la conmutación duplicando las centrales de tránsito y enlaces de interconexión en el nivel superior y la seguridad de transmisión proporcionando dos caminos físicos separados por cada

ruta. Mediante otra opción, definida por el planificador, se analiza la red para dimensionados de grupos de enlaces diferentes y se calcula el grado de servicio para cada par origen-destino.

Red de transición

Los países en vías de desarrollo, en los que la demanda de tráfico crece rápidamente, necesitan una red de conmutación flexible para realizar dicha evolución de forma rápida y con una seguridad adecuada que impida las interrupciones del servicio. El coste para lograr estos objetivos tiene una importancia primordial debido a los recursos financieros limitados de muchas economías en vías de crecimiento.

El conjunto de herramientas de Alcatel evalúan diversas estructuras y alternativas, basadas en el menor-coste de la evolución de red, cubriendo desde redes jerárquicas multi-nivel a redes no-jerárquicas de dos niveles. La evaluación se efectúa en dos fases. En la primera, se configura el nivel superior de red, reduciendo los niveles primarios, secundarios y terciarios de la red a un único nivel equivalente (totalmente digital) de tránsito interurbano de redes no-jerárquicas. La red total se evalúa partiendo las áreas de servicio de tránsito del país y reagrupando las centrales de la red (direccionándolas a las centrales de tránsito).

Al mismo tiempo, se seleccionan y digitalizan las centrales del nivel inferior de la red, concentrando el tráfico interurbano (áreas urbanas y rurales). Este proceso reduce significativamente (sobre el 25%) el número de centrales consideradas en la red de larga distancia de dos niveles.

Para optimizar las alternativas, el modelo superior de red considerado es una red completamente mallada, interconectando los nodos del nivel superior y usando alternativamente esquemas no-jerárquicos de ruteo de tráfico. El nivel inferior se conecta al nivel superior por una red en estrella, complementada por conexiones directas entre centrales, cuando económicamente es justificable (solo serán seleccionadas las rutas de alto uso).

La segunda fase considera la interconexión de enlaces entre los niveles superiores e inferiores de centrales de conmutación. Esto conlleva en determinados casos la sustitución de centrales digitales, redireccionado la conmutación a otras re-

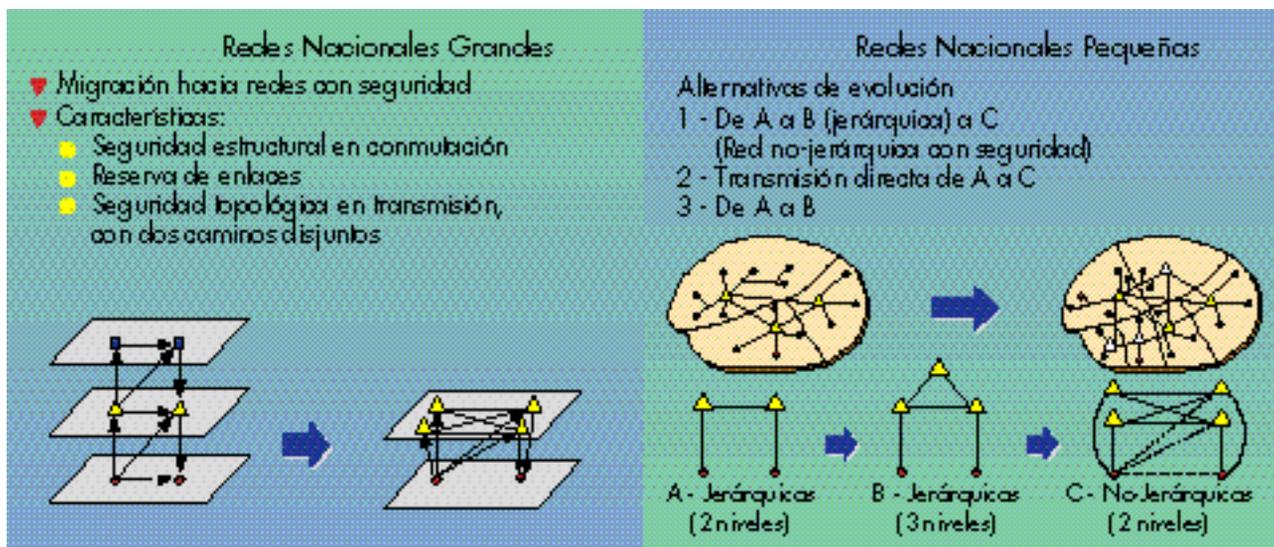


Figura 3 - Evolución de una red jerárquica multinivel hacia una red de dos niveles.

giones de tránsito y interconectando las centrales de conmutación redireccionadas. En algunos casos, se establecen enlaces a otras regiones. Estos cambios se implementan a medio plazo.

El resultado de esta evolución de red es una red de dos niveles con ruteo no-jerárquico de tráfico secuencial en el nivel superior (ver **Figura 3**).

Las redes modernas multiservicio imponen su disponibilidad y su grado de servicio específico. La estructura de modelos de seguridad de red [6] se ha implementado en estudios tales como el realizado en la red PSTN de España y de Francia; siguiendo la evolución de red estas mismas dos fases.

■ Diseño de la Red de Transmisión

La introducción de la tecnología JDS en la red de transporte es un paso muy importante que sigue la evolución lógica de las redes en países en vías de crecimiento. ALCALA es una herramienta para diseñar infraestructuras de transmisión y soluciones JDS.

Herramienta de diseño

ALCALA utiliza las matrices de servicios y de circuitos/enlaces producidas por ESCORIAL y PREMAT, para calcular el diseño topológico de la red física (infraestructura y cables de transmisión). Para realizar esto, optimiza la asignación de

equipos de red JDS: Multiplexores Agregadores/Separadores (ADMS), Transconectores Digitales (DXCS), Terminaciones de Línea Ópticas (OLTS), regeneradores, etc. El objetivo es diseñar, optimizar y costear redes de transmisión JDS. Este proceso de planificación es soportado por una metodología desarrollada por Alcatel, que estructura el proceso total en los siguientes pasos: diseño topológico de la red física, configuración de la red, optimización del enrutamiento de circuitos, dimensionado de equipos, costeo y análisis de fallos de tráfico de red [7].

ALCALA diseña redes en anillo con protección, considerando redes de supervivencia alta mediante el procedimiento SubRedes de Protección de Conexión (SNCP) y usando anillos de Protección Múltiple de Sección (MS-SPRING), así como redes mallas con mecanismos diferentes de restauración y protección, tales como diversidad de caminos, caminos de reserva y directos. Las estructuras en anillo más apropiadas se generan de forma semi-automática por ALCALA [8], considerando simultáneamente demandas de velocidad de transmisión diferentes. El dimensionado óptimo se realiza partiendo de un catálogo de equipos flexible multivendedor.

Evolución de la red de transmisión

En línea con la evolución de la conmutación de red, la red de transmisión de larga distancia tiene también una estructura de dos niveles.

El nivel superior concentra el tráfico, requiriendo anchos de banda más grandes y justificándose estructuras de red de anillo o malla. La herramienta ALCALA evalúa cada caso de red y selecciona la solución óptima (ver **Figura 4**).

La solución óptima para conectar los niveles superior e inferior de la red, será una red en estrella o multi-anillo, o una combinación de las dos. Ambos procesos son soportados por la herramienta.

El modelo de la herramienta se aplica a la capa física (infraestructura y soportes de la transmisión) y de transmisión de la red, de forma que permite un diseño de red de transmisión que favorece a la configuración de la red de conmutación. Como ejemplo, la **Figura 5** muestra una solución JDS para una transmisión en la capa alta con un ancho de banda relativamente bajo, que es un punto de partida para países en vías de desarrollo. En este caso, la red se implantará usando equipos ADM.

ALCALA soporta las tareas de diseño de red relativas a su configuración y diseño topológico. Partiendo de la configuración de conmutación y las limitaciones de planta existente, ALCALA selecciona la estructura de red de transmisión más apropiada: malla o multi-anillo.

A continuación de este proceso, ALCALA dimensiona los equipos JDS y la interconexión a las centrales de conmutación, teniendo en cuenta los esquemas requeridos de protección. Todas las soluciones propuestas se optimizan desde el punto de vista económico.

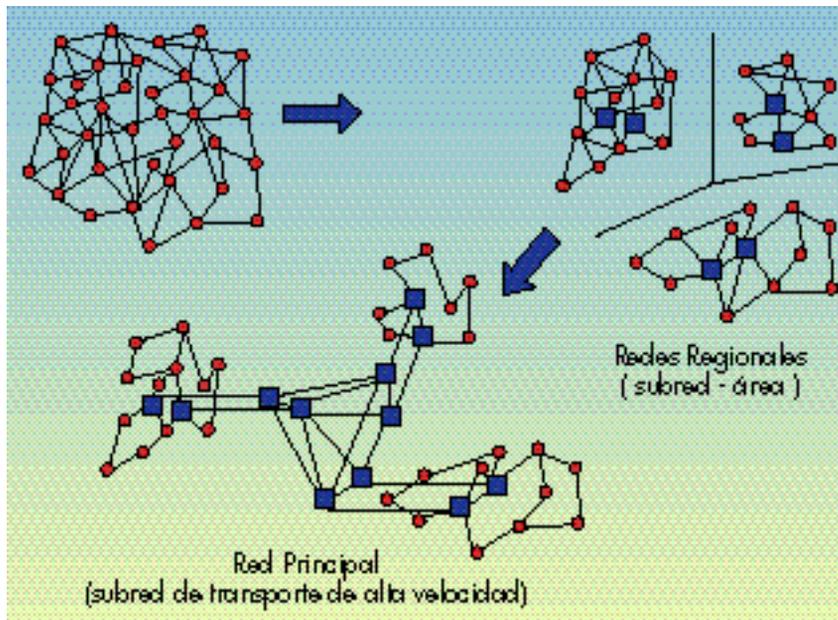
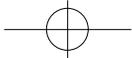


Figura 4 - Estratificación de la red de transmisión: redes regionales y centrales.

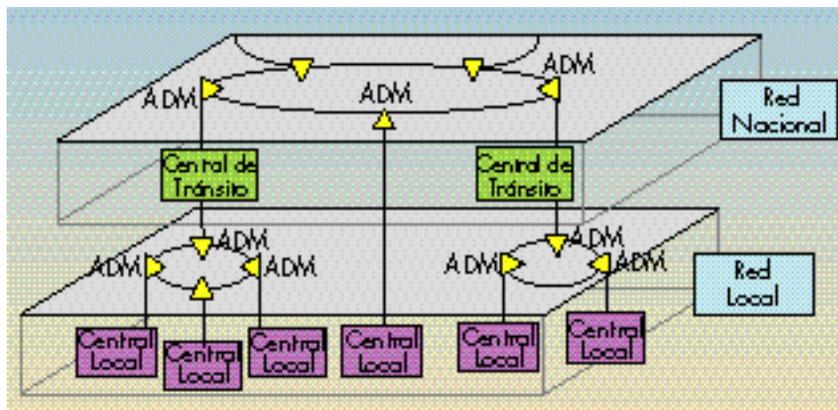


Figura 5 - Solución de dos capas basada en ATM.

Medidas y Gestión de Tráfico

La matriz real de tráfico se calcula usando las facilidades para medidas de tráfico implantadas en los nodos de conmutación o en el sistema de gestión de red. El sistema de tráfico ALMA de Alcatel usa el Sistema de Análisis de Datos de Tránsito (TDAS) para calcular la matriz real de tráfico de red.

El sistema de recopilación de datos de tráfico de red prevé las siguientes medidas:

- Flujo de Tráfico por central (originado, terminado, entrante, saliente, tránsito).
- Flujo de Tráfico por grupo de enlaces (entrante y saliente).

- Factores de interés de Tráfico (intereses de comunicación entre dos áreas) y el tráfico por destino para cada central.

El sistema de análisis y procesamiento de datos de tráfico usa esta información para procesar los datos para los días de referencia del año o para calcular los valores medios estadísticos para el año entero. El resultado es la matriz de tráfico actual de red punto-a-punto y la matriz de factores de interés. Además, el Analista de Tráfico usa las herramientas de pronóstico proporcionadas por el sistema estadístico de análisis para predecir (para cada zona de tráfico/central de área) el número de abonados y el tráfico total (originado/terminado) para un momento determinado, o

año, en el futuro. Estos datos se usan como entrada a PREMAT.

Ejemplos de Estudios de Red

Hoy, las nuevas tecnologías de telecomunicaciones se ofrecen a la mayoría de los países en vías de desarrollo del mundo. El primer paso es determinar la solución más apropiada para cada uno de ellos. Para ello, la planificación de red ofrecida por Alcatel puede ser un punto decisivo, ayudando a los operadores nacionales a realizar de forma adecuada la evolución de sus redes de telecomunicación.

Los casos de estudio mostrados a continuación, algunos realizados hace ya algún tiempo [9], muestran como Alcatel ayuda a la introducción de las redes de telecomunicación en todas las partes del mundo.

Planificación de la red de acceso en Sudáfrica

En Sudáfrica, actualmente los servicios de telefonía básica se suministran a las comunidades en áreas rurales y municipios pequeños mediante una red superpuesta de Alcatel, como se describe en un artículo de este número ("Despliegue del Acceso Radio en Sudáfrica").

Alcatel está suministrando 288.000 líneas de equipo de acceso de radio al operador sudáfricano Telkom, mediante una aplicación piloto en el área rural de Kranskop (ver **Figura 6**). El objetivo del estudio de planificación fue localizar, dimensionar e instalar equipos de Alcatel DECT. Cada central (Radio Estación Central o RSC) en dicho estudio sirve el área entera por medio de una red de microondas punto-a-multipunto.

El sistema 9800 de Alcatel consiste de un controlador de estación de base, un controlador central, 17 estaciones base remotas, 34 estaciones base DECT y 500 terminales de red inalámbricos de primera generación DECT.

En este caso, el planificador de red usó la herramienta SIRENET para diseñar la solución óptima, incluyendo aspectos soportados por la herramienta como: la cobertura para redes simples o multi-punto; compatibilidad electromagnética local

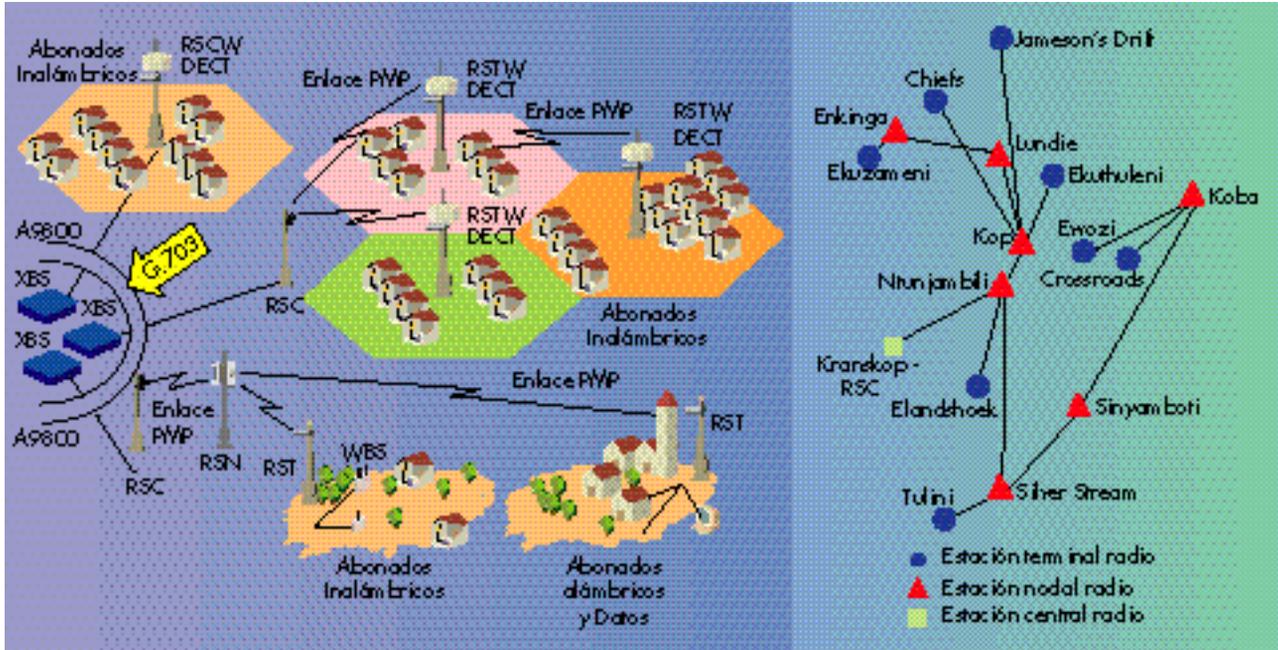
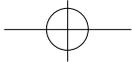


Figura 6 - Solución integrada Alcatel 9800/DECT, mostrando un diagrama de la zona de Kranskop.

y análisis espectral; mapas de interferencia, asignación de frecuencia y planificación celular; modelos diferentes de propagación; procedimientos de optimización para la localización de estaciones; dimensionado, etc.; y una gama de bases de datos (cartográficas, frecuencias, equipos, lugares, estaciones, reglas).

Red metropolitana de conmutación para La Paz

El área metropolitana de La Paz, en Bolivia, tiene una población de 1,6 millones de personas, con una penetración del servicio telefónico del 8%. COTEL, el operador de telecomunicaciones, planifica digitalizar totalmente la red (el 40% de las líneas son analógicas) y expandir hasta llegar a un 25% de aumento en la demanda en los próximos años.

La planificación de red comenzó con una predicción de demanda macroscópica y por la caracterización del tráfico para definir los objetivos de servicios de telecomunicación para el año 2000.

El diseño de la red de conmutación condujo a la definición de una configuración de red de dos niveles y diez centrales de conmutación (tres de ellas nuevas), una red de acceso compuesta de RSUS, Unidades Digitales de Línea (DLUS) -como se muestra en la **Figura 7**- y una red superpuesta de acceso radio.

El diseño de la red de transmisión resultado es una estructura JDS de tres anillos que interconecta las centrales y una combinación del sistema Jerarquía Digital Plesiocrona (JDP) existente y el nuevo JDS para unirse a la red de acceso.

Las herramientas de planificación y los expertos de Alcatel soportaron los resultados principales del estudio, proporcionando al operador de telecomunicaciones soluciones claras a la necesidad de evolución de su red.

Diseño de la red JDS de transmisión en Bangladesh

Bangladesh es uno de los países más poblados del mundo con 126 millones de habitantes y con una densidad de 875 habitantes por kilómetro cuadrado. El desarrollo de dicho país está limitado fuertemente por factores económicos. Bangladesh tiene un renta per capita de 265 dólares, una tasa de inflación relativamente baja del 4%, y un crecimiento anual del 5,7%.

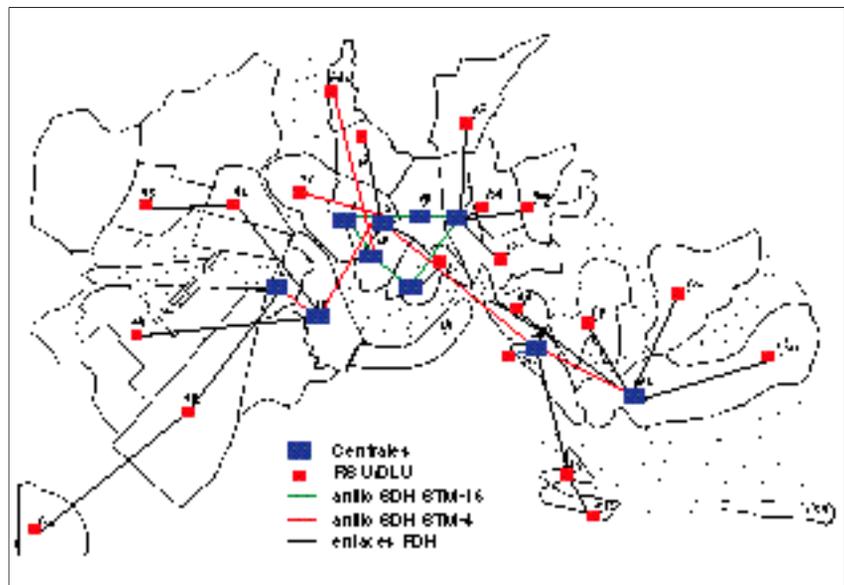
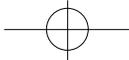


Figura 7 - Red metropolitana de La Paz.



Actualmente, la red de telecomunicaciones tiene 450.000 líneas instaladas, más de una tercera parte suministrada en los últimos tres años por Alcatel. El valor de penetración de las telecomunicaciones es del 0,37%. La red principal de transmisión está formada por una red de Jerarquía Digital Plesio-crona (JDP) con enlaces radio que interconectan más de 100 centrales de conmutación de tránsito y locales.

El consorcio de Teléfonos y Telégrafos de Bangladesh (BTTB) tiene la difícil tarea de abordar la red futura considerando la evolución de red, la introducción de los nuevos servicios de telecomunicación (móviles, transmisión de datos, Internet, etc.) y los nuevos operadores de telecomunicación (privados, fijos y móviles). Cualquier solución deberá proporcionar una red efectiva de telecomunicación que considere las condiciones geográficas locales (el país está atravesado por numerosos arroyos y ríos) y las infraestructuras existentes (equipo instalado, carreteras, puentes, etc.).

Uno de los componentes más importantes de la red de Bangladesh es la red de transmisión. BTTB tomó la decisión estratégica de moverse rápidamente desde la transmisión punto-a-punto (JDP) a una estructura flexible en todo el país basada en tecnología

JDS. Dos preguntas importantes fueron realizadas y contestadas: ¿cuál será el mejor diseño para la futura red JDS?, y ¿cuál la estrategia óptima de evolución, comenzando desde la red existente de transmisión?

Alcatel, principal suministrador de telecomunicaciones en Bangladesh, ha realizado un estudio de planificación para proporcionar las soluciones más adecuadas a estas preguntas, teniendo en consideración factores económicos, geográficos y tecnológicos. En dicho estudio se han seguido las siguientes etapas principales: análisis de la red existente, incluyendo la calidad de servicio; análisis del tráfico y recopilación de datos; predicción de la demanda; planificación de la evolución de la red de conmutación, y diseño de la red principal de transmisión JDS. La planificación y diseño de la red principal JDS se efectuó usando herramientas de planificación de redes como ALCALA. La **Figura 8** describe una de las soluciones generadas por ALCALA para su análisis posterior e implantación en la red.

■ Conclusiones

Los operadores de telecomunicaciones en países en vías de desarrollo se en-

cuentran con el desafío de definir sus necesidades futuras de red y servicios. Estos retos son difíciles de alcanzar debido al rápido crecimiento de estas redes. Alcatel ayuda a muchos de estos operadores a desarrollar soluciones de red que resuelvan sus necesidades inmediatas y permitan definir estrategias óptimas de evolución.

La llave para lograr estos objetivos es disponer de herramientas de planificación adecuadas. La cadena de herramientas y la metodología de Alcatel resuelve los problemas de evolución de las redes de conmutación, transmisión y acceso.

La integración de la planificación de red y los sistemas de gestión de datos de tráfico permiten obtener rápidamente soluciones prácticas de red, asegurando que el proceso de planificación considera los cambios frecuentes de tráfico y de requerimientos de la red.

■ Referencias

1 M. de Miguel, O. González Soto, J.M. Silva: Telecommunication Planning System for Integrated Design of Modern Networks, Technical Symposium, 6th World Telecommunications Forum, Ginebra, 1991.

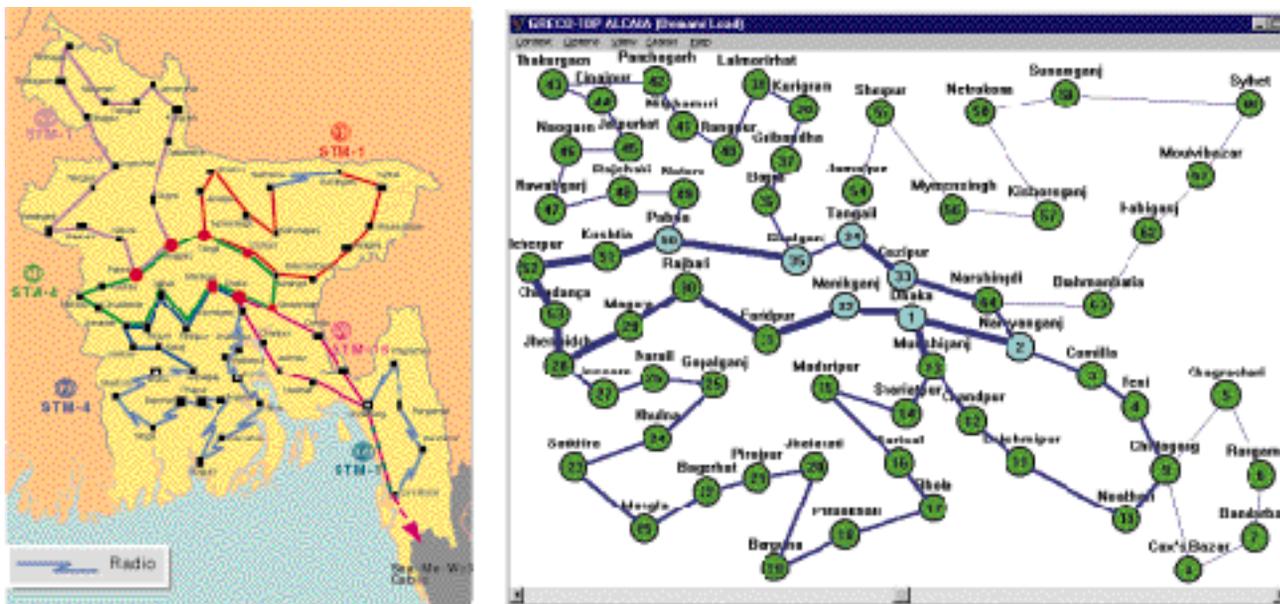
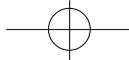


Figura 8 - Planificación de la red troncal de transmisión SDH de Bangladesh.

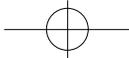


- 2 P.A. Caballero, O. González Soto: "Planificación de Redes Competitivas", Comunicaciones Eléctricas, número para Telecom 95, 1995.
- 3 E. Lafuente, J.L. Roncero: Planificación de la Red de Acceso: Metodología y Herramientas, Comunicaciones Eléctricas, 3º trimestre 1996.
- 4 A. Nitchiporenko, J. Barbas, A. Marín: Multilevel Local Access Network Design, 15th International Teletraffic Congress (ITC-15), Washington, EE.UU., 1997.
- 5 M. de Miguel, A. Nitchiporenko, I. Puebla: Solutions for Telecom Network Evolution to Non-hierarchical Structures, Workshop on Traffic Engineering for Developing Countries, 15th International Teletraffic Congress (ITC-15), Washington, EE.UU., 1997.
- 6 M. de Miguel, A. Bartolomé, F. Martín: ESCORIAL, the Tool for Planning Advanced National Networks with Security, 13th International Teletraffic Congress (ITC-13), Copenhagen, Dinamarca, 1991.
- 7 E. Lafuente, C. Alcázar, A. Lardies: Planning of High Capacity Transmission Networks with Flexibility, Networks 94, Budapest, Hungría, 1994.
- 8 A. Nitchiporenko, A. Mata-Rodríguez, J. Yañez: Efficient Ring Creation Procedure for Design of SDH/SONET Transmission Networks, 5th International Telecommunication Systems Modeling Congress, Nashville, EE.UU., 1996.
- 9 P.A. Caballero: Planificación de Redes en Áreas de baja Densidad, Comunicaciones Eléctricas, 1º trimestre 1995

Manuel de Miguel Domínguez, es líder Técnico en Consultoría de Planificación de Red y soporte a proyectos Multidivisión, trabajando en el grupo de Estrategia de Servicios y de Red en la División de Integración de Red de Alcatel en Madrid, España.

Alexandre Nitchiporenko trabaja para la División de Integración de Red en el grupo de Estrategia de Servicios y de Red de Alcatel en Madrid, España, donde tiene la responsabilidad de soportar con las Herramientas de Planificación las actividades de Consultoría en Planificación de Redes.

Inmaculada Puebla es Gerente de las actividades en Planificación de Redes para la selección y customización de Herramientas soporte a Proyectos para la Estrategia de Servicios y de Red en la División de Integración de Red de Alcatel en Madrid, España.



ABREVIATURAS DE ESTE NÚMERO

A		OLT	Terminación de Línea Óptica
ADM	Multiplexor agregador/separador	OMC	Centro de Operación y Mantenimiento
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation	OMS	Estación de Operación y Mantenimiento
ATM	Modo de Transferencia Asíncrono	P	
A-VPS	Sistema de Proceso de Voz de Alcatel	PCM	Pulse Code Modulation
B		PFE	Unidad de Alimentación de Energía
BER	Tasa de Error de Bits	PMBOK	Project Management Body of Knowledge
BNDES	Banco de Desarrollo Nacional Brasileño	PMP	Punto-Multipunto
BOT	Build, Operate and Transfer	POTS	Servicio Tradicional Telefónico Básico
BRA	Acceso Básico RDSI	Q	
C		QoS	Calidad de Servicio
CCBS	Sistema de Tarificación y Atención del Cliente	QPSK	Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura
CRC	Verificación de Redundancia Cíclica	R	
CU	Unidad de Control	RAN	Nodo de Acceso Remoto
D		RAP	Perfil de Acceso Radio
DAMA	Acceso Múltiple con Asignación por Demanda	RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
DCE	Equipo de Comunicaciones de Datos	RFPI	Radio Fixed Part Identification
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications	RI	Red Inteligente
DLU	Unidad Digital de Línea	RITL	Radio en el Bucle
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying	RSC	Estación Central de Radio
DRO	Oscilador de Resonador Dieléctrico	RSN	Red Telefónica Conmutada
DSP	Perfiles para Servicio de Datos	RSSI	Indicador de Potencia de la Señal de Radio
DTE	Equipo Terminal de Datos	RST	Estación Radio Remota Terminal
DXC	Transconector Digital	RSU	Unidad de Abonados Remota
E		RTC	Red Telefónica Conmutada
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada
F		S	
FEC	Corrección de Errores en Recepción	SCP	Punto de Control de Servicio
FITL	Fibra en el Bucle	SCPC	Un Sólo Canal por Portadora
G		SDH	Jerarquía Digital Síncrona
GDP	Gross Domestic Product	SDI	Interface de Distribución de Abonados
GoS	Grado de Servicio	SMP	Punto de Gestión de Servicio
GSM	Sistema Global de Comunicaciones Móviles	SNCP	Subred de Protección de Conexión
I		SOHO	Pequeña Oficina, Oficina en Casa
IP	Protocolo Internet sin conexión, Internet Protocol	SSP	Punto de Conmutación de Servicio
ISO	International Standards Organization	ST	Pequeño Terminal
ISP	Proveedor de Servicio Internet	T	
L		TDM	Time Division Multiplex
LAN	Red de área Local	TDMA	Time Division Multiple Access
M		TMN	Red de Gestión de Telecomunicaciones
MDAQ	Mediación y Adquisición de Datos	U	
MLTU	Unidad de Transmisión de Línea y Supervisión	UDI	Unrestricted Digital Information
MOS	Nota Media de Opinión	UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
MoU	Memorándum de Acuerdo	V	
MPDR	Radio Digital Multipunto	VBD	Datos en Banda de Voz
MPMP	Punto-a-Multipunto de Microondas	VPU	Unidad de Proceso de Voz
MS-SPRING	Anillo de Protección Múltiple de Sección	VSAT	Terminales de muy pequeña Cobertura
N		W	
NE	Elemento de Red	WBS	Estación Base de Radio
NMS	Sistema de Gestión de Red	WDM	Multiplexación por División en Longitud de Onda
NSTD	Marcación de Enlaces para Abonados Nacionales	WLL	Bucle Local Radio
O		WNT	Terminación de Red de Radio
OAM	Operación, Administración y Mantenimiento	WS	Subsistema Radio
		X	
		XBS	Estación Base de Central

OFICINAS EDITORIALES

Cualquier asunto relacionado con las distintas ediciones de la Revista de Telecomunicaciones de Alcatel deberá dirigirse al director adecuado. Las peticiones de suscripción deben enviarse por fax o por correo.

EDICIÓN INGLESA:

Mike Deason
Alcatel Telecommunications Review - Alcatel
54, rue La Boétie 75382 Paris Cedex 08
France
Tel.: 33 (0)1 40 76 13 48
Fax: 33 (0)1 40 76 14 26
E-mail: (ver edición francesa)

EDICIÓN ALEMANA:

Andreas Ortelt
Alcatel Telecom Rundschau - Alcatel
Department ZOE/FP
70430 Stuttgart - Germany
Tel.: (49) 711 821 446 90
Fax: (49) 711 821 460 55
E-mail: A.Ortelt@stgl.sel.alcatel.de

EDICIÓN FRANCESA:

Catherine Camus
Revue des Télécommunications d'Alcatel
Alcatel
54, rue La Boétie - 75382 Paris Cédex 08
France
Tel.: 33 (0)1 40 76 13 48
Fax: 33 (0)1 40 76 14 26
E-mail: catherine.camus@alcatel.fr

EDICIÓN ESPAÑOLA:

Gustavo Arroyo
Revista de Telecomunicaciones de Alcatel
Alcatel
Ramirez de Prado, 5 - 28045 Madrid - Spain
Tel.: (34) 91 330 49 06
Fax: (34) 91 330 50 41
E-mail: gustavo@alcatel.es

EDICIÓN CHINA:

Isabelle Liu
Alcatel China
Beijing Representative Office
2nd & 3rd Floor Landmark Building
8 North Dongsanhuan Road
Chaoyang District
Beijing 100004
P.R. China
Tel: 86 10 65924670
Fax: 86 21 65064265 / 65073784
E-mail: isabelle.Liu@alcatel.com.hk

**El próximo número a publicar tratará sobre
Redes Ópticas**