

Segundo Trimestre de 1993

COMUNICACIONES ELÉCTRICAS



Tema central: Comunicaciones GSM



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

COMUNICACIONES ELÉCTRICAS

Segundo trimestre de 1993

Comité editorial

Peter Radley
Presidente

Dominique Brouard
Alcatel Cable

Bernard Culot
Alcatel Radio, Space & Defense

Rossella Daverio
Relaciones Corporativas y Publicidad

Denis Derville
Alcatel Business Systems

Renzo Ravaglia
Network Engineering & Installation

Werner Schmidt
Patentes

Renaat Van Malderen
Alcatel Network Systems

Editores

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

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

Andreas Ortelt
Editor, Elektrisches Nachrichtenwesen, Stuttgart

Gustavo Arroyo
Editor, Comunicaciones Eléctricas, Madrid

Dino Callegari
Editor, Prospettive di Telecomunicazioni, Milán

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

Directora de la Publicación : Rossella Daverio
Revista técnica trimestral, editada por Alcatel Alsthom Publications S.A., con un capital de 250 000 Francos franceses
Domicilio social : 12, rue de la Baume, 75008 París, Francia
Depósito Legal : RCS París B 349 910 521
Accionista principal : Samag : 99,76%
Registro Legal : Segundo trimestre de 1993
ISSN : 1242-0573
Imprime : IMB Imprimeur,
19-21, place Pierre-Renet, 70000 Vesoul, Francia
Tirada : 5 500 ejemplares
© Alcatel Alsthom Publications

Contenido

110 **Editorial - Evolución de las telecomunicaciones y evolución de la U.I.T.**
Pekka Tarjanne

118 **¿Que son el GSM y del DCS?**
C. Déchaux, R. Scheller

128 **Terminales GSM**
J. Bursztejn

141 **Sistemas de redes GSM e integración total del sistema**
M. Feldmann, J. P. Rissen

155 **Sistemas de estaciones base GSM**
J. Varin, M. Bezler, R. Hofmans, K. Van den bossche

164 **Operación y mantenimiento GSM**
E. H. Schmid, M. Kähler

172 **Movilidad DECT para la nueva generación de centralitas Alcatel**
V. Werbus, A. Veloso, A. Villanueva

181 **Manos libres - Un paso hacia la comunicación natural**
M. Walker

188 **Planificación de redes nacionales de telecomunicaciones**
I. Pita, M. de Miguel, A. Bartolomé

195 **Notas de investigación**

197 **Últimas patentes**

205 **Abreviaturas en este número**

En 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.



ALCATEL

Evolución de las telecomunicaciones y evolución de la UIT



Pekka Tarjanne

Presentación realizada por Pekka Tarjanne, Secretario General de la UIT, en el Simposio de Alcatel para Operadores de Telecomunicación en Marbella, España, el 8 de Octubre de 1992

Introducción

Cuando leí que el tema escogido para el simposio iba a ser el "entorno cambiante en telecomunicaciones", tuve la sensación de algo ya visto. Este tema había sido una preocupación central de la UIT durante casi cuatro años, desde la publicación, en Febrero de 1989, de un informe con ese título. Los miembros de la UIT estaban tan convencidos de su importancia que aprobaron una resolución especial sobre el "entorno cambiante en telecomunicaciones" en la Conferencia Plenipotenciaria de Niza en el mismo año. En las numerosas cláusulas y subcláusulas de esta resolución, los miembros de la UIT fueron invitados a tomar acciones en respuesta a factores tales como la convergencia tecnológica, la globalización, la competencia, la innovación en productos y

servicios y la brecha, cada vez mayor, entre las telecomunicaciones de los países desarrollados y las de los países en vías de desarrollo. Además de aportar esta resolución general, la Conferencia Plenipotenciaria de Niza decidió crear un Comité de Alto Nivel (HLC), para examinar cómo la estructura y las funciones de la UIT podrían adaptarse al "entorno cambiante en telecomunicaciones". Este Comité hizo 96 recomendaciones para la reforma. Las relativas a la Administración cotidiana de la Unión ya han sido llevadas a cabo. Los miembros de la UIT se reunirán en Ginebra, en Diciembre del 92, en una Conferencia Plenipotenciaria Adicional (APP) para considerar propuestas relativas a la Organización de la UIT y al funcionamiento de sus órganos de gobierno.

Con todo este trabajo detrás de nosotros, ustedes podrían pensar que estábamos cansados de hablar sobre el "entorno cambiante en telecomunicaciones", pero, nos guste o no, me temo que todos nosotros, en la industria de las telecomunicaciones, tendremos que acostumbrarnos a vivir con el cambio continuo. En el entorno actual no podemos permitirnos dormir sobre nuestros laureles. Debemos estar siempre atentos al futuro, y estar preparados para adaptarnos a circunstancias cambiantes.

En mi presentación, me gustaría hoy hacer lo siguiente :

- revisar las principales características del cambiante entorno de telecomunicaciones, contempladas desde la perspectiva de la UIT
- identificar las implicaciones de estos cambios para nuestra organización y para ustedes, los operadores de telecomunicación

- revisar las etapas ejecutadas hasta la fecha por la UIT para responder al cambiante entorno de telecomunicaciones
- concretarme sobre lo que, yo creo, será un desafío estratégico clave para los diseñadores de la política de telecomunicaciones nacional e internacional en la próxima década - la reconciliación de las tradicionales preocupaciones de orientación nacional con las realidades del mercado global que dirigen hoy día la industria
- perfilar las cuestiones que la UIT debe tratar en su pugna con este nuevo desafío.

El entorno cambiante en telecomunicaciones

En su informe de Abril de 1991, titulado "El mañana de la UIT: los desafíos del cambio", el HLC identificó las cinco principales dimensiones del cambio en el entorno de telecomunicaciones. Desde mi punto de vista, su análisis es aún válido.

Antes de examinar este análisis, punto a punto, déjenme hacer un comentario general que se aplica a todos ellos.

Para ustedes, esos cambios representan amenazas y oportunidades para sus negocios. Si ustedes son capaces de beneficiarse de estos cambios, podrían desarrollar nuevas líneas de negocios, mantener, y desarrollar nuevas fuentes de ingresos y ventajas estratégicas en la actualmente competitiva industria de información y comunicaciones.

En otras palabras, para ustedes, los operadores, las amenazas y oportunidades que surgen de estos cam-

bios tienen cada vez más las características de un juego de "suma cero", donde las ganancias que unos obtienen en la cuota de mercado son usualmente a expensas de otros, incluso cuando el mercado es globalmente creciente. Esta no es la forma en la que industria de telecomunicaciones funcionó tradicionalmente. Pero, como no creo sea necesario repetir, se está convirtiendo en el paradigma dominante de su cada vez más competitivo sector de negocio.

En la UIT tenemos una perspectiva ligeramente diferente de estos cambios. Mientras ellos suponen amenazas y oportunidades estratégicas, nuestro objetivo global es el desarrollo armonioso del conjunto del sistema de telecomunicaciones. Nuestro propósito es ejecutar un juego de "suma positiva" en el que todos ganen. Pero si no podemos idear nuevas reglas para obtener este resultado en el nuevo entorno, tendremos probablemente que afrontar juicios bastante severos por parte de nuestros clientes.

¿Cuales son, entonces, las principales características del entorno cambiante?

Globalización

Con la cada vez más rápida globalización de los servicios y redes de telecomunicaciones y el fraguado de nuevas alianzas internacionales en el sector de telecomunicaciones, las fronteras nacionales son cada vez menos relevantes. Es cada vez más difícil trazar una línea entre las políticas de telecomunicación nacionales e internacionales. La reconciliación del principio de la soberanía nacional y los enfoques tradicionales de la política de telecomunicaciones con estas nuevas realidades globales es un desafío fundamental para la UIT.

Velocidad del cambio tecnológico

Una de las fuerzas de cambio más dinámicas es la convergencia de las tecnologías de información, radiodifusión, ordenadores y telecomunica-

ciones para crear un número creciente de nuevos servicios integrados de comunicación y de valor añadido. Esto ha creado una demanda de redes globales abiertas capaces de transmitir simultáneamente voz, datos e imagen hacia terminales multipropósito. El papel de la UIT en la normalización, regulación y desarrollo debe ser coordinado para ir al paso de la velocidad del cambio.

Sociedad y economía de la información

Las telecomunicaciones no son sólo un sector dinámico por derecho propio. Ahora están reconocidas como una tecnología clave que forma el sustrato de la totalidad de la sociedad, y de la economía global de la información, con importantes implicaciones en el desarrollo cultural, social, económico y político. La importancia de las telecomunicaciones para la competitividad y la viabilidad económica está conduciendo a su inclusión en acuerdos comerciales bilaterales, regionales y multilaterales. La UIT tiene que jugar un papel importante en el favorecimiento de la cooperación intergubernamental para tratar los temas, cada vez de mayor alcance, de la sociedad y la economía de la información global.

Importancia creciente de los organismos regionales

Los últimos años han sido testigos de la creciente importancia de las organizaciones regionales relacionadas con asuntos de telecomunicación tan importantes como armonización de la política y planificación de estrategia, desarrollo de infraestructura, normalización, investigación y desarrollo. Probablemente esta regionalización continuará intensificándose.

Todas las organizaciones regionales adoptan la posición de que sirve a sus intereses el hecho de que la UIT continúe jugando su papel predominante en las telecomunicaciones internacionales. Sin embargo, para jugar este papel en la práctica, la UIT

debe agrupar su enfoque sobre su principal área de actividad, conseguir resultados más tempranos y trabajar de forma cooperativa con las principales organizaciones regionales.

La brecha del desarrollo

Gracias a la labor de la UIT y otras organizaciones internacionales existe un reconocimiento creciente del papel fundamental que las telecomunicaciones pueden jugar en todas las áreas importantes del desarrollo. Hay una enorme buena voluntad, entre los miembros de la amplia familia de la UIT, que puede ser canalizada para asegurar que las telecomunicaciones desarrollan su potencial. Sin embargo, la realidad es que los requisitos de telecomunicación de los países en vías de desarrollo son inmensas, mientras que los recursos técnicos asignados al desarrollo de las telecomunicaciones son limitadas. Actualmente, las agencias multilaterales son la fuente de sólo un 5% de inversión en telecomunicaciones en el mundo en vías de desarrollo, con acuerdos comerciales bilaterales de un 25% de capital y una generación interna de capitales de un 60% aproximadamente.

Si las telecomunicaciones van a convertirse en una fuerza positiva en el mantenimiento del desarrollo, la UIT tendrá que jugar un papel catalizador más claramente definido, trabajando de forma cooperativa con las agencias financieras y de desarrollo, tanto bilaterales, como regionales e internacionales, y presentando a los países en vías de desarrollo la gama de opciones estructurales y de política que generarán mayores recursos para el desarrollo de las telecomunicaciones.

La APP y otras medidas para adaptarse al entorno cambiante

Como mencioné anteriormente, una Conferencia Plenipotenciaria especial se celebrará en Ginebra en

Diciembre para considerar las recomendaciones procedentes del Comité de Alto Nivel creado por la Conferencia Plenipotenciaria de Niza. La tarea de este grupo era recomendar procedimientos y medios para cambiar la estructura de la Unión y su forma de Gobierno, con objeto de conseguir una mejor adaptación al entorno cambiante de telecomunicaciones.

Si estas recomendaciones son aprobadas, como espero que lo sean, 1992 será recordado como un hito importante en la evolución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, una organización que nos conducirá hacia el siglo XXI.

La APP tendrá que tratar un complejo conjunto de propuestas. No intentaré discutir las en ningún detalle en esta presentación. En lugar de ello, destacaré algunos de los temas centrales que subyacen bajo estas propuestas, y las relacionaré con otros desarrollos que ya se llevaron a cabo en la UIT.

Planificación estratégica

Como el Comité de Alto Nivel insistió adecuadamente, una buena planificación estratégica y una buena gestión en todos y cada uno de los niveles de la organización permitirán a la UIT seguir teniendo un papel preeminente en el nuevo entorno de telecomunicaciones.

La APP considerará una recomendación para convertir el Consejo Administrativo de la UIT, el organismo que gobierna la Unión en el período entre Conferencias Plenipotenciarias, en algo parecido a una junta gestora, con responsabilidades de política estratégica y planificación. La responsabilidad de los funcionarios electos de la UIT para la gestión estratégica en las operaciones cotidianas de la Unión será también destacada.

Como apoyo a estas nuevas responsabilidades, la UIT ha establecido, en su oficina central de Ginebra, una Unidad de Planificación y Política Estratégica. La cabeza rec-

tora de la Unidad ha sido ya designada, y ahora estamos en el proceso de proveer de personal los otros cargos. Anticipamos que la Unidad estará en pleno funcionamiento a comienzos del nuevo año, comenzando a verse sus resultados en la próxima sesión del Consejo Administrativo de la UIT en Junio de 1993.

El Consejo ha aprobado también la recomendación del HLC para establecer un Foro Asesor Comercial que proporcione asesoramiento estratégico al Secretario General. Este organismo está dirigido por el Dr. Karlheinz Kaske, Director de Siemens, e incluye entre sus miembros a directivos de telecomunicación, de lo más selecto, de todo el mundo. En la primera reunión el foro decidió cambiar su nombre por otro más prestigioso, Consejo Asesor Mundial de Telecomunicaciones (WTAC). El cambio de nombre se realizó para reflejar el hecho de que el WTAC quiere tener una visión amplia de los temas de telecomunicaciones, y que no sólo representa los intereses de la industria. Anticipamos que el WTAC jugará un papel muy importante en nuestra planificación estratégica y en la preparación de la siguiente Conferencia Plenipotenciaria de Kyoto en 1994.

El Comité de Alto Nivel recomendó también que cada uno de los nuevos sectores designen juntas asesoras para ayudarles a establecer prioridades estratégicas y sectoriales. El mecanismo formal de creación de dichas juntas será propuestas a la APP como parte del paquete de enmiendas a la Constitución y Convención requeridas para ejecutar las recomendaciones estructurales del HLC. Sin embargo, grupos asesores de estrategia del tipo previsto están ya en funcionamiento en el CCIR y el CCITT, y proporcionan valiosos consejos sobre los programas de trabajo y las relaciones futuras de la normalización y los sectores de radio comunicación. Planeamos también finalizar la composición del Consejo Asesor de Desarrollo tras la elección del primer Director del sector de Desarrollo de la APP.

Normalización

El impacto del cambiante entorno de telecomunicaciones se siente más agudamente en el área de normalización y, dentro de la UIT, en el CCITT.

El rápido ritmo del cambio tecnológico, la evolución del entorno de regulación y las presiones competitivas de los organismos regionales de normalización nos han obligado a desarrollar nuevos enfoques del proceso de normalización y de los métodos de trabajo.

Desde la primera Conferencia Interregional de Normalización, la denominada cumbre de Fredericksburg, se han realizado cambios significativos. Sin embargo, si la UIT quiere mantener su posición de liderazgo, debemos continuar tratando de hallar nuevas formas de mejorar la eficacia de nuestro trabajo, y nuevos medios de animar la participación en nuestro trabajo de una amplia variedad de compañías privadas y organismos públicos.

En la hipótesis de que la APP aprobará las recomendaciones del HLC para crear un sector de normalización consolidando las actividades del CCITT con unas ciertas actividades del CCIR, nosotros esperamos celebrar la primera Conferencia de Normalización en Marzo de 1993.

El trabajo preliminar necesario para ordenar de nuevo las actividades relevantes de los grupos de estudio de los dos CCI está en marcha, y los grupos de planificación estratégica del CCI que mencioné anteriormente planean celebrar una reunión conjunta en Enero para finalizar las disposiciones transicionales.

Radiocomunicaciones.

Todos los que estuvieran implicados en el WARC-92 de Torremolinos pueden sentirse orgullosos de los acuerdos significativos y de largo alcance que fueron conseguidos, particularmente en áreas tales como servicios de comunicaciones móviles terrestres y basados en satélites, y técnicas innovadoras de radiodifusión. Estoy seguro, sin embargo, de que

ninguno anhela repetir las discusiones maratonianas que condujeron a un "consenso por agotamiento". Para evitar esta posibilidad, el HLC ha recomendado que un nuevo tipo de conferencia de radio, combinando los actuales Plenarios del CCIR y las Conferencias Administrativas de Servicios, tenga lugar periódicamente, cada dos años.

Por encargo del Consejo Administrador de la UIT hace dos años, un Grupo Voluntario de Expertos (VGE) ha comenzado el proceso de simplificar las Regulaciones de Radio. El VGE ha completado ya la primera fase de su trabajo y ha establecido un grupo de ensayo para preparar nuevas, y esperamos que más sencillas, regulaciones de radio.

Por su parte, el Consejo Internacional de Registro de Frecuencias ha continuado mejorando la eficiencia de sus operaciones y servicios. El proceso de noticias ha sido perfeccionado gracias al Sistema de Gestión de Frecuencias por Ordenador. Este perfeccionamiento, junto con el trabajo del VGE para simplificar las Regulaciones de Radio, facilitará la transición desde un consejo a tiempo total a otro a tiempo parcial, si la recomendación del HLC a este efecto es aceptada por la APP.

En la hipótesis de la aprobación de estas recomendaciones, el Grupo de Planificación y Revisión Estratégica del CCIR ha recomendado que la primera Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones se celebre hacia el final de 1993.

El asunto clave después de la APP: reconciliar internacionalismo y globalización.

Si todas las recomendaciones del HLC se aceptan en Diciembre, la UIT habrá dado un importante serie de pasos hacia el futuro. Pero, como dije anteriormente, el proceso de aceleración del cambio de entorno debe ser continuo. ¿Cuales son los retos que la UIT debe afrontar en el periodo posterior a la APP?

Según su Constitución, la misión de la UIT es alentar la cooperación entre los países miembros (actualmente 172) para armonizar y promover el desarrollo y el uso eficiente de las facilidades de Telecomunicación.

Las acciones tomadas por la Unión para la consecución de este objetivo se basan en el principio de la soberanía nacional. El preámbulo de la Constitución reconoce "el derecho soberano de cada Estado a regular sus telecomunicaciones". Cada país miembro tiene derecho a participar en la elaboración de todas las decisiones y actividades consultivas de la UIT y a nombrar candidatos para los puestos electivos. Cada país tiene un voto en las conferencias y reuniones de la UIT.

En el pasado no hubo ninguna dificultad fundamental para reconciliar la misión de la UIT y el principio de soberanía nacional:

- la industria de telecomunicaciones estaba bajo control y propiedad nacional, y las compañías de telecomunicación actuaban principalmente dentro de las fronteras nacionales. No existían, en el sentido en que hoy día se usa la palabra, compañías globales; en vez de ello, había un pequeño número de consorcios internacionales establecidos como consecuencia de acuerdos entre estados soberanos
- las normas y regulaciones eran consensuadas por los representantes de los estados y aplicadas en las estructuras nacionales
- el desarrollo se efectuaba principalmente a través de acuerdos entre agentes nacionales, desempeñando principalmente la UIT y otras agencias multilaterales el papel de mediador.

Como consecuencia del surgimiento de la sociedad de información global, la industria de telecomunicaciones cambió de forma tal que se suscitan preguntas sobre si las estructuras de gobierno, construidas exclusivamente, son todavía la forma más efectiva de ejecutar la

misión de la UIT:

- la privatización ha reducido la capacidad de los países miembros de la UIT para tratar asuntos técnicos, especialmente en el área de normalización
- la competencia ha reducido la importancia del papel tradicionalmente regulador de los gobiernos en el control de la industria y ha transferido el poder al mercado
- la liberalización ha llegado a ser el nuevo modelo para el desarrollo de las telecomunicaciones, desplazando a los enfoques tradicionales basados en la financiación bilateral y multilateral y la asistencia técnica
- la regionalización ha creado nuevas estructuras de desarrollo, regulación y normalización entre el estado nación y la UIT
- la globalización puede cambiar la estructura básica de la industria de telecomunicaciones de modo que sea dominada por un pequeño número de agentes o alianzas globales que actúen más allá de las fronteras nacionales.

Uno de los principales desafíos estratégicos que tiene que afrontar la UIT es adaptar sus estructuras de gobierno a las realidades de la sociedad de información global del futuro. Nuestras estructuras actuales se basan en hipótesis sobre la soberanía nacional desarrolladas en la era industrial, y en los principios del multilateralismo desarrollados hace casi cincuenta años. Los cambios en el entorno político, económico y tecnológico han erosionado los cimientos sobre los que se basaban estas estructuras. Para el siglo XXI se necesitarán nuevos enfoques.

Desafíos para el futuro

Algunos de los asuntos claves que debe afrontar la UIT, en el período posterior a la APP, en la búsqueda de una reconciliación de las premisas del "internacionalismo" con las

realidades de la globalización son los siguientes.

Asociación

Durante muchos años, miembros "m" - agencias operadoras privadas reconocidas (RPOA), instituciones científicas y de investigación, y organizaciones regionales de telecomunicación - han participado en el trabajo de la UIT junto con sus hermanos "M" de las Administraciones Miembros. Sin embargo, sus derechos en los procesos de toma de decisión de la UIT han sido muy limitados. Si la UIT quiere mantener un papel de liderazgo en la globalizada, privatizada y competitiva industria de telecomunicaciones del futuro, y no convertirse simplemente, debe aumentar el número de sus miembros y los derechos de los mismos. Además de involucrar a nuevos actores de la industria de telecomunicación, la UIT debe ampliar sus componentes para incluir industrias "convergentes", tales como las de radiodifusión e informática, así como la comunidad de usuarios.

Cimientos financieros

El tema de los asociados y sus privilegios está estrechamente ligado con el de la financiación. Aunque la industria contribuye actualmente al presupuesto de la UIT, la parte del león la proporcionan las Administraciones Miembros. Sin embargo, por determinadas razones, la buena voluntad y capacidad de los gobiernos para apoyar a la UIT está claramente en declive. Si la UIT va a continuar sirviendo a las necesidades de la industria de telecomunicación en el futuro, tendrá que hacer algo más que aliviar las restricciones actuales sobre asociacionismo y participación. Tendrá que atraer nuevas fuentes de financiación desde el sector privado.

Valor por dinero

Para mantener sus miembros gubernamentales y atraer ingresos del sec-

tor privado, la UIT tendrá que ofrecer servicios valiosos a sus miembros. En el pasado, mientras la UIT fue principalmente una organización intergubernamental no se planteaban preguntas espinosas acerca de ganancias sobre inversiones y valor de servicio. A medida que los gobiernos de todo el mundo cortan presupuestos y reducen su implicación directa en telecomunicaciones, las actividades públicas están comenzando a suscitar estas preguntas. Las mismas tendrán ciertamente que ser planteadas para las compañías privadas que están ahora comenzando a dominar la industria de telecomunicación, y planteadas con creciente agudeza a medida que la competencia caldea la industria y las tasas garantizadas de ganancias comienzan a ser cosa del pasado.

Calidad del servicio

Estas consideraciones nos encaminan directamente al tema de la calidad de servicio. La UIT ha cubierto ya un número de etapas para mejorar sus procedimientos, reducir sus gastos y mejorar la conformidad del cliente, principalmente a través de nuevos métodos de trabajo, amplia informatización de operaciones internas y proporcionando acceso electrónico remoto a los productos, procesos y servicios de la UIT. La UIT está también en proceso de eliminar antiguas líneas de negocio - tales como el "Telecommunications Journal" - cuyo mercado ya no existe, y abrir otros nuevos. Por ejemplo, nuestras exposiciones y foros Telecom han tenido mucho éxito en el mercado. En el futuro, la UIT necesitará mantener su catálogo de productos y servicios en continua revisión, para asegurar que éstos se anticipen y respondan a las cambiantes necesidades de nuestros clientes.

Desarrollo de recursos humanos y de la organización

La respuesta a los cambios que están ocurriendo en la industria de teleco-

municaciones según las líneas descritas en las secciones anteriores requerirá nuevas capacidades, una transformación de la cultura organizativa de la UIT y cambios significativos en su forma de hacer negocios. En el pasado, la UIT era una organización burocrática, limitada por reglas y prácticas pasadas. Algunos han dicho que no era suficientemente sensible a los cambios en la industria de telecomunicaciones y en el entorno político, social y económico. En todo lo que esto tenía de cierto, la UIT no era seguramente más que un espejo fiel de la industria que regulaba y de las administraciones que la gobernaban. La industria está cambiando. Incluso cambian los gobiernos. La UIT debe cambiar también en el sentido de orientarse más hacia el cliente y el mundo, ser más innovadora y más emprendedora. Si no lo hace, dejará de ser relevante para las necesidades de la industrias de telecomunicaciones.

Gestión

Si han de surgir estos cambios, tendrán que ser cambios sobre la forma de gestión de la UIT. Para comenzar desde la cima, las Administraciones Miembros tendrán que compartir el poder, que ellas mismas se han otorgado, con otros agentes de la industria de telecomunicaciones, y eliminar distinciones innecesarias entre "Miembros" y "Miembros no participantes". El aspecto político de las reuniones y conferencias deberá reducirse, de forma que se emplee menos tiempo en escuchar los pronunciamientos ministeriales, anotar puntos de debate e introducir opiniones en las actas para el consumo doméstico, y dedicar más tiempo al negocio del desarrollo de las telecomunicaciones. Las Administraciones Miembros tendrán que estar dispuestas a delegar más autoridad en los funcionarios que hayan elegido para gestionar la UIT y pedirles cuentas de los resultados. Dentro del Secretariado de la UIT deberán intensificarse los esfuerzos actualmente en

curso para la introducción de modernas prácticas de gestión.

Conclusión

En esta presentación he intentado perfilar los principales cambios que están ocurriendo en el entorno de las telecomunicaciones, vistos desde la perspectiva de la UIT, y describir las acciones que se han tomado, o se planean tomar, para adaptarse a estos cambios.

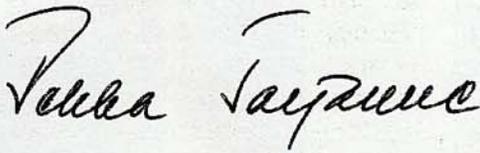
La UIT afronta un formidable conjunto de retos que requieren cambios fundamentales en su estructura y funcionamiento. Algunos han cuestionado si la Unión será capaz de transformarse así misma, dados los rápidos e interrelacionados desarrollos que están teniendo lugar en la industria de telecomunicaciones, en la estructura de la industria y en los entornos políticos, sociales y económicos.

Soy optimista en esta cuestión, como tiendo a serlo en otras. Vale la pena recordar que la UIT tiene una existencia de 127 años y que ha sobrevivido y se ha adaptado a varias guerras y revoluciones, tecnológicas y de otro tipo.

Pienso que la UIT ha tenido una historia tan larga y satisfactoria porque busca satisfacer una necesidad humana básica - el derecho y la necesidad de comunicarse. Mientras los medios de conseguir el objetivo pueden variar, éste permanece constante y universal, no cambiando con el tiempo ni el lugar.

Como operadores de telecomunicaciones, ustedes tienen que jugar un papel crucial en la consecución de este objetivo. Cuando discutan el impacto de los cambios del entorno de telecomunicaciones sobre sus negocios, les urgiría a no perder de vista este objetivo, el más fundamental de todos los de telecomunicaciones.

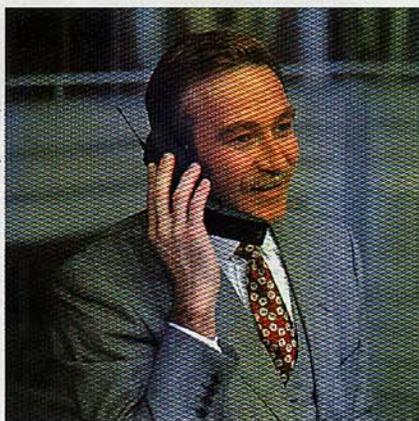
El **Dr. Pekka Tarjanne** se hizo cargo del Secretariado General de la Unión Internacional de Telecomunicaciones el uno de Noviembre de 1989. Desde 1977 hasta su elección en 1989, fue Director General de Correos y Telecomunicaciones de Finlandia, y, anteriormente, profesor de Física Teórica en la Universidad de Helsinki (de 1967 a 1977), Miembro del Parlamento (de 1970 a 1977), y Ministro de Transportes y Comunicaciones (de 1972 a 1975). El Dr. Tarjanne tiene una amplia experiencia en planificación tecnológica estratégica y actividades de cooperación internacional.



Pekka Tarjanne, Secretario General de la UIT

International Telecommunication Union
Place des Nations, CH-1211 Ginebra 20
Suiza





¿Qué son el GSM y el DCS?

C. Déchaux Alcatel Mobile Communications Centre, Colombes, Francia
R. Scheller Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania

Este artículo es una breve presentación de los principales elementos de un sistema de radio móvil digital, introduciendo los términos clave y mostrando cómo la aplicación de las tecnologías hardware y software en el estado del arte puede proporcionar mejores servicios móviles a más abonados. Sirve como introducción a los artículos sobre subsistemas GSM/DCS específicos que aparecen en este número. En las últimas páginas de la revista se encuentra una lista de las abreviaturas usadas en estos artículos.

El origen del concepto celular

La posibilidad de usar ondas de radio para la comunicación entre puntos móviles fue descubierta pronto en la historia de las comunicaciones por radio. El uso de la radio en vehículos policiales data de los años 20, y en 1946 Bell System, en Estados Unidos, hizo efectiva la idea de conectar un enlace radio con la red telefónica fija para proporcionar el llamado Servicio de Correspondencia Pública. La conexión con el abonado móvil se realizó a través de un canal fijo gestionado por un operador que estaba en realidad proporcionando servicios de secretariado.

En 1964 se dio un primer paso en el aumento de la eficiencia en el uso

del espectro al introducirse el *trunking automático* (es decir, la asignación de un canal, limitado a la duración de cada conexión, y escogido de entre un conjunto de posibles canales).

El término Celular, que será explicado en este artículo, fue propuesto por Bell System en 1971 como respuesta a una petición de la Comisión Federal de Comunicaciones. Se realizaron pruebas reales del Sistema Avanzado de Telefonía Móvil (AMPS) en Chicago, donde se había instalado un sistema operacional en 1978.

Se establecieron como principales objetivos de un sistema celular:

- Gran capacidad de abonados
- Eficiente uso del espectro
- Compatibilidad a nivel nacional
- Amplia cobertura
- Adaptabilidad a la densidad de tráfico
- Servicio a vehículos y a estaciones portátiles
- Servicio de telefonía regular y servicios especiales, incluyendo envío de mensajes
- Calidad de servicio telefónico
- Precio asequible al usuario

La introducción efectiva en Europa y en EE. UU. de servicios celulares comerciales basados en el concepto de Bell comenzó al principio de los

80, y actualmente los sistemas celulares dan servicio a más de 18 millones de abonados en el mundo.

Los objetivos clave se alcanzan, en general, hoy en día por los principales sistemas celulares estándar, como el AMPS en la banda de los 800 MHz, el TACS (sistema celular de acceso total), modificación del AMPS para la banda de 900 MHz, el NMT (teléfono móvil nórdico) y algunos otros estándares que pueden considerarse como variaciones basadas en los mismos conceptos básicos.

La aparición del estándar GSM

En 1982, cuando aparecieron los primeros servicios celulares comerciales, la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) tomó la iniciativa de poner en marcha un grupo de trabajo (llamado Groupe Spécial Mobile) encargado de especificar un sistema de comunicaciones móviles común para Europa en la banda de 900 MHz, banda que había sido reservada por la World Administrative Radio Conference en 1978.

Cualitativamente hablando, todavía tienen validez los nueve objetivos clave establecidos por Bell hace quince años; sin embargo, se ha

puesto especial énfasis en lograr el acceso a servicios de la RDSI y en la compatibilidad con las recomendaciones del CCITT. En términos cuantitativos, las mayores mejoras son la eficiencia en el uso del espectro y el desarrollo de terminales portátiles.

Hoy en día el estándar GSM ha sido probado con éxito, y en 1993 habrá más de 36 redes GSM en servicio en 22 países. Además más de 25 países no europeos o han adoptado el estándar GSM o están considerando su adopción.

Los servicios móviles pueden asociarse más fácilmente a un abonado que a un equipo o a una terminación de línea, proporcionando lo que se conoce como servicios de comunicación personal. Se espera que el desarrollo de redes de comunicación personal con acceso radio a la red fija afecte a una proporción significativa de abonados en los próximos diez años. De entre las posibles tecnologías que podrían ser utilizadas para soportar tales servicios se ha escogido la tecnología GSM, adaptada a la recientemente reservada banda de 1800 MHz, constituyendo el llamado DCS 1800. Se espera que el estándar GSM/DCS de servicio a entre 20 y 40 millones de abonados en el año 2000.

Concepto celular básico

Antes de presentar las principales características del sistema GSM/DCS y sus servicios es interesante analizar los aspectos clave del concepto celular.

Concepto de reutilización de frecuencias

Las ondas radioeléctricas parecen ser el único medio eficaz de proporcionar comunicación con puntos móviles. Desafortunadamente el espectro es un recurso limitado, ya ampliamente utilizado por aplicaciones tales como la televisión y las emisoras de radio o los enlaces de microondas. Como los canales de frecuencia no pueden duplicarse la

idea es reutilizarlos aprovechando el alcance limitado de la propagación radio a frecuencias elevadas. Así, el mismo canal radio puede dar servicio a áreas separadas o celdas al mismo tiempo. Cuanto más pequeña sea la celda mayor será el número de canales que puedan ser utilizados al mismo tiempo en una zona determinada compuesta de muchas celdas.

La **Figura 1** muestra un modelo típico de reutilización en un grupo de nueve celdas, donde se usa el mismo canal de frecuencia en las celdas A y A1. En esta configuración, una estación base de la red sirve a tres celdas (A, A', A").

Mejora del factor de reutilización de frecuencias

Aunque existen varias restricciones prácticas que limitan la reutilización de los canales radio, en el GSM/DCS se han adoptado diversas soluciones técnicas que reducen la interferencia interna (interferencia de canal común). Los niveles de potencia de las señales radio transmitidas por el terminal y por la estación base se ajustan continuamente para proporcionar al enlace la calidad requerida. Este *mecanismo de control de la potencia* asegura un mínimo de interferencia entre las celdas que usan el mismo canal radio.

Además, aprovechando la naturaleza discontinua de la señal de voz en un diálogo normal (cuando uno está

hablando, el otro está generalmente escuchando, y la voz de cada interlocutor contiene "silencios" entre sílabas), la potencia de la señal transmitida puede reducirse a cero durante más de la mitad del tiempo. Este *mecanismo de transmisión discontinua* se activa mediante un detector de la actividad de voz.

Otras maneras de reducir la interferencia media son el empleo del salto de frecuencia (que se explicará posteriormente) y la elección de un esquema de modulación adecuado.

Consecuencia de la movilidad en una red celular

De la movilidad de los abonados en una red celular se desprenden dos consecuencias principales:

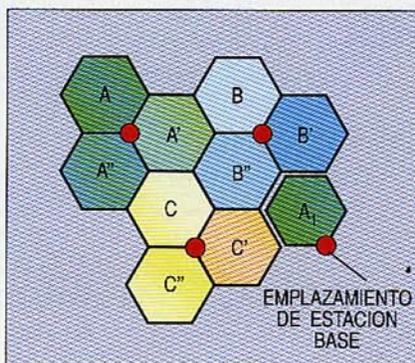
- Para asegurar una conexión debe conocerse la celda en la que se encuentra el terminal de abonado. El seguimiento de un terminal dentro de la red es posible gracias al control de localización.
- El enlace entre el terminal y la red debe mantenerse automáticamente si el abonado se mueve de una celda a otra (este proceso se llama *handover*).

Cuando la movilidad de un abonado se extiende a redes diferentes, por ejemplo en países diferentes, se lleva a cabo un proceso especial para "identificar" a los abonados extranjeros y poder manejar sus llamadas y su correspondiente tarificación. Esta facilidad de servicios multired se denomina *roaming* (indicación de la posición del móvil).

Organización de una red celular

Una red celular se compone de un conjunto de estaciones base desplegadas en el área geográfica a la que van a dar servicio. Las estaciones base que proporcionan la cobertura de las celdas están unidas mediante líneas telefónicas al *centro de conmutación móvil* encargado de proporcionar la conexión con la red telefónica pública.

Figura 1 - Grupo básico de 9 celdas donde se muestra la reutilización de frecuencias en las celdas A y A1



Servicios y facilidades del sistema GSM/DCS

Todos los servicios disponibles en la red digital de servicios integrados (RDSI) han sido incluidos en el desarrollo del GSM/DCS. Sin embargo, debido a las limitaciones del interfaz radio (en particular en términos de velocidad de transmisión de datos y de tasa de errores), algunos servicios de la RDSI han sido desarrollados con restricciones.

Teleservicios

La telefonía es el teleservicio más importante en el GSM/DCS. Permite las llamadas entre la red pública (RTPC/RDSI) y la red móvil. También existen en el sistema GSM/DCS llamadas de emergencia que permiten una conexión directa y automática con el servicio de emergencia más próximo marcando simplemente el número 112. La red GSM/DCS soporta el servicio de fax del Grupo 3 siempre y cuando los

adaptadores de interfaz estén instalados en el terminal y en el interfaz con la red telefónica.

En el GSM/DCS se dispone de un tipo de correo electrónico (*E-mail*). Es el *servicio de mensajes cortos* que puede ser considerado como un servicio de búsqueda (*paging*) alfanumérico y bidireccional. Es un servicio incluido en el concepto GSM/DCS y puede integrarse en un terminal estándar de manera económica. Se puede utilizar cualquier ser-

Figura 2 - Esquema general de la transmisión de datos en GSM/DCS

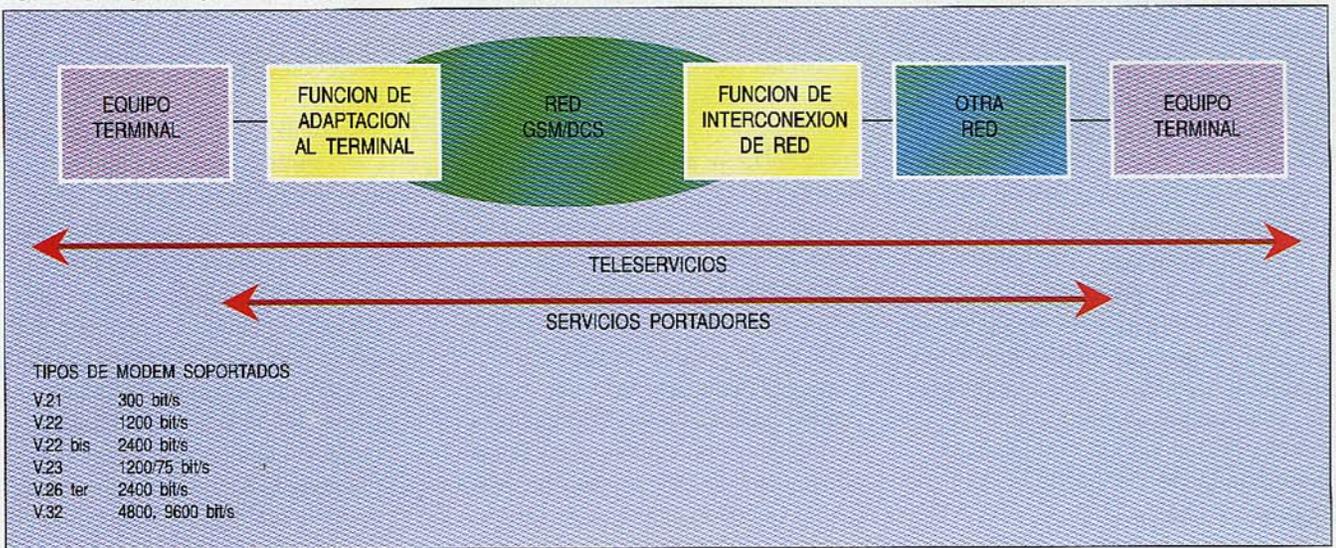
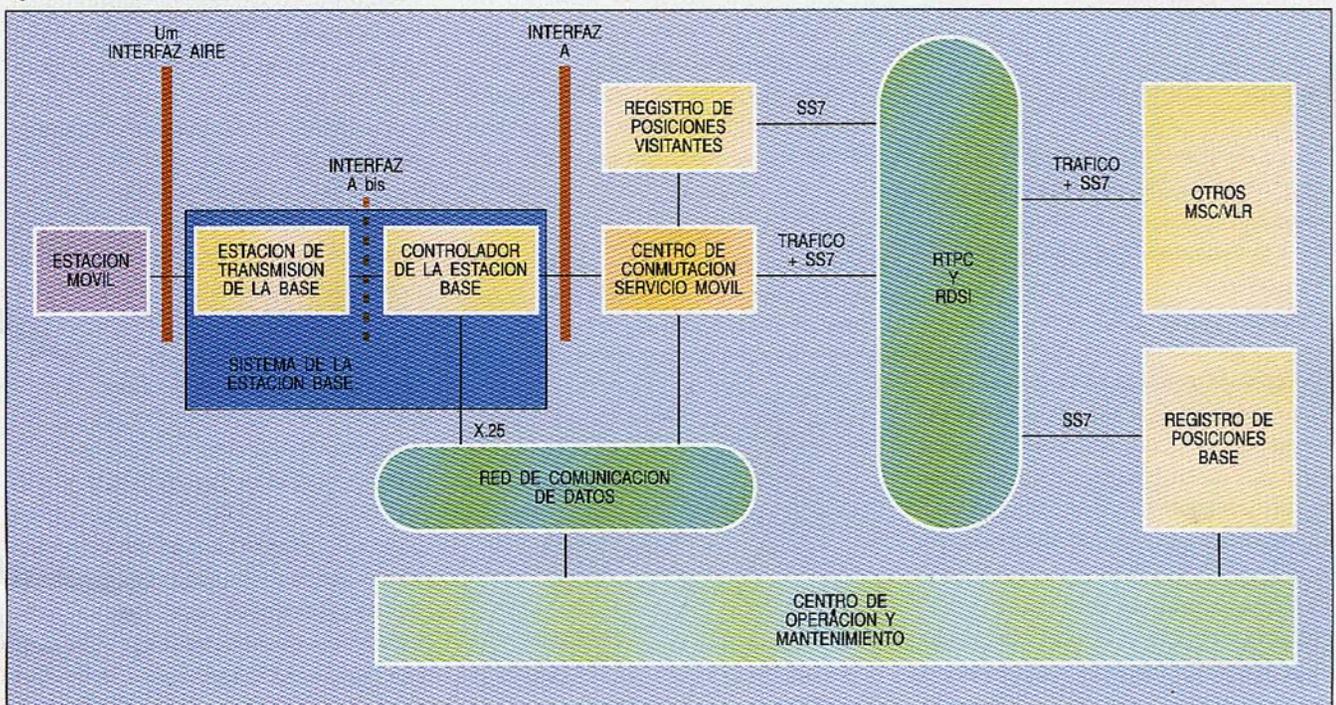


Figura 3 - Arquitectura del sistema GSM/DCS



vidor de telecomunicaciones para emitir un mensaje corto (140 bytes). Se confirma la entrega de los mensajes, lo que constituye una ventaja importante sobre los sistemas de búsqueda. Este servicio de mensajes cortos está disponible en ambas direcciones en un modo punto a punto, y también en el modo de difusión cíclica en determinadas áreas.

Servicios portadores

Estos servicios de datos, limitados a los niveles 1, 2 y 3 del modelo de referencia OSI, soportan velocidades de transmisión que van de los 300 bit/s a los 9,6 kbit/s. El modo de transmisión puede ser tanto transparente como no transparente. En este último caso se consigue una protección adicional contra errores mediante un proceso de confirmación a nivel de protocolo del enlace radio. La **Figura 2** muestra el esquema general de los servicios portadores y los tipos de modem soportados por el sistema GSM/DCS.

Servicios suplementarios

Muchos de estos servicios son equivalentes a los disponibles en la RTPC. Los principales servicios son la *llamada restringida*, con criterios tales como imposibilidad de realizar llamadas salientes o llamadas internacionales, el *desvío de llamadas* (si el abonado móvil está ocupado o ausente), y la *identificación del abonado llamante*.

Modulo de identidad de abonado

Un terminal GSM/DCS no tiene acceso a la red salvo si dispone de todos los datos específicos del abonado. Dichos datos están incluidos en una tarjeta inteligente (llamada SIM, módulo de identidad del abonado) que debe introducirse en el terminal. La tarjeta SIM, cuyo acceso se protege con un número de identificación personal, contiene no sólo los datos del abonado (número en la RDSI, clave personal) sino también

determinada información personal, como marcación abreviada de números, lista de redes preferentes e información de tarificación. En la tarjeta SIM también se almacenan los mensajes cortos.

Funciones de seguridad

El enlace radio del terminal con la red podría estar sujeto a intentos de utilización fraudulenta del canal o de interceptación no autorizada. En el sistema GSM/DCS la protección se realiza a tres niveles:

- Autenticación por el sistema de los módulos de identidad del abonado para impedir el acceso a usuarios no registrados
- Cifrado de la transmisión radio para impedir escuchas no autorizadas de las llamadas (voz y datos)
- Protección de la identidad del abonado.

La seguridad se consigue utilizando algoritmos de cifrado residentes en el terminal y en la red. Las administraciones de la CEPT ya han definido un conjunto de algoritmos para su uso. Otros operadores definirán otros conjuntos de algoritmos. Hay que resaltar que la autenticación y el cifrado del enlace radio son facilidades que pueden ser activadas y desactivadas por el operador.

Arquitectura funcional e interfaz de un sistema GSM/DCS

En la **Figura 3** se muestran las principales entidades funcionales e interfaces de un sistema GSM/DCS.

El sistema de la estación base (BSS) comprende un controlador (BSC) y un equipo transmisor-receptor (BTS) desplegado en el área de cobertura.

La parte del subsistema red (NSS) incluye un equipo de conmutación (MSC) dedicado al servicio móvil, que enlaza todos los elementos del sistema, a través de líneas alquiladas, con la RTPC o con la

RDSI. Los registros de localización de los abonados propios (HLR) y de los visitantes (VLR) son bases de datos usadas para almacenar datos de los abonados móviles. En el centro de autenticación se almacenan copias de las claves secretas de las tarjetas SIM de los abonados y en el registro de identidades de los equipos se almacenan los números de serie de los equipos móviles. El centro de operación y mantenimiento maneja, controla y mantiene todos los elementos del sistema.

Las funciones relacionadas con la red y la conmutación se localizan generalmente "por encima" del interfaz A (en MSC, VLR, HLR), mientras que aquellas relacionadas con los "aspectos radio" están en la BSS. Sin embargo, cierto número de funciones están distribuidas y se llevan a cabo mediante la cooperación de varias unidades funcionales.

Usando el modelo OSI, el sistema GSM puede describirse considerando varios "niveles" funcionales en las principales entidades e interfaces:

- Transmisión
- Gestión de los recursos radio (RR)
- Gestión de la movilidad (MM)
- Control de la llamada (CC)
- Gestión de los servicios suplementarios (SS)
- Servicios de mensajes cortos (SMS)
- Gestión de operación y mantenimiento.

Realizar una descripción detallada de los protocolos asociados con estos niveles va más allá del alcance de este artículo. Limitaremos nuestro análisis a algunos elementos típicos del sistema GSM (**Figura 4**).

Transmisión radio - Niveles 1 y 2

Esquema de transmisión básico

En el nivel de interfaz radio (interfaz aire) el modo de acceso es una combinación de división en el tiempo (TDMA) y división en frecuencia (FDMA). Por eso el cuanto de señal

transmitida es una ráfaga (*burst*) de energía radio (en un patrón repetitivo de ocho en GSM) que se transmite en una banda de frecuencia (escogida de un conjunto de portadoras radio). Una opción importante es el salto de frecuencia, que consiste en cambiar, en cada intervalo de tiempo, la frecuencia en la que se transmite una ráfaga. El cambio de frecuencia se realiza de acuerdo con un patrón impuesto por la estación base.

El soporte físico (nivel 1) consiste en datos que se transmiten a la velocidad de 270 kbit/s en ráfagas de 0,577 ms de duración, en canales radio separados 200 kHz.

Hay 124 canales en la banda de 900 MHz y 374 en la de 1800 MHz (890 - 915 MHz y 1710 - 1785 MHz desde el móvil a la parte fija y 935 - 960 MHz y 1805 - 1880 MHz de la parte fija al móvil).

Además de la ráfaga normal se usan otros tres tipos especiales de ráfaga para acceso, sincronización y corrección en frecuencia (Figura 5).

Canales lógicos

Las ráfagas, que son capaces de transportar diferentes clases de información, forman canales lógicos que se organizan en tramas y estructuras superiores como se muestra en la Figura 6.

La información "útil" que se intercambia de un extremo a otro a través de la red es voz o datos. Estos se transmiten sobre un canal lógico, llamado canal de tráfico (TCH). Un canal de tráfico de velocidad máxima permite la transmisión de voz codificada a 13 kbit/s ó de datos a 3,6, 6 ó 12,6 kbit/s. Un canal de velocidad media (que se consigue usando en media una ráfaga de cada dos) permite que se codifique la transmisión de voz a unos 6,5 kbit/s.

Para gestionar y controlar el enlace entre el terminal móvil y la red se usan una serie de canales lógicos de control y señalización. Cada canal de tráfico tiene permanentemente asignado un canal de señaliza-

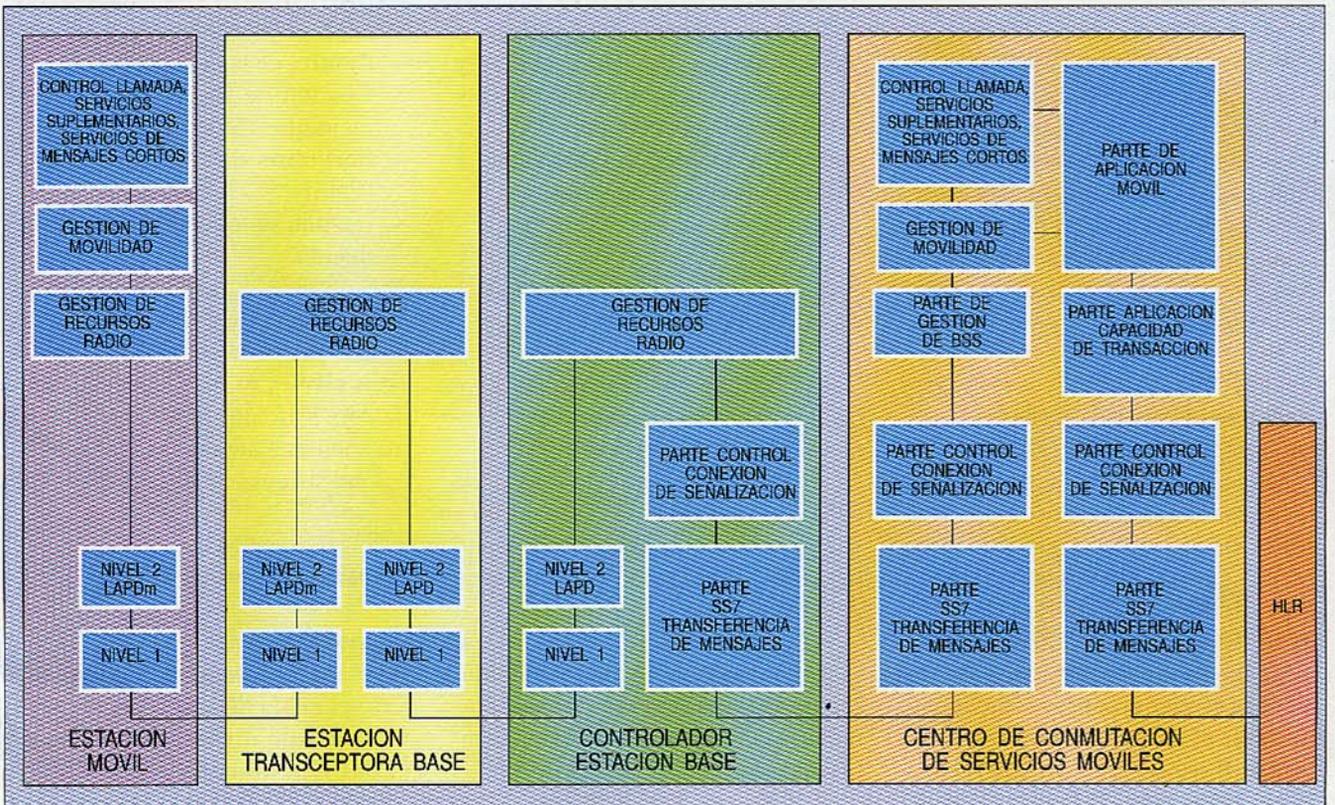
ción lento asociado (SACCH) para mensajes no urgentes (p. ej., la transmisión de medidas de radio realizadas por el terminal, o mensajes de control de potencia).

Para mensajes urgentes durante el proceso de establecimiento o liberación de una llamada se usa temporalmente como control un TCH, que se convierte en un canal de señalización asociada rápido (FACCH).

Además de los canales de tráfico, se usan otros ocho canales para desempeñar las siguientes funciones importantes:

- Difusión periódica desde la estación base de ráfagas de sincronización para que el terminal realice un ajuste fino de frecuencia y lleve a cabo el sincronismo de trama
- Difusión periódica en el canal de control de difusión (BCCH) de la identidad y parámetros de la estación base (descripción de canales, identidad de la celda, identidad del área de localiza-

Figura 4 - Arquitectura de protocolos del GSM/DCS



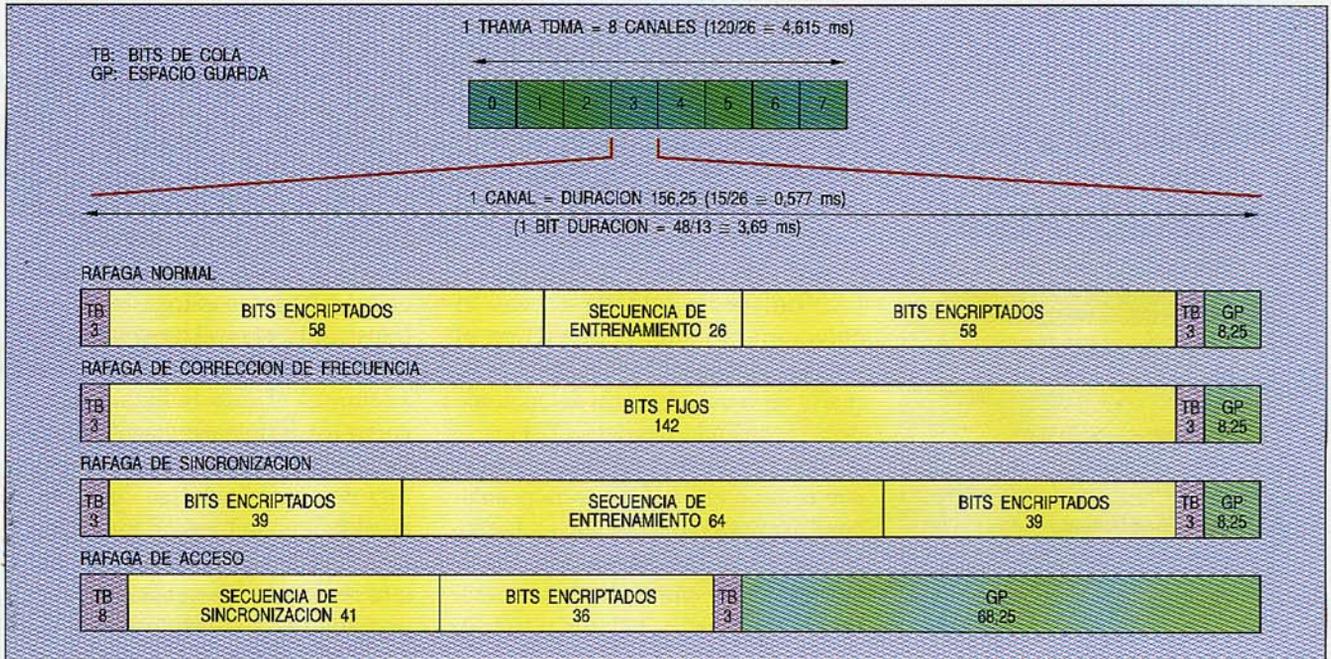


Figura 5 - Estructura de las ráfagas de transmisión del GSM/DSC

- ción, descripción del canal de control, opciones, etc.)
- Llamada a un terminal para iniciar el proceso de llamada usando canales de búsqueda (PCH)
 - Intercambio de información antes de una conexión (p. ej., la autenticación) usando canales de señalización dedicados (SDCCH)
 - Asignación de un canal de tráfico o un SDCCH para una conexión entre terminal y estación base usando un canal de acceso permitido (AGCH)
 - Petición desde un terminal de iniciar un intercambio de información usando un canal de acceso aleatorio (RACH).

Todos estos canales lógicos pueden hacerse corresponder en el canal físico de muchas formas diferentes, y de ahí la estructura grande y compleja de las tramas que se muestra en la Figura 6. Por ejemplo, un intervalo de tiempo (0 a 7) puede manejarse en uno de los dos tipos de multitrama (26 ó 51). La multitrama de 51 es la más adecuada para señalización. La relación entre intervalos de

tiempo y multitrama debe decidirla el operador al optimizar la red.

Codificación de los canales

El medio de transmisión radio que se usa para las comunicaciones móviles está sujeto a una gran variedad de interferencias. Las señales que inter-

fieren son principalmente de tipo ráfaga y proceden bien de fuentes externas al sistema o de interferencias internas provocadas por la reutilización de frecuencias y la propagación multicamino. Para conseguir una tasa de error aceptable (del orden de 10^{-2} para voz, por ejemplo) se usan muchas técnicas de "corrección de

Figura 6 - Jerarquía de tramas

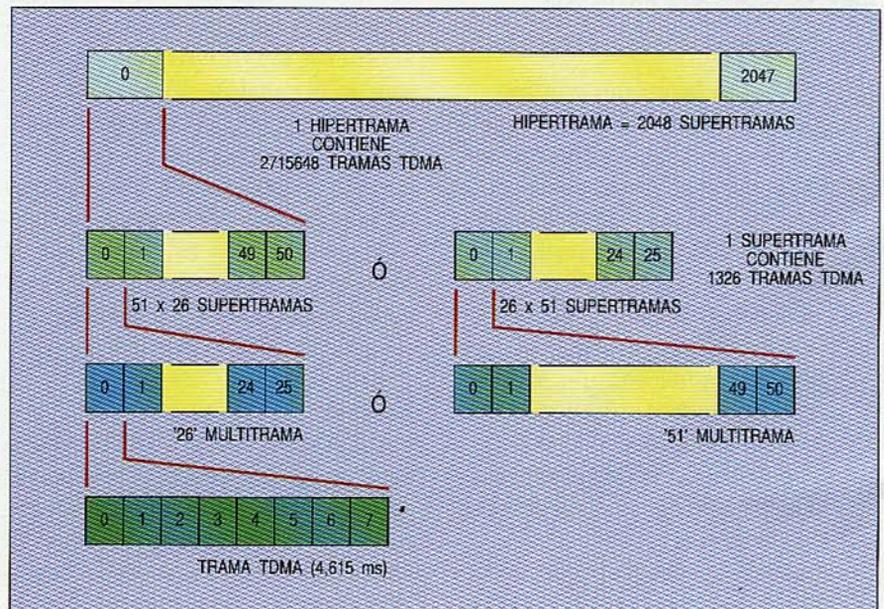




Figura 7 - Secuencia de codificación y procesado de bits en transmisión

errores" a lo largo del camino de datos. En el interfaz radio se usa el entrelazado (con una "profundidad" de 8 para voz y de 19 para datos) y la codificación de canal, de forma específica para cada tipo de canal lógico. Se usa una combinación de tres tipos de codificación de canal (Figura 7):

- Códigos convolucionales de bloque asociados con una estimación de probabilidad máxima (algoritmo de Viterbi)
- Código cíclico dedicado a la detección y corrección de ráfagas de errores.
- Códigos de paridad para detección de errores.

Nivel 2 de transmisión

El propósito principal del protocolo de nivel 2 es proporcionar enlaces para intercambiar señalización entre entidades diferentes: Estación móvil, BTS, BSC, MSC, VLR, HLR y Red nº7 del CCITT.

En el GSM se usan tres tipos de protocolos de nivel 2 (Figura 4): LAPDm (protocolo de acceso al enlace para canal D móvil) en el interfaz aire, LAPD en A-Bis y MTP (parte de la transferencia del mensaje de la recomendación del CCITT).

Los protocolos LAPDm y LAPD que se usan en el BSS son muy similares al protocolo RDSI. Sin embargo, el LAPDm aprovecha las ventajas de la transmisión sincronizada para evitar el uso de delimitadores y aumentar la velocidad y la protección contra errores. El protocolo MTP usa las funcionalidades RDSI estándar.

Gestión de los recursos de radio

El conjunto de protocolos de nivel 3 controla el enlace entre los terminales y la red. Un terminal equipado con una tarjeta SIM, cuando se pone en funcionamiento, explora los canales radio para encontrar el canal (lógico) de sincronismo y así sincronizarse. Se queda entonces en un modo semi-activo, esperando bien el ser llamado por medio del canal de búsqueda, bien una petición para acceder a la red enviando un mensaje en el canal de acceso aleatorio. En el último caso se asigna un canal dedicado mediante el canal de acceso. El proceso de búsqueda es tal que permite al terminal estar en modo discontinuo, es decir la mayor parte del tiempo se encuentra en modo reposo para ahorrar batería.

Handover

Entre las muy específicas características de una red móvil, el handover es un proceso esencial para optimizar la calidad del enlace de radio y la capacidad de la red. En el GSM/DCS el concepto de handover se ha

extendido al ámbito intra-celdas, lo que implica que se puedan seleccionar diferentes canales incluso en la misma celda.

Antes de tomar la decisión de realizar un handover, el controlador de la estación base acumula información sobre el tráfico y sobre la situación del enlace de radio, como la calidad (tasa de error), la potencia transmitida, el nivel de señal recibido y la desviación en tiempo (ver más adelante). Tanto la estación base como los terminales hacen medidas de calidad. Aprovechando la estructura de acceso múltiple con división en el tiempo del enlace radio, el terminal mide parámetros de la señal que recibe de las celdas vecinas (a petición de la estación base) mientras se establece una conexión de tráfico o de señalización.

Los algoritmos para la decisión de handover se implantan en el BSC, pero no están especificados en las Recomendaciones del GSM. Así cada suministrador es libre de diseñar un algoritmo exclusivo. Se espera que los suministradores necesitarán mejorar sus algoritmos para entornos con alta densidad de tráfico donde las celdas sean pequeñas.

Control de potencia

Las dos direcciones del enlace radio entre el terminal y la estación base están sujetas a ajustes de potencia continuos (de hecho cada 60 mseg) en un margen de unos 26 dB (p. ej., de 8 W a 20 mW). El ajuste de potencia del BTS y del terminal están bajo el control del BCS. Esto mejora el aprovechamiento del espectro limitando las interferencias dentro del sistema. También aumenta, en media, la duración de la autonomía del terminal, ya que se ahorra batería.

Control de la desviación en tiempo

Como todos los terminales que están bajo el control de una celda se encuentran a distintas distancias de la estación base, las ráfagas que ésta recibe tienen diferentes desfases

debido los diferentes retrasos de propagación. La dispersión en tiempo hace necesario un tiempo de guarda entre ráfagas grande, lo que da lugar a un bajo aprovechamiento del espectro. Para minimizar este efecto en el interfaz aire del GSM/DCS, se hace un ajuste de tiempo en el terminal. Este ajuste cubre un margen de 233 μ s, que permite la corrección para celdas de un radio máximo de 35 km. El BSC supervisa la desviación en tiempo de cada terminal y lo utiliza como un criterio para realizar el handover y también para ayudarle a corregir su desviación antes de llevar a cabo un handover sincronizado.

Gestión de los canales radio

Esta función está bajo el control del BSC. Su libertad está limitada por las configuraciones básicas de los canales físicos y lógicos escogidos por el operador al planificar la red. Para cambiar la configuración se necesitan comandos de operación y mantenimiento.

Las Recomendaciones del GSM dejan una gran flexibilidad a la hora de definir una estrategia de asignación en tiempo real de canales comunes y dedicados. En particular, el conjunto de canales dedicados puede escogerse dinámicamente utilizando colas, asignación por partes o prioridad para los canales "de mejor calidad".

Restricción de acceso - abonados prioritarios

La petición de acceso procedente de un terminal por medio del canal de acceso aleatorio debe controlarse para evitar situaciones de bloqueo. Entre los medios disponibles, el más eficiente es el que usa el número de Clase de Acceso. En la tarjeta SIM de cada abonado se almacena un número aleatorio del 1 al 10. Si se produce una saturación, el BSC puede restringir, a través del canal de difusión, el acceso a cualquier clase de abonados. Para abonados de alta prioridad (como servicios de

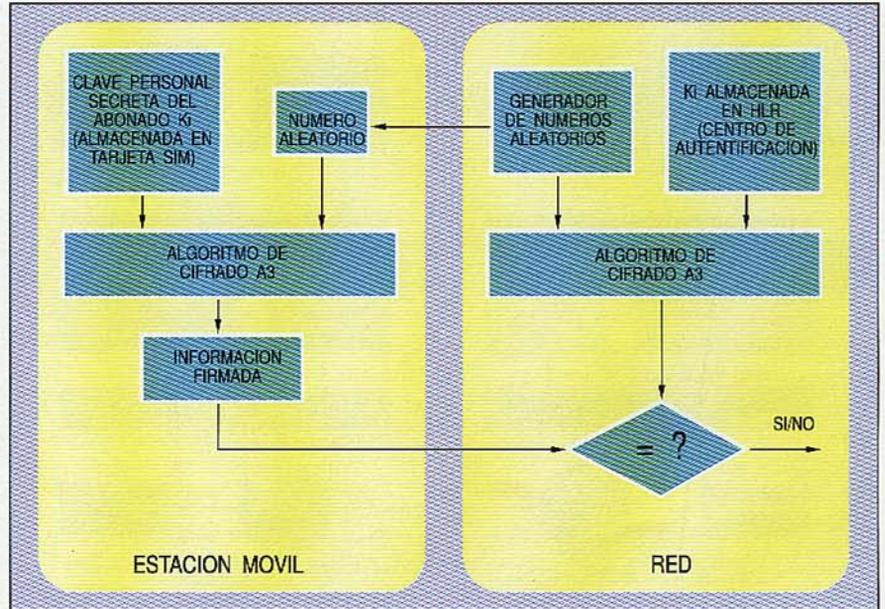


Figura 8 - Proceso de autenticación

seguridad o emergencia, personal de campo) se reservan números de clase especiales (del 11 al 15).

Gestión de la seguridad

La autenticación se realiza pidiendo al terminal el resultado de un cálculo específico sobre un número aleatorio (RAND) que envía el sistema, y comparando después este resultado con el correcto.

Este proceso de cálculo depende de hecho de una clave secreta (Ki) que es específica para la tarjeta SIM de cada abonado. El cálculo se hace siguiendo un algoritmo de cifrado A3, que tiene la propiedad de que conociendo el resultado (SRES) y una entrada (RAND), no puede deducirse prácticamente la otra entrada (Ki). La clave secreta (Ki) y el algoritmo A3 se almacenan con protección en la tarjeta SIM y en el HLR, elementos que realizan el cálculo mostrado en la Figura 8.

El cifrado de la ráfaga de datos se logra con un segundo algoritmo de cifrado A5, que se aplica a una clave (Kc) que se escoge para cada conexión y a un número que cambia en cada ráfaga.

La clave Kc se calcula en el terminal y en el HLR con un tercer algoritmo A8 (Figura 9), similar a A3. Los algoritmos A3 y A8 no se especifican en las recomendaciones GSM/DCS sino que se dejan a elección del operador.

El número personal de un abonado (IMSI, identidad internacional de un abonado móvil) no se cifra, para evitar que la gestión del diálogo preliminar entre el terminal y la red sea compleja. La protección de la identidad del abonado se logra usando un sustituto temporal del IMSI (llamado TMSI), que la red asigna la primera vez que un móvil se registra en un área determinada.

Movilidad y gestión de la llamada

La movilidad es una característica esencial de una red celular, la cual requiere básicamente que el terminal pueda ser seguido y localizado. El sistema GSM/DCS proporciona los medios para localizar terminales en áreas que pueden determinarse desde un punto de vista geográfico o administrativo, con el fin de encaminar llamadas entrantes.

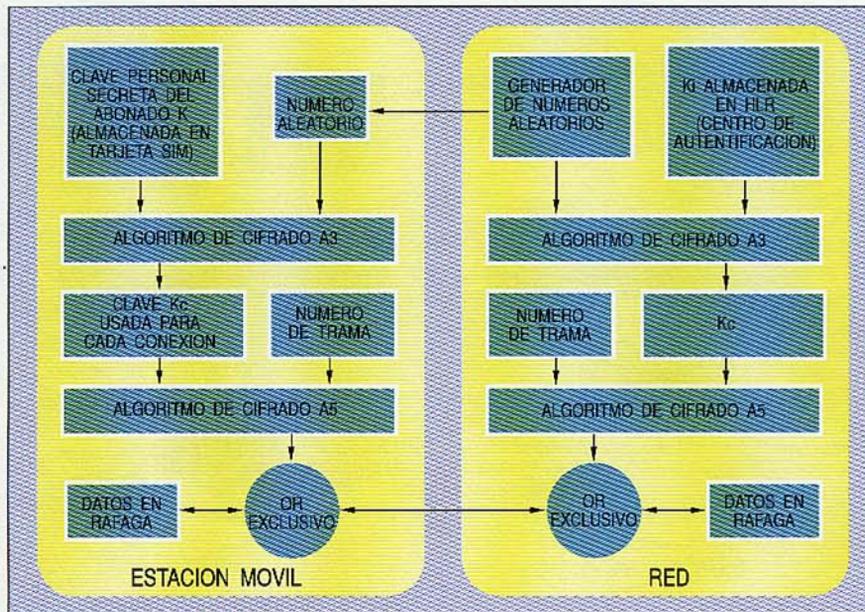


Figura 9 - Proceso de cifrado

Cada red controlada por un operador móvil se llama red pública móvil terrestre (PLMN). En Europa la mayoría de las áreas geográficas serán atendidas por dos o más operadores y por tanto por dos o tres PLMN.

Para minimizar la carga de señalización y el tiempo de acceso, todo terminal se identifica mediante su IMSI en áreas de localización que corresponden a grupos de celdas donde puede ser buscado. El IMSI contiene el número personal del abonado, el número de PLMN y el código del país. La información de localización se almacena en el registro de localización de abonados visitantes y en el registro de localización de abonados propios del PLMN del abonado. Al iniciar una llamada dirigida a un abonado móvil, la RTPC busca el registro de localización de abonados propios adecuado. Tras encontrar en dicho HLR toda la información necesaria, y en particular la localización del abonado, la llamada se encamina al MSC correspondiente.

Se ha especificado una parte de aplicación móvil (MAP), basada en la señalización N°7 del CCITT, de modo que se puedan encaminar llamadas a otra red hasta la cual la estación móvil se haya desplazado.

Recomendaciones GSM/DCS

Las recomendaciones GSM/DCS son un conjunto de más de 130 especificaciones en unas 5500 páginas, donde se describen arquitectura, funciones e interfaces del sistema. Se detallan allí las pruebas de homologación y los métodos de medida asociados a la estación móvil y a la estación base.

Un primer nivel de especificación, llamado Fase 1, fue aprobado por el European Telecommunications Standard Institute (ETSI) en 1990. Está previsto que se añada un segundo, y final, nivel de las recomendaciones, llamado Fase 2, para finales de 1993. Incluirá algunas características nuevas, en particular:

- Servicios suplementarios:
 - Llamadas de grupo
 - Grupo de usuarios cerrado: conjunto de facilidades similares a las que se encuentran en una centralita para optimizar o restringir los servicios a un número de abonados limitado
 - Información de tarificación proporcionada en tiempo real al terminal
 - Identificación del abonado, llamante
- Soporte de canales de velocidad media

- Soporte de terminales con diferentes algoritmos de cifrado
- Banda GSM extendida (+10 MHz)

Debe señalarse que la red de la Fase 2 del GSM/DCS dará soporte a los terminales de la Fase 1 pero que lo contrario no es cierto. Por ello se está definiendo un conjunto de cambios que mejoren la red de la Fase 1 para que sea capaz de dar soporte a los terminales de la Fase 2, pero sin proporcionar todos los servicios nuevos de ésta.

Conclusiones

El estándar celular GSM/DCS representa una ruptura real con las limitaciones de las técnicas móviles analógicas, tanto en términos de alcance y calidad de los servicios que se pueden ofrecer como en términos de tecnología. Ha sido diseñado para poderse mejorar y extender en beneficio tanto del operador como del abonado. Se ha puesto especial énfasis en el servicio a un equipo personal portátil en un entorno de alta densidad.

La tecnología GSM/DCS no sólo es capaz de proporcionar el llamado servicio celular, sino que puede extenderse para proporcionar el servicio personal de comunicaciones más extendido, usando un interfaz radio alternativa.

El estándar GSM/DCS proporciona no sólo un interfaz aire común sino también un interfaz abierto, que permite la conexión de diferentes redes para proporcionar servicios a nivel internacional. El interfaz A es un interfaz abierto del sistema entre la parte radio y la parte red, lo que hace posible la conexión de redes de diferentes fabricantes.

Enfocado en su origen al mercado europeo, el estándar GSM/DCS ha alcanzado ahora credibilidad a nivel mundial. Esto lo confirma el número de países y operadores que han invertido en redes GSM/DCS, y el número de compañías que se han comprometido a desarrollar el

equipo de red y los terminales. Esta confianza en el sistema y en el mercado es una garantía de que se lograrán ofrecer, a un amplio número de abonados, terminales y servicios a precios competitivos.

Group. En 1989 fue nombrado director de un negocio compartido de Alcatel SEL en Hungría. En 1991 el Dr. Scheller pasó a ser director del Grupo de Producto de Comunicaciones Móviles y en este momento es responsable de los equipos de red de GSM y DCS 1800 en Alcatel SEL.

Referencias

1. Proceedings of the Digital Cellular Radio Conference. 12 al 14 de Octubre de 1988, Hagen, Westphalia, Alemania.
2. Telecommutant - Les radiocommunications avec les mobiles - Número del 4 de Junio de 1989.
3. The GSM System for Mobile Communications - Michel Mouly, Marie Bernadette, Pautet, 1992.

Claude Déchaux nació en 1943. Se graduó en la Ecole Supérieure d'Electricité en Francia en 1967. Durante 17 años trabajó en la división de telecomunicaciones de Thomson-CSF, primero como director de Planificación de Productos de actividades de telecomunicaciones móviles y más tarde como jefe del Departamento de Marketing y Planificación de Productos para radiocomunicaciones tácticas militares. En 1982 fue nombrado director técnico de la división de actividades radiotelefónicas, que tres años más tarde pasó a formar parte de Alcatel. En 1987 pasó a ser director de Negocios de Redes Radiotelefónicas de Alcatel, y fue también nombrado, dentro de Alcatel Radio, Espacio y Defensa, director de Programa de la Red Radio GSM. El Sr. Déchaux es en este momento director de Estrategia del Negocio de Comunicaciones Móviles en RSD.

Reinhard Scheller nació en Stuttgart. Terminó sus estudios en ingeniería eléctrica en la Universidad de Stuttgart, especializándose en teorías de conmutación y telegráficas. En 1981 se doctoró. Tras incorporarse a Alcatel SEL en 1981 trabajó en diversas áreas de telecomunicaciones, incluyendo tanto el Sistema 12 de conmutación pública como el Business System

Terminales GSM

J. Bursztejn

Alcatel Radiotéléphone, Colombes, Francia



Terminal Alcatel 9109 HA

Introducción

El desarrollo de los terminales GSM ha representado un formidable reto para la industria, al requerirse la implantación de sistemas complejos con un gran potencia de proceso para poder llegar a las cotas de tamaño y coste puestas por los actuales terminales celulares analógicos. Se ha combinado la experiencia de Alcatel en radio, proceso de señal y sistemas para poder afrontar este reto. El entorno de desarrollo se ha hecho por convergencia de las cambiantes normas y tecnologías.

En lo referente a las normas, el diseño de un nuevo sistema de telecomunicaciones abierto a todos los servicios de una red moderna, ha necesitado un gran esfuerzo de normalización. Simultáneamente al desarrollo del equipo GSM, diferentes grupos de especificación han definido las normas del sistema. Las normas GSM se han desarrollado en el seno del ETSI (European Technical Standards Institute). En la siguiente página se indican las normas interinas de definición.

Mirando al entorno tecnológico, la digitalización de las redes de telecomunicaciones móviles está total-

mente justificada por una mejor utilización del espectro de frecuencias.

La existente congestión del espectro no permite, en las bandas de frecuencias disponibles, desarrollar con técnicas analógicas un sistema multiservicio accesible a un gran número de abonados. Por su mayor resistencia a las interferencias, el sistema GSM facilita la reutilización de las frecuencias y permite el empleo de celdas de radio muy pequeño. En la **Figura 1** se comparan, según la dimensión de la celda, las capacidades de los sistemas GSM a 900 MHz y DCS a 1800 MHz derivado del GSM, con la de un sistema analógico.

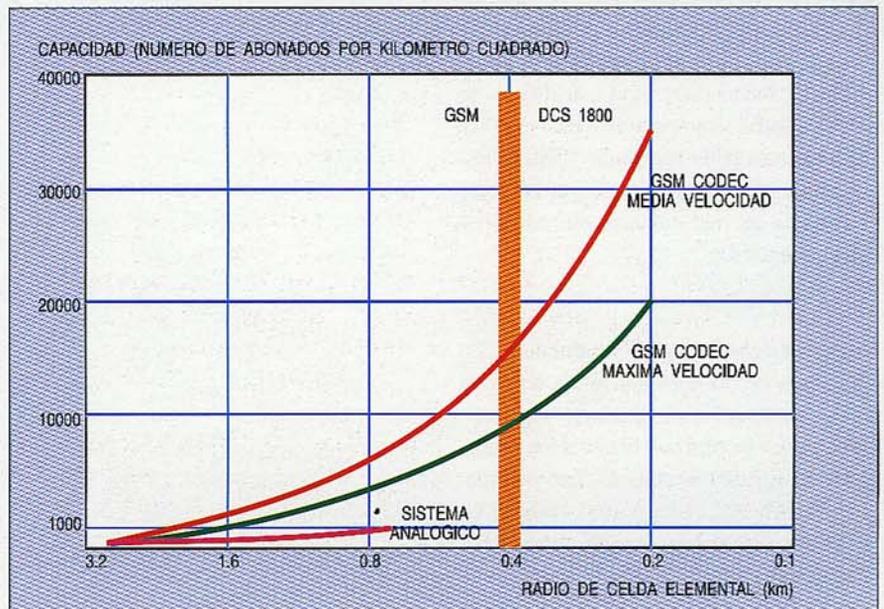
Las posibilidades ofrecidas por el tratamiento digital de la señal permiten dar a los abonados una calidad de servicio substancialmente mejor que la de los existentes sistemas NMT (Teléfono Móvil Nórdico)

ó TACS (Sistema Celular de Acceso Total). Ello da lugar, naturalmente, a una mayor complejidad de los terminales, que deben no obstante cumplir con las restricciones (dimensiones, autonomía, etc.) aplicadas a los terminales disponibles actualmente a los abonados de las redes analógicas.

Competencias técnicas y tecnológicas

Los terminales de radioteléfono requieren de muchas competencia. Al ser a la vez terminales de abonado y medios de conexión radioeléctrica están formados por una combinación de técnicas electrónica e informática. Debido al carácter probabilístico y a las interferencias de propagación radioeléctrica, es esencial el desarrollo de algoritmos

Figura 1 - Eficacia espectral de los sistemas GSM



de contra-medidas. Los terminales GSM tienen que tener también en cuenta las características de radiación de las antenas, y las limitaciones de compatibilidad electromagnética de interfuncionamiento con otros sistemas. Exigen el dominio de las técnicas de integración a gran escala de circuitos electrónicos y del tratamiento digital de la señal, además de una utilización óptima de los ordenadores. Las limitaciones de pureza espectral y de funcionamiento en un entorno radioeléctrico polucionado imponen un gran rigor en la concepción de los circuitos

que funcionan a las frecuencias de emisión y de recepción. Deben tener la calidad acústica propia de los receptores telefónicos y ofrecer un interfaz hombre-máquina amigable. La alimentación, con sus elementos correspondientes como pilas y acumuladores, tiene la mayor importancia. Destinados a un gran número de usuarios, la industrialización de estos terminales se asemejará a la de cualquier producto de mercado dirigido al gran público. Portables o portátiles, tienen que ser de pequeñas dimensiones y de poco peso, y como todos los productos dirigidos

a ser comercializados, tener un diseño industrial.

La organización creada por las divisiones de producto, técnica e industrial de Alcatel Radiotéléphone tiene como objetivo desarrollar todas estas calidades en los centros apropiados, donde se dispondrá de los recursos de expertos como apoyo a los programas de desarrollo.

A continuación se describen las soluciones, con frecuencia originales, adoptadas durante el desarrollo de los terminales de radioteléfono de Alcatel Radiotéléphone.

Normas interinas de definición para terminales GSM

Recomendaciones de la Serie 02 relativa a servicios y funciones

- Rec. 02.01 a 02.05: Descripción de los servicios de telecomunicación GSM: teleservicios (telefonía, mensajes cortos, facsímil); transmisión de datos; servicios suplementarios (reenvío y restricción de llamadas)
- Rec. 02.06 y 02.07: Tipos y características de las estaciones móviles
- Rec. 02.09 y 02.11: Aspectos de seguridad (confidencialidad) y accesos a servicios (indicación de la posición móvil, control de acceso, etc)
- Rec. 02.16 y 02.17: Identidades internacionales de estación móvil y módulos de identificación de abonado
- Rec. 02.30: Interfaz hombre-máquina de la estación móvil (I)
- Rec. 02.40: Procedimientos de información del progreso de la llamada
- Rec. 02.82 y 02.88: Servicios suplementarios de reenvío y restricción de llamadas

Recomendaciones de la Serie 03 relativa a los aspectos del sistema y a la realización técnica

- Rec. 03.40 y 03.41: Realización técnica del servicio de mensajes cortos, en modos punto a punto y difusión en la celda (I)

- Rec. 03.45 y 03.46: Realización técnica del facsímil Grupo 3, con servicios transparentes y no transparentes (I)

Recomendaciones de la Serie 04 relativa a los protocolos de señalización del interfaz radio

- Rec. 04.01 a 04.08: Especificación de las capas 1, 2 y 3 (I)
- Rec. 04.10, 04.08, 04.82, 04.88: Especificaciones de servicios suplementarios en la capa 3 (I)
- Rec. 04.11 y 04.12: Servicio de mensajes cortos capa 3, en modos punto a punto y difusión en la celda (I)
- Rec. 04.21 y 04.22: Adaptación de velocidad y protocolo de radioenlace para los servicios de transmisión de datos y de telemática (I)

Recomendaciones de la Serie 05 relativa a la capa física del interfaz radio

- Rec. 05.01 a 05.04: Descripción general, multiplexación, codificación de canal, modulación (I)
- Rec. 05.05 y 05.08: Emisión-recepción y control del enlace (I)
- Rec. 05.10: Sincronización (I)

Recomendaciones de la Serie 06 relativa a las funciones de tratamiento de voz

- Rec. 06.1: Descripción general (I)

- Rec. 06.11 y 06.12: Sustitución y marcaje de tramas perdidas y especificaciones del ruido de confort (I)

- Rec. 06.31 y 06.32: Emisión intermitente, detección de actividad vocal (I)

Recomendaciones de la Serie 07 relativa a las funciones de adaptación de terminal

- Rec. 07.01: Descripción general de las funciones de adaptación de terminal para servicios de transmisión de datos y de telemática en las estaciones móviles (I)
- Rec. 07.02 y 07.03: Adaptación de terminal para servicios que usan terminales síncronos ó asíncronos (I)

Recomendaciones de la Serie 11 relativa a la conformidad GSM

- Rec. 11.10: Especificaciones de conformidad de las estaciones móviles (N)
- Rec. 11.11: Especificación del interfaz entre el módulo de identificación de abonado y el equipo móvil (I)

Aspectos europeos de normalización

- TBR 5: Requerimientos generales anexas de las estaciones móviles GSM
- TBR 9: Requerimientos anexas de los terminales GSM (telefonía)

Nota 1: Por razones históricas, las especificaciones GSM se conocen como "recomendaciones".

Nota 2: La mayoría de las recomendaciones GSM son, en general, normas interinas del ETSI - se indican con (I). Otras recomendaciones son textos reglamentarios europeos (NET) - se indican con (N). Y otras se consideran como Bases Técnicas de Reglamentación (TBR) y servirán de base de las futuras reglamentaciones europeas (CTR)

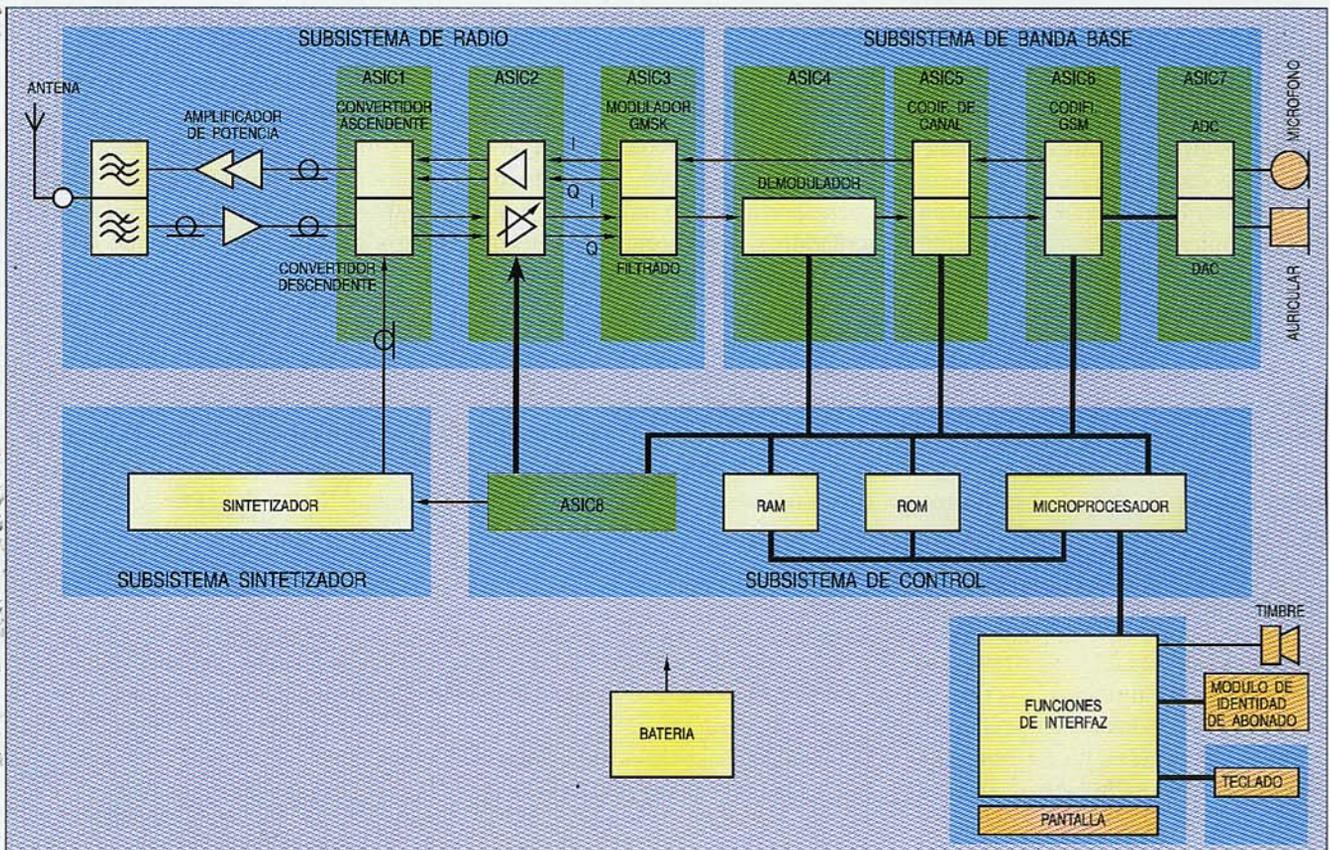


Figura 2 - Arquitectura de los terminales GSM

Arquitectura de los terminales

La arquitectura de los terminales GSM de Alcatel Radiotéléphone mostrada en la **Figura 2** se basa en la optimización de tres criterios:

- costes de fabricación
- autonomía de funcionamiento
- volumen y peso de los aparatos.

Además, las soluciones técnicas han debido de tener en cuenta la evolución de las normas GSM durante la fase de estudio. Un terminal GSM está constituido por tres subsistemas principales:

- *El subsistema de radio:* que en recepción filtra y amplifica la señal recibida de la antena y en transmisión, genera, modula y amplifica la señal a emitir.
- *El subsistema de tratamiento de banda de base:* que comprende el interfaz acústico (micrófono, auricular y altavoz), el tratamiento digital de la señal (tratamiento de

voz, codificación/decodificación del canal) y la demodulación de la señal recibida de la antena.

- *El subsistema de control:* que se encarga de controlar a los otros dos subsistemas y gestiona los interfaces externos del terminal (usuario, módulo de identidad de abonado (SIM), terminal de desarrollo). Además, asegura y controla el funcionamiento del terminal.

La estrategia empleada para obtener la optimización simultánea de los tres criterios previamente mencionados consiste en dar prioridad a todas las soluciones "integrables" en tecnologías de bajo consumo. Esto se traduce en la elección de una arquitectura de radio de tipo conversión directa, tanto en transmisión como en recepción.

En el circuito de transmisión, las ventajas son la supresión de las funciones de transposición (señal de

referencia, circuitos de conversión y de filtro) en una frecuencia intermedia, y la posibilidad de integrar en un mismo componente digital (modulador) las funciones de generación de las señales de modulación gaussiana por desplazamiento de fase GMSK (I, Q) y las de corrección de la frecuencia de emisión [1].

Además, la cadena de recepción ya no incluye las funciones habituales de transposición, de amplificación en frecuencia intermedia y de filtro que son sustituidas por un componente que integra amplificación con ganancia controlada (70 dB) y filtrado de canal en banda de base.

En el circuito de transmisión se requiere un sintetizador de frecuencia en modo directo, que trabaja a la misma frecuencia que la señal de emisión. El circuito de recepción requiere la restauración de la componente continua en una etapa de amplificación de señales multiplexadas en el tiempo (TDMA).

Las técnicas aplicadas para alcanzar los objetivos de autonomía y rendimiento del GSM se basan en el análisis del flujo de datos. En cada tratamiento digital (modulación y demodulación, codificación y decodificación de la velocidad y de la voz) se aplica un proceso de control. Cada función básica se activa, si es necesario, con una precisión de 1/16 de bit en determinados casos.

El diagrama de la Figura 2 muestra el reagrupamiento de estas funciones de tratamiento, para optimizar el consumo, en cuatro componentes (demodulador, (de)codificador de canal, codificador de bloque, codificador de voz).

La utilización óptima de los circuitos estáticos permite reducir la energía consumida. El sistema de control, constituido por microcontroladores y una base de tiempo, distribuye las señales de reloj y controla la activación de los circuitos. El sistema incorpora además las funciones de las capas altas del sistema GSM (protocolo de comunicación, interfaz hombre-máquina).

La elección de una arquitectura de inteligencia centralizada ofrece la ventaja de una mayor flexibilidad de adaptación a las cambiantes normas y de evolución hacia los nuevos servicios.

Software de los terminales GSM

Aunque el software gestiona todos los circuitos de los terminales (tratamiento de voz, codificación/decodificación de canal), aquí sólo se considera el software del subsistema de control, cuyas funciones han sido descritas en el apartado anterior.

Arquitectura del software

El programa de control debe, por una parte, realizar las funciones de los servicios descritos en la norma (modos de explotación, protocolo de intercambios con la infraestructura) y, por otra parte, satisfacer las limitaciones de tiempo impuestas por la propia norma (p. ej., el secuenciamiento de trama GSM cada 4,616 mseg) y por la arquitectura de equipo (secuenciamiento interno cada 800 μ seg).

Hay que hacer notar que la complejidad y el volumen del software de los terminales radiotelefónicos digitales es bastante mayor que la de los analógicos.

Desde el punto de vista funcional, el software se organiza en cuatro bloques principales centrados en el programa de operación (Figura 3).

La configuración del software responde a una arquitectura de capas que se corresponden con las diferentes capas del protocolo de comunicaciones (Figura 4).

La correspondencia entre los bloques funcionales descritos en la Figura 3 y la arquitectura mostrada en la Figura 4 es la siguiente:

- La gestión del terminal (menús, directorios, presentación, etc.) está constituida por los elementos C3TE y MERE.
- El interfaz de red, correspondiente a las capas 1, 2 y 3 del protocolo normalizado GSM, lo constituyen los elementos C1, C2 y RM/CC/MM.
- La arquitectura de los interfaces con el terminal de explotación y el terminal de voz sigue un modelo de protocolo multicapa (físico y enlace). Estos interfaces están constituidos respectivamente por los elementos C1TE/C2TE y C1TV/C2TV/C3TV.

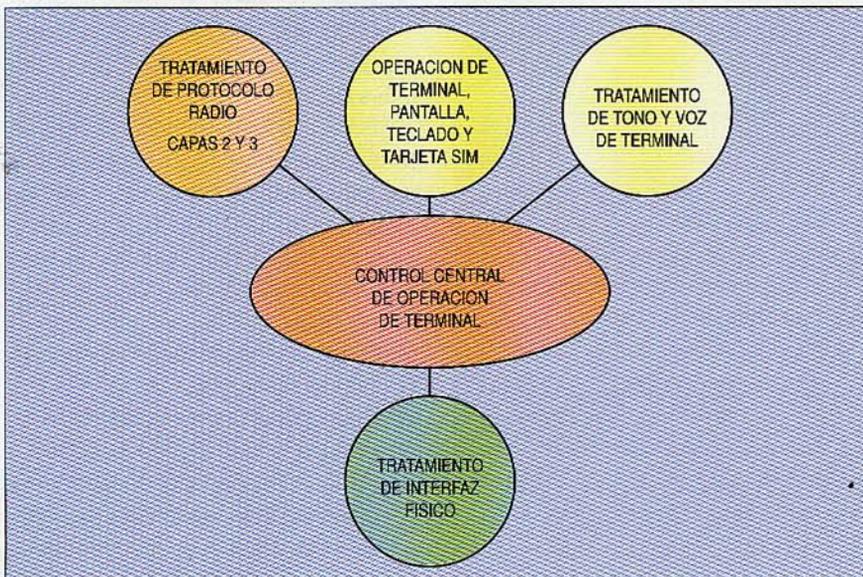
El software desarrollado para los terminales 9109 DA/PA y 9109 HA tiene hasta 170 000 líneas de instrucciones en lenguaje C. El setenta por ciento de este software es común a los dos productos.

Estrategia de pruebas del software

Los diferentes programas se han desarrollado en paralelo y se han integrado progresivamente debido a su complejidad.

Para garantizar la calidad final, el desarrollo de cada elemento lleva asociado un conjunto de pruebas unitarias, de integración y de validación. Los resultados de estas fases de prueba permiten analizar la tasas de cobertura obtenidas, así como el número de errores detectados. Los recursos empleados para ello son herramientas de pruebas en máquinas de desarrollo para el software del protocolo y operación, junto a herramientas específicas en la máquina final, en especial para el software básico y el de la capa 1, debido al alto grado de interdependen-

Figura 3 - Software de operación de los terminales GSM



sincronizadamente con la trama TDMA.

Este problema ha sido resuelto gracias a una técnica de síntesis rápida en banda variable. La **Figura 5** muestra el espectro de frecuencia a la salida del sintetizador. La pureza espectral del sintetizador, en términos de ruido inherente, influye fuertemente sobre el error de fase de emisión. Además, y por la estructura de conversión directa, la calidad de la pureza espectral es fundamental en las medidas de protección contra bloqueo.

El espectro medido en la **Figura 5** presenta un nivel de ruido del orden de -75 dBc/Hz a 10 kHz de portadora, lo que asegura en la salida del sintetizador un error de fase de emisión residual del orden de $1,7^\circ$ rms y un margen de 3 a 5 dB sobre las medidas de bloqueo en recepción.

También hay que tener en cuenta los riesgos de arrastre provenientes de un oscilador local a bajo nivel que trabaja directamente con la frecuencia de emisión, que pueden traducirse en un error de fase importante. Se han anulado gracias a un blindaje interior y a una implantación óptima de las funciones.

Además de las características radioeléctricas a aplicar a las frecuencias de funcionamiento, para evitar los riesgos de polución e interferencias con otros sistemas también se deben cumplir las normas de compatibilidad electromagnética (EMC). La **Figura 6** muestra los resultados de las medidas de interferencia del 9109 HA.

Circuitos integrados de aplicación específica (ASIC)

La concepción y el desarrollo de los ASIC de los terminales Alcatel son el fruto de una estrecha colaboración entre Alcatel Bell (Bélgica) y Alcatel Radiotéléphone (Francia).

Los objetivos de este programa de desarrollo son esencialmente económicos y técnicos. Gracias a estos componentes, Alcatel dispone de

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
PARAMETRO	VALOR
FRECUENCIA DE TRANSMISION	890 A 915 MHz
FRECUENCIA DE RECEPCION	935 A 960 MHz
ESPACIAMIENTO DE CANALES	200 kHz
ESPACIAMIENTO DUPLEX	45 MHz

CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISION	
PARAMETRO	VALOR
POTENCIA RADIADA DE ANTENA	13 A 39 dBm EN PASOS DE 2 dB [1] CON UNA TOLERANCIA DE $\pm 2,5$ dB [2]
TIEMPO DE SUBIDA Y BAJADA	28 μ s
VARIACION EN POTENCIA MEDIA	± 1 dB
ESPECTRO DEBIDO A MODULACION [3] (PESO NOMINAL)	± 200 kHz / - 30 dB ± 400 kHz / - 60 dB ± 600 kHz / - 66 dB
ESPECTRO DEBIDO A TRANSITORIOS [3] (PESO NOMINAL)	± 400 kHz / - 13 dB ± 600 kHz / - 21 dB ± 1200 kHz / - 21 dB ± 1800 kHz / - 24 dB
RADIACION PARASITA TOTAL	POR DEBAJO DE - 36 dB
ERROR DE FASE	5 GRADOS RMS
ERROR DE FRECUENCIA	95 Hz
[1] SEGUN LA CLASE DE TERMINAL: CLASE 1 43 dBm CLASE 2 39 dBm CLASE 3 37 dBm CLASE 4 33 dBm CLASE 5 29 dBm	
[2] CONDICIONES DE PRUEBA EXTREMAS DE - 20 A + 55°C A 39 dBm	
[3] BANDA DE MEDIDAS 30 kHz, SEGUN LA CLASE	

CARACTERÍSTICAS DE LA RECEPCION [1]	
PARAMETRO	VALOR
SENSIBILIDAD	- 104 dBm [2]
MARGEN DINAMICO SEÑAL DE ENTRADA	- 104 A -10 dBm
RECHAZO CANAL COMUN	SEÑAL: - 86 dBm JAMMING: - 94 dBm
RECHAZO CANAL ADYACENTE	SEÑAL: - 85 dBm JAMMING: - 76 dBm [3]
RECHAZO ENTRE MODULACION [2]	SEÑAL: - 100 dBm JAMMING 1: - 39 dBm JAMMING 2: - 50 dBm
BLOQUEO [2]	SEÑAL: - 100 dBm JAMMING: ± 600 kHz / - 38 dBm ± 800 kHz / - 33 dBm ± 1600 kHz / - 23 dBm 835 A 915 Y 80 A 1000 MHz / 0 dBm
RADIACION PARASITA TOTAL	POR DEBAJO DE - 57 dBm
[1] BASADA EN VELOCIDAD MAXIMA ADMISIBLE BINARIA Y/O ERRORES DE TRAMA	
[2] SEGUN LA CLASE	
[3] JAMMING A 200 kHz	

Tabla 1 - Características radioeléctricas de los terminales

una técnica que le permite ofrecer unos equipos a precios competitivos con respecto a los terminales analógicos.

La utilización de la tecnología ASIC ha hecho posible el desarrollo de una arquitectura LSI optimizada, llevando a unos terminales de poco tamaño y bajo consumo, a pesar de la complejidad del sistema GSM.

Así Alcatel dispone de un terminal portátil GSM de primera genera-

ción comparable a los terminales analógicos de 5ª generación.

La Figura 2 muestra el diagrama del terminal Alcatel, donde están los circuitos integrados (ASIC) específicos de cada subsistema:

— *Subsistema radio*, con los circuitos:

ASIC1 que incorpora los convertidores de las frecuencias de transmisión y recepción.

ASIC2 que realiza los diferentes

tratamientos intermedios en recepción y el control del amplificador de potencia.

ASIC3 que incorpora el modulador GMSK y las conversiones analógicas/digitales (ADC).

— *Subsistema de tratamiento de banda base* con:

ASIC4 que asegura la demodulación.

ASIC5 que efectúa la codificación y la decodificación de canal.

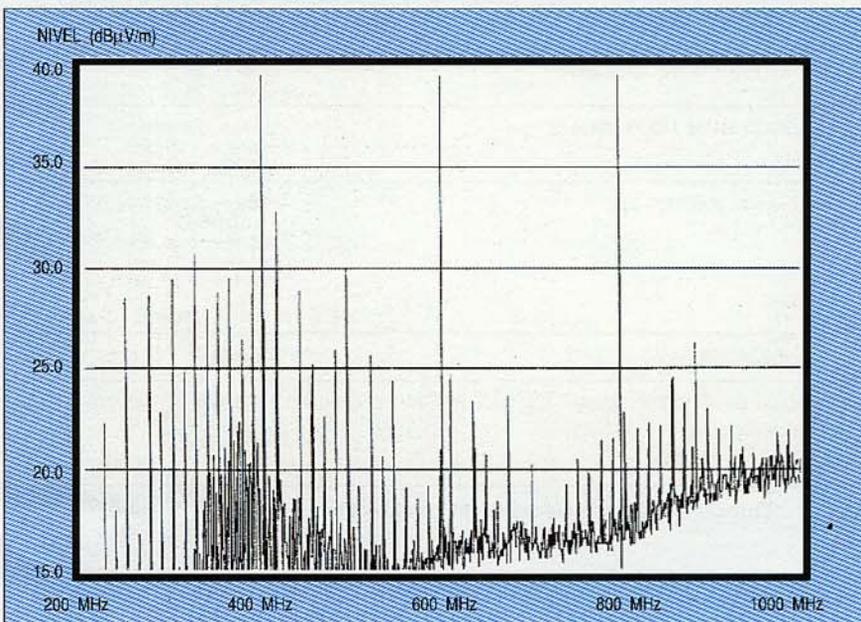
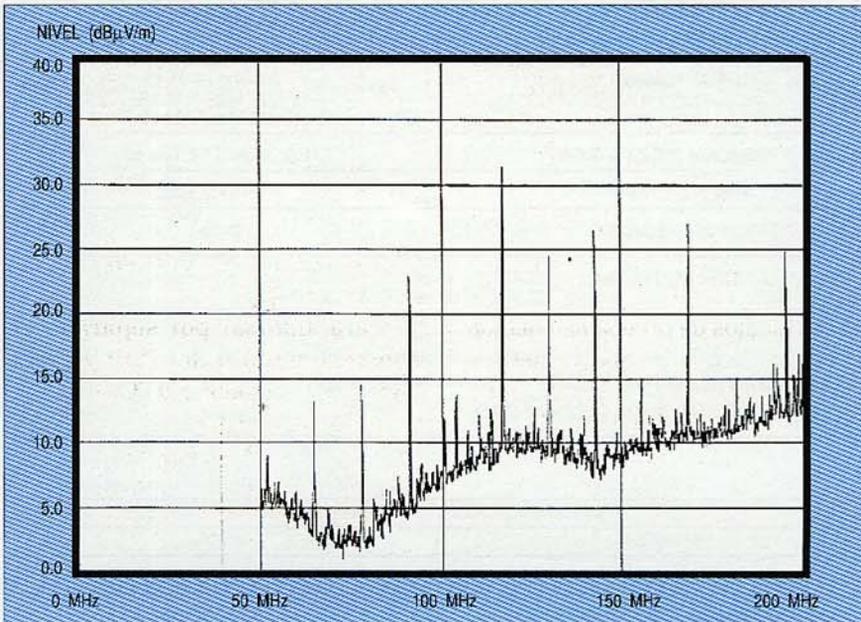
ASIC6 que realiza el codificador de voz GSM.

ASIC7 que convierte las señales de voz en una trama de bits y viceversa.

— *Subsistema de control* con:

ASIC8 que contiene un microprocesador que ejecuta diversas tareas en tiempo real (cálculos, relojes GSM, comunicación con los bloques de terminal).

Figura 6 - Emisiones parásitas del terminal GSM en la banda de 50 MHz a 1000 MHz medidas a la distancia de 3 metros en polarización vertical dentro de una cámara anecoica. El límite a respetar está dentro de 40 dB μ V/m



La descripción que se hace a continuación del circuito ASIC4 da una idea de las tecnologías y metodologías utilizadas en el diseño de este conjunto de elementos, reflejando el trabajo de desarrollo realizado por Alcatel.

Circuito de demodulación ASIC4

El circuito ASIC4 integra parte de los tratamientos digitales que constituyen el sistema de tratamiento de señal. Cumple en especial las siguientes funciones:

- caracterización del entorno de radio
- sincronización con las estaciones de base
- demodulación de los paquetes binarios transmitidos en cada impulso
- función de radio control asistida por el controlador.

Las funciones suministradas por el ASIC4 tienen las siguientes restricciones:

- el tiempo de ejecución de los tratamientos GSM
- el consumo reducido
- la flexibilidad de adaptación para las tareas de puesta a punto del terminal.

Arquitectura

Se ha elegido un circuito basado en un procesador de señal digital (DSP) integrado en un ASIC frente a una estructura cableada (Figura 7). Esto permite efectuar tratamientos complejos de demodulación y ofrecer una gran flexibilidad de adaptación durante la fase de puesta a punto del equipo [2].

El DSP elegido pertenece a la familia ST18K de SGS-Thomson.

Un procesador cableado se ha asociado al DSP repartiéndose la carga de cálculo entre los dos procesadores. El procesador cableado efectúa en particular, el cálculo de potencia, la estimación de las tensiones de desfase, las conversiones de frecuencia y la media de una secuencia de muestras.

Una lógica periférica (esencialmente las funciones de interfaz) completa el circuito. El secuenciamiento general del circuito optimiza el consumo. Los relojes del ASIC se paran cuando los circuitos están en reserva. Al recibir un mensaje desde el subsistema de control, el circuito se autoprograma para ejecutar el tratamiento pedido. La actividad del circuito se gestiona por un único secuenciador.

El funcionamiento del DSP representa la parte esencial del consumo del circuito. Así, durante la ejecución de un tratamiento, sólo es utilizado para las tareas lógicas específicas. El DSP y el coprocesador no trabajan simultáneamente lo que les permite compartir la misma memoria.

Diseño y pruebas

El desarrollo de un componente basado en DSP necesita de nuevos métodos de diseño y pruebas [3].

El DSP ha sido diseñado y desarrollado en paralelo con el circuito, por lo que se ha necesitado una simulación lógica del circuito con su lógica de aplicación para validarlo. Esta simulación se ha basado en una descripción a nivel de puertas del coprocesador y en la lógica

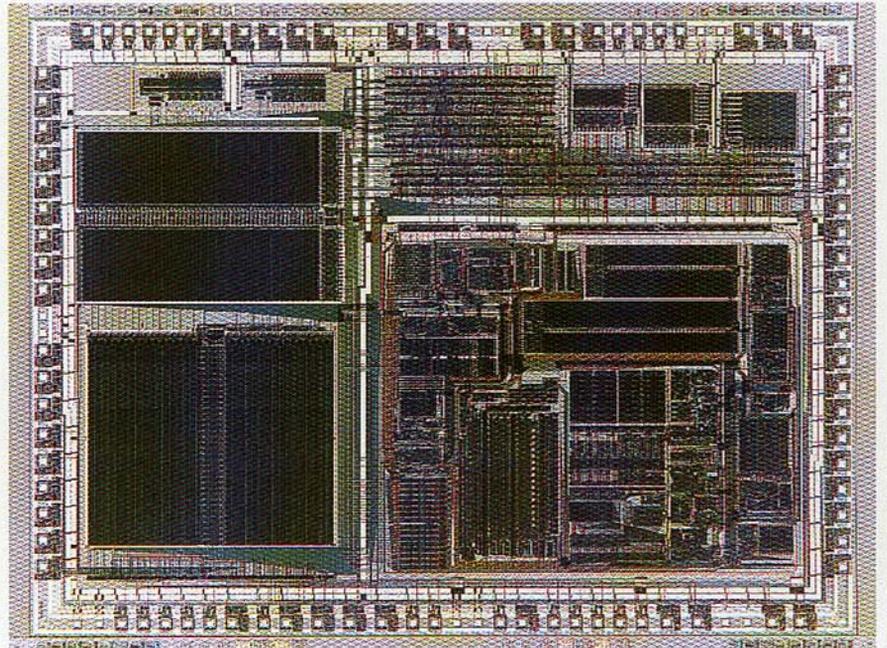


Foto "Le Square des Photographes"

Circuito integrado de demodulación

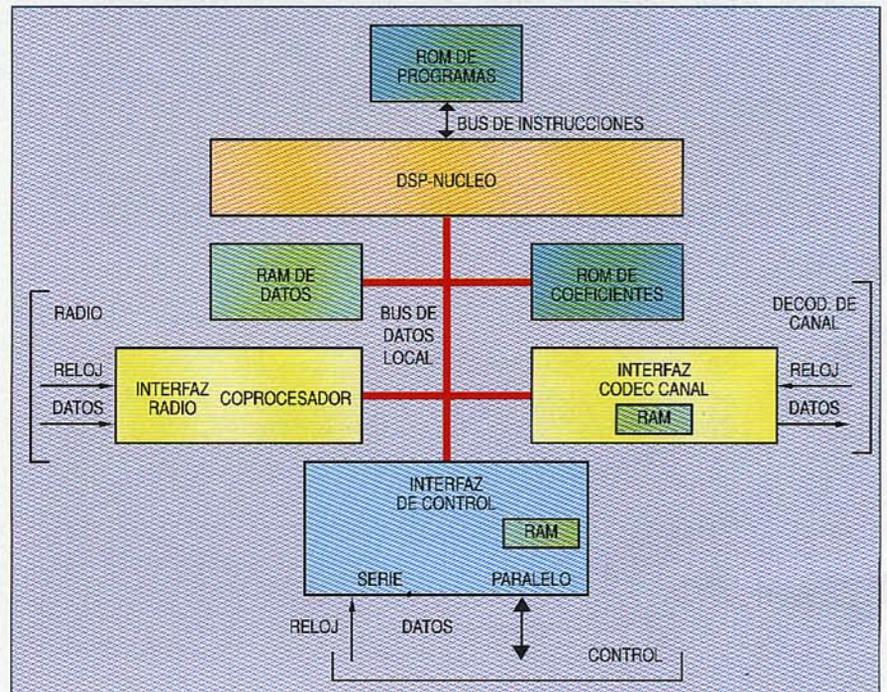
periférica y un modelo en lenguaje VHDL para el DSP.

Los medios de prueba han debido adaptarse para la prueba y puesta a punto de este circuito. Las técnicas clásicas de emulación, que exigen un acceso a todos los buses del DSP, no eran aplicables en este proyecto ya

que conducían a un número prohibitivo de accesos.

Para analizar por separado el comportamiento del DSP y de la lógica complementaria (coprocesador y lógica periférica), se ha integrado un sistema de exploración en el interior del DSP y la lógica com-

Figura 7 - Arquitectura del circuito de demodulación



plementaria. Este sistema cubre los buses del DSP y las conexiones internas con la lógica periférica, permitiendo observar y controlar totalmente todos los intercambios con un número limitado de conexiones externas.

El circuito ASIC4 se ha diseñado con tecnología CMOS de 1,2 μm y su superficie es de 82 mm^2 .

Los métodos de diseño y pruebas utilizados han permitido obtener un circuito utilizable desde su primera implantación. En particular, la cadena de exploración se ha mostrado muy eficaz en el análisis fino del circuito [4].

También se puede realizar el circuito con tecnología de 0,8 μm , lo que aporta una sensible ganancia en consumo y superficie.

Interfaz hombre-máquina (MMI)

Para facilitar la introducción de los nuevos servicios ofrecidos por el

GSM, como la mensajería, la conexión de terminales de datos (ordenador personal, fax, etc.) ó la utilización de una tarjeta SIM, se emplea un bus serie de comunicación, lo que permite la conexión simultánea de varios terminales de operación.

Las dimensiones del terminal portátil se han minimizado gracias al diseño de un ASIC dedicado a las funciones MMI. Basado en un microprocesador estándar, este ASIC incorpora todos los interfaces de operación (teclado, control de pantalla, lector de tarjeta SIM y gestión de bus).

Finalmente, el diseño ergonómico del teclado proporciona un interfaz amigable.

Alimentación

Se ha optimizado el volumen y consumo de las pilas y de los acumuladores.

Pilas y acumuladores

En el radioteléfono portable 9109 DA, producto de clase 2 que libera 8-watios, se utiliza una pila de 1,2 Ah de 12 voltios. La pila desarrollada por SAFT es cilíndrica, de cadmio/níquel, con electrodos de goma/sinterizado. Su baja resistencia interna la permite soportar corrientes con grandes picos.

El radioteléfono portátil 9109 HA emplea una tecnología prismática de pilas que permite optimizar el volumen de las pilas, y por tanto del terminal, lo cual asegura una buena fiabilidad, gracias a la robustez de la pareja de electrodos sinterizado/sinterizado.

Se han desarrollado dos tipos de acumuladores: uno lento para utilización en vehículos y uno rápido para su uso en estaciones fijas. Se basan en un algoritmo en el cual los parámetros son la temperatura y la duración de la carga.

Algoritmos de ahorro de energía

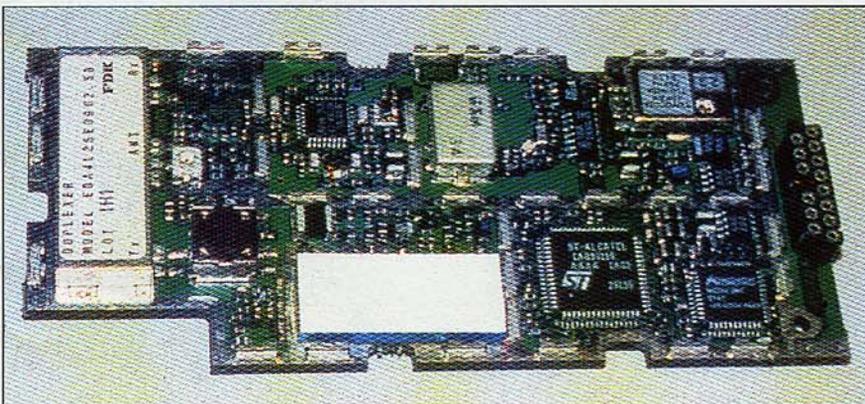
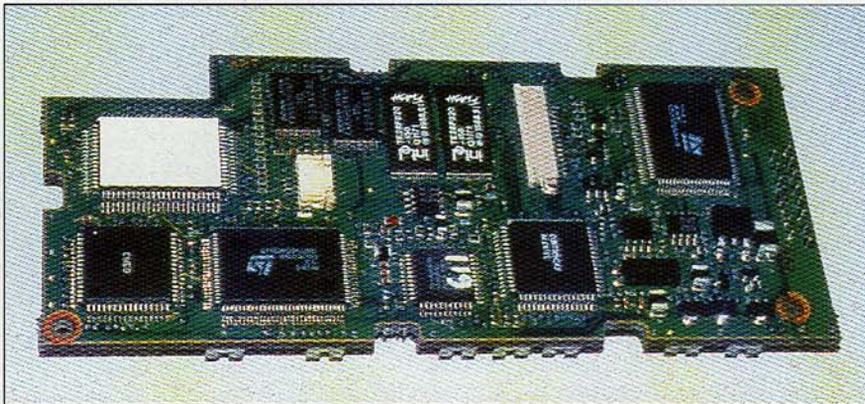
Para el usuario una de las principales características de los terminales portátiles ó portables es la autonomía de funcionamiento. Con una capacidad de pila fija, y limitado por el peso, es esencial que el consumo de energía sea mínimo. La norma GSM permite que el nivel de potencia de emisión se reduzca al mínimo requerido para un enlace, empleando un mecanismo de ajuste automático.

Además, la estructura de emisión y recepción por ráfagas (600 μs cada 5 ms) permite la optimización del consumo. Esta es la base del algoritmo de ahorro de energía.

El diseño del terminal se aprovecha del secuenciamiento de operación de cada circuito; así se han definido tres estados para cada modo:

- activo
- reserva (parada de los relojes de los circuitos digitales y bloqueo de las polarizaciones de los circuitos analógicos)
- reposo (parada de la alimentación).

Circuitos impresos del terminal Alcatel 9101 HA (caras radio y digital)



En función de los tratamientos previstos, la activación de los circuitos se organiza para optimizar el consumo en no importa que modo de funcionamiento.

Por ejemplo, en modo de reserva, sólo un circuito con muy bajo consumo permanece activo, el resto está en reposo. En el instante preprogramado de recepción de una llamada, este circuito pone en estado activo al procesador principal, el cual, a su vez, pone en reserva primero y en activo después a los circuitos necesarios para la recepción. Si la llamada concierne al terminal, se activan los otros circuitos y se vuelven a pasar a reserva o a reposo tan pronto sea posible.

Diseño mecánico de los terminales y de la antena

Ha sido necesario resolver una serie de problemas específicos a los terminales y garantizar la seguridad del usuario.

Diseño mecánico

Muchos problemas resueltos durante la fase de diseño mecánico (encapsulado, interconexiones, etc.) son comunes a todos los tipos de terminal.

No obstante, existen problemas que son específicos de los terminales de radioteléfono, como es el caso de la asociación de las tecnologías radio y digital en un mismo dispositivo y las restricciones de volumen y peso.

Para evitar el acoplamiento entre los circuitos radioeléctricos y digitales, Alcatel Radiotéléphone ha optado por un concepto de separación de funciones basado en una capa de "tierra" incluida en el circuito impreso. Así, una cara del circuito se reserva para los circuitos de radio y la otra para los circuitos digitales (ver fotografías).

Naturalmente, las conexiones entre las dos caras incorporan las adecuadas funciones de filtro.

Para optimizar el volumen y obtener la mayor compactación posible, Alcatel Radiotéléphone utiliza una herramienta CAD.

La **Figura 8** muestra una imagen generada por ordenador del 9199 HA.

Antena

Al ser el necesario elemento de conexión con la red, la antena de un terminal de radioteléfono móvil juega un papel importante en el aseguramiento de la calidad global de la transmisión. Alcatel Radiotéléphone se ha dotado de las herramientas de simulación necesarias para el diseño de este equipo y de las correspondientes herramientas de medida.

La **Figura 9** muestra el diagrama de haz de la antena del 9109 HA en diferentes condiciones de funcionamiento. Se puede ver la pequeña

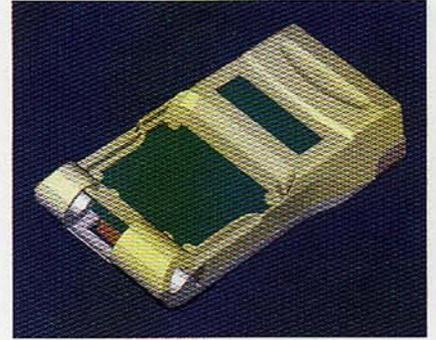


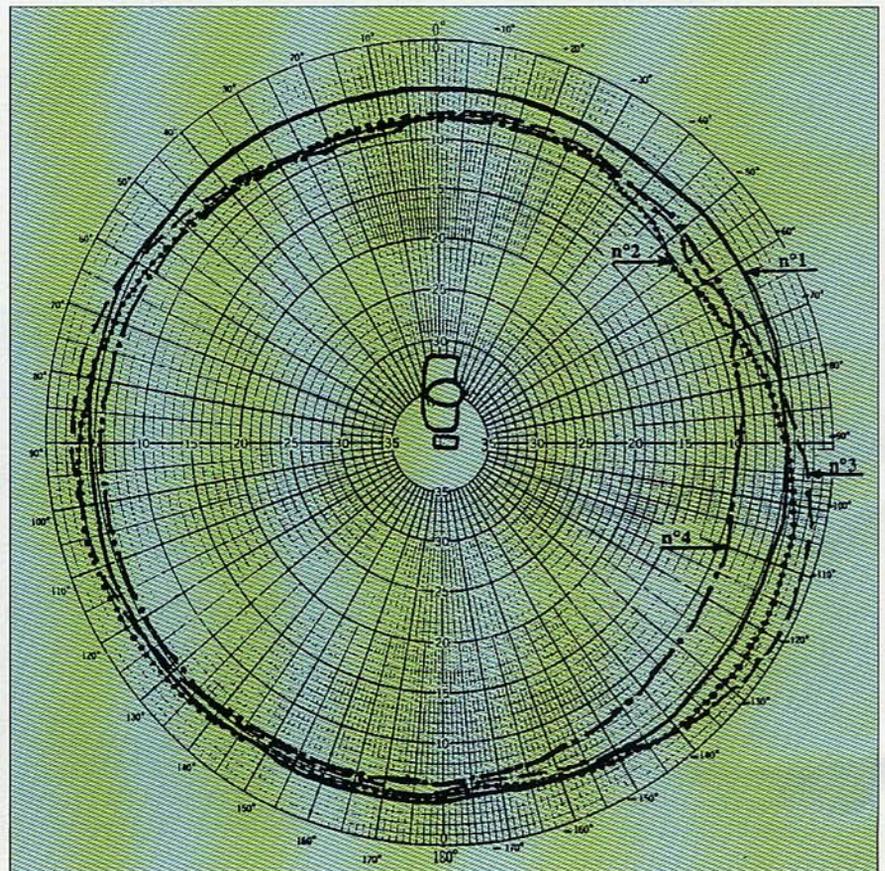
Figura 8 - Imagen generada por ordenador del cuerpo del terminal Alcatel 9109 HA

influencia de la presencia del usuario. Esto indica que la energía absorbida por el cuerpo del usuario es mínima.

Validación

La experiencia demuestra que la validación en un entorno simulado tiene

Figura 9 - Diagrama de emisión de la antena del 9109 HA. La curva 1 es para el portátil solo, la 2 para el portátil con una persona en su cercanías, la 3 para el portátil en la mano y la 4 para el portátil en el oído



que completarse con una validación sobre el terreno.

Validación en el laboratorio

En el ciclo de vida de un terminal, la validación es la operación que verifica la conformidad con las especificaciones definidas en las normas.

La tarea de validación arranca tan pronto se inicia el proyecto del terminal. Esta tarea incluye la definición de una estrategia, el establecimiento de una lista de pruebas (plan de pruebas) que deben cubrir cada punto de las especificaciones y la identificación de las necesidades específicas en recursos (traza, depuración, puntos de pruebas, etc.) y herramientas.

El plan de pruebas se aplica a diferentes áreas, que incluyen la comunicación radio, el protocolo, la comunicación hombre-máquina, el interfuncionamiento de la red, la estabilidad de los mecanismos, etc.

La validación se efectúa con un equipo de prueba normalizado y consensuado a nivel europeo por los firmantes del acuerdo de operadores GSM.

Este equipo verifica la conformidad del terminal en prueba con la norma europea de telecomunicación (NET - Rec. 11.10). Se miden las características específicas de los interfaces radioeléctricos y se ejecutan varios escenarios que simulan la evolución de un móvil en un entorno radioeléctrico GSM. En cada uno de los escenarios, el equipo verifica los mecanismos a realizar y los intercambios de protocolos entre el terminal probado y las estaciones de base simuladas.

Una validación completa comporta cerca de 700 pruebas. No obstante, la experiencia muestra que la validación en un entorno simulado, aunque necesaria, no es suficiente. Al final de la validación se toman una serie de medidas de campo y se aplican criterios de apreciación de resultados. Estos criterios se basan en el servicio que se rinde al usuario. Después de la validación, los pro-

ductos se presentan a los organismos de aceptación.

Definición de los criterios de final de validación sobre una red real

El primer criterio es la tasa de éxito de las llamadas entrantes, es decir la relación entre el número de llamadas con éxito y el número de intentos de llamadas. Se determina un umbral y los casos de fallo se resolverán sólo repitiendo la llamada.

El segundo criterio es la tasa de éxito en la emisión de llamadas salientes en las mismas condiciones.

El tercer criterio concierne a la habilidad de llamar del terminal: es el tiempo de reserva sin interrupción definido como la relación entre el tiempo de reserva y el número de veces en que el abonado móvil no está accesible por problemas debidos al móvil (que requiere la reiniciación del móvil con una parada/arranque).

El cuarto criterio se refiere a la duración de la llamada sin interrupción. Es la relación entre el número de horas de conversación y el número de interrupciones.

La puesta en marcha/parada se efectúa mediante un procedimiento que controla a la vez los mecanismos de control y los intercambios de

comunicación con la estación de base. Este procedimiento es gestionado por software. La tasa de éxito de parada del terminal se define como la relación entre el número de éxitos y el número de intentos de parada y la tasa de éxito de arranque del terminal se define como la relación entre el número de éxitos y el número de intentos de arranque. Alcatel Radiotéléphone ha adoptado los siguientes valores para validación de los terminales en un red real:

- Tasa de éxito de las llamadas entrantes > 98%
- Tasa de éxito en la emisión de llamadas salientes > 98%
- Tiempo de reserva sin interrupción > 10 horas
- Duración de la comunicación sin interrupción > 1 hora
- Tasa de éxito de parada del terminal = 100%
- Tasa de éxito de arranque del terminal > 98% al primer intento, 100% al segundo intento.

Los terminales de radioteléfono GSM de Alcatel

La gama Alcatel incluye cuatro terminales. A continuación se describen sus características.

Terminal Alcatel 9109 DA/PA



Radioteléfono Mobile Alcatel 9109 MA

Diseñado para automóvil, el Alcatel 9190 MA ha sido objeto de una serie de análisis detallados que le permiten ofrecer una solución óptima en:

- integración sin modificación interna del vehículo,
- simplicidad de utilización y como consecuencia seguridad de usuario,
- facilidad de extracción.

El diseño original propuesto por Alcatel permite extraer el radioteléfono tan fácilmente como un autoradio.

Radioteléfono Transmobile Alcatel 9109 DA

Alcatel ha creado el término "Transmobile" para designar a un equipo caracterizado por la polivalencia y la flexibilidad de operación.

Aprovechando las cualidades de extracción del radioteléfono móvil, el 9109 DA permite al usuario su comunicación fuera del vehículo sin manipulación técnica y disponer instantáneamente de un radioteléfono portátil muy compacto. Esta funcionalidad se obtiene mediante la conmutación automática de la alimentación sobre la pila integrada y de la antena desplegable.

Radioteléfono Portable Alcatel 9109 PA

Estrictamente idéntico en apariencia al radioteléfono Transmobile una vez extraído de su instalación en el



Terminal Alcatel 9109 HA

vehículo, el 9109 PA constituye una solución independiente.

Características generales

- Producto de clase 2 (8 vatios)
- Dimensiones (emisor-receptor + portátil): 164 x 56 x 186 mm
- Volumen: 1,6 litros
- Peso: 2 kg
- Autonomía, con una pila de 1 Ah y 12 voltios: siete horas en reserva y dos horas en comunicación continua
- Función manos-libres integrada
- Doble diseño de instalación: estándar ó autoradio
- Lector de tarjeta SIM en el portátil.

Radioteléfono Portatif Alcatel 9109 HA

El Portatif 9109 HA ha sido diseñado para facilitar la comunicación personal sin restricciones geográficas, abriendo las puertas a las telecomunicaciones digitales y a las ventajas de los últimos desarrollos en el campo de las comunicaciones móviles. Una cubierta plegable protege el teclado y le pone al abrigo de los golpes.

Su pequeño volumen y su ligereza le permite una movilidad total con un día de autonomía.

Características generales

- Producto de clase 4 (2 vatios)
- Volumen: 290 cm³
- Peso: 380 gr
- Tarjeta: Micro SIM
- Autonomía, con una pila estándar de 400 mAh y 7,2 voltios: diez horas en reserva y una hora en comunicación continua (según las características de la red).

Aplicación a 1800 MHz

Una extensión de la norma GSM, denominada DCS 1800, ha sido definida por el ETSI para funcionamiento en la banda de frecuencias de 1800 MHz. Partiendo de la plataforma técnica de los terminales GSM de Alcatel, se está desarrollando una versión de DCS 1800.

Esta versión se distingue principalmente por una modificación de las funciones radiofrecuencia, permaneciendo el resto de funciones sin cambios, en especial todos los desarrollos de software asociados a los servicios de abonado.

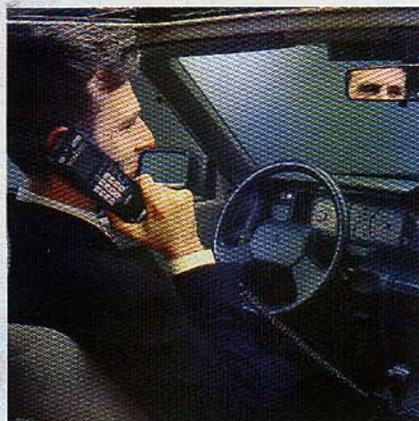
Conclusiones

Este artículo ha presentado los principales aspectos técnicos de los terminales en fase inicial. Los terminales GSM desarrollados por Alcatel Radiotéléphone, y actualmente comercializados en Europa, representan un gran desafío por las numerosas áreas técnicas involucradas en su diseño. Se han obtenido una serie de soluciones originales para resolver las muchas dificultades encontradas.

Está claro que sólo a través de la innovación y de la introducción de nuevas tecnologías Alcatel continuará haciendo frente a la competencia en un mercado en plena expansión.

Referencias

- 1 Patente de Alcatel Radiotéléphone - Publicación N.º. 2.662.806, registrada el

Terminal Alcatel 9109 MA

7.8.92: Dispositivo de tratamiento de señal digital prevista principalmente para la medida de potencia, la corrección de la componente continua y la conversión de frecuencia.

- 2 A. Chateau, F. Gérard, J. Wenin:
DSP based ASIC for GSM digital processings, MRC 92, Niza, Nov. 91.
- 3 J. Dulongpont, L. Dartois,
E. Vanzieleghem: Use of a DSP core in ASIC. Telecom 91, Ginebra.
- 4 Boundary Scan, a framework for Structured design for test. Proceedings of International Test Conference 1986.

Jacques Bursztejn es ingeniero de la Ecole Spéciale de Mécanique et d'Electricité. En 1963 entró en el departamento de ondas hertzianas de la CSF. En 1972 se hace cargo de los estudios y desarrollos de ondas hertzianas de pequeña capacidad y de ondas hertzianas móviles de TV THOMPSON-CSF. En 1972 toma la responsabilidad técnica de ondas hertzianas militares. En 1987, es nombrado director técnico de ondas hertzianas civiles y también se hace cargo de los principales contratos de los clientes franceses; paralelamente realiza diferentes funciones en Alcatel NV. En 1991, entra en Alcatel Radiotéléphone, donde actualmente dirige la Dirección Técnica.

Sistemas de redes GSM e integración total del sistema

M. Feldmann
J. P. Rissen

Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania
Alcatel CIT, Vélizy, Francia

Introducción

La infraestructura de la red radio móvil digital celular de Alcatel es la respuesta a las necesidades de la comunicación móvil de los 90. La gran experiencia alcanzada por Alcatel en los sistemas de conmutación Alcatel 1000 E10 y Alcatel 1000 S12 y en el desarrollo de procesadores de comunicaciones, por un lado, y la participación de Alcatel desde el comienzo en el trabajo de normalización de la especificación de las comunicaciones por radio móvil para la red digital celular paneuropea, por otro, garantiza la entrega de un sistema rentable, flexible y a su debido tiempo.

El subsistema de red NSS se basa en productos claves de Alcatel, como los sistemas públicos de conmutación Alcatel 1000 E10/ Alcatel 1000 S12 (MSC/VLR) y el procesador de comunicaciones Alcatel 8300 (HLR/AuC y OMC).

Este artículo da una visión general del sistema GSM, los interfaces y los protocolos. Además se explica detallada-

damente como se ha implantado e integrado en la red el Alcatel 900.

Elementos genéricos del subsistema de red

El Subsistema de Red (NSS) se compone de los siguientes elementos genéricos (Figura 1).

MSC - Centro de conmutación de servicios móviles

Los MSC son el núcleo de la red. Suministran la funcionalidad de conmutación para conectar abonados móviles con abonados fijos de la red ó con otros abonados móviles. Por ello, se suministran interfaces con las redes fijas, por ejemplo RTPC, RDSI, RPTPC y RCTPC, y las conexiones entre ellos.

Los MSC recogen de tres tipos de bases de datos todos los datos necesarios para tratar las peticiones de llamadas de abonados, el registro de posiciones base (HLR), el registro de posi-

ciones de visitantes (VLR) y el centro de autenticación (AuC). El MSC actualiza las bases de datos con la última información.

Los MSC ofrecen a los abonados:

- servicios de portadora tales como telefonía de 3,1 kHz, datos síncronos, accesos de PAD y voz/datos alternados
- teleservicios tales como la telefonía, las llamadas de emergencia y el fax
- servicios suplementarios tales como el reenvío de llamadas, los servicios de tarificación y el servicio de bloqueo de llamadas.

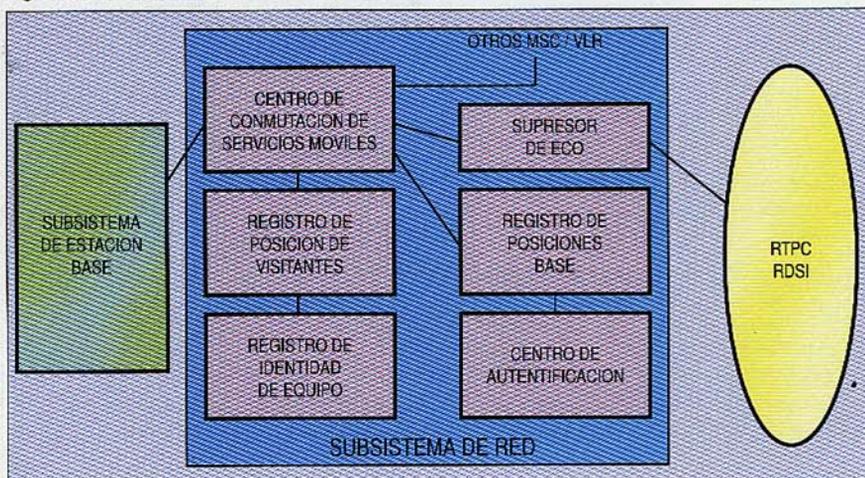
HLR - Registro de posiciones base

El HLR almacena datos relacionados con el abonado móvil. Cada abonado móvil se registra con los datos estáticos más significativos, los cuales incluyen las capacidades de acceso, los servicios suscritos y los servicios suplementarios. Junto a esto, el HLR también suministra al MSC información sobre el área del MSC donde se está desplazando el móvil (datos dinámicos). Esto permite que cualquier llamada terminal pueda ser enrutada inmediatamente al abonado llamado.

VLR - Registro de posiciones de visitantes

El VLR almacena toda la información sobre un abonado móvil que entra en su área de cobertura. Esto permite al MSC establecer llamadas terminales y salientes. Se puede considerar como una base de datos de abonado dinámica, la cual necesita un gran intercambio de datos con el HLR asociado. Los datos almacenados en el VLR "siguen" al abonado hasta que entre en otra área VLR.

Figura 1 - Elementos del subsistema de red



AuC - Centro de autenticación

El AuC almacena la información necesaria para proteger la comunicación de los abonados móviles por el interfaz aire contra la intrusión. El interfaz aéreo está muy expuesto a la intrusión.

No obstante, se han tomado medidas especiales en el sistema GSM, tales como la autenticación del abonado y el cifrado de la información transmitida. La información de la autenticación y de las claves de cifrado se almacenan en el AuC. La base de datos en el AuC está altamente protegida frente a accesos no autorizados.

EIR - Registro de identidad de equipo

Cada estación móvil tiene su propia información de identidad, la identidad internacional del equipo móvil (IMEI). Este número puede ser verificado en listas de estaciones móviles autorizadas (lista blanca) y no autorizadas, las cuales no tienen permiso de utilizar la red. Estas listas están almacenadas en el EIR.

OMC - Centro de operación y mantenimiento

Realiza funciones de operación y mantenimiento para los elementos MSC, VLR, HLR, AuC y EIR.

Todos estos elementos del subsistema de red GSM pueden combinarse de diferentes formas para la implantación de las funciones.

Estrategia de implantación de Alcatel

La implantación de los elementos genéricos del NSS del Alcatel 900 se realiza como sigue (Figura 2):

- combinando funciones del MSC y del VLR en una máquina basada en las centrales RDSI Alcatel 1000 S12/ Alcatel E10
- combinando funciones del HLR y del AuC en una máquina basada en el procesador de comunicaciones Alcatel 8300
- suministrando funciones del EIR en una máquina basada en el

Alcatel 8300, que puede ser, en redes pequeñas, la máquina que soporte al HLR/AuC

- suministrando al personal de administración y mantenimiento un único interfaz hombre-máquina, independientemente de que se utilicen varias máquinas (OMC). Esto permite reutilizar los elementos existentes sin penalizar al usuario. Las máquinas utilizadas son el centro de servicio de red NSC (OMC-S) basado en los elementos del Alcatel 1000 S12 y el OMC-M basado en el Alcatel 8300 y en un servidor de estación de trabajo SUN (WSS).

- BSSAP (parte de aplicación del subsistema de la estación base) en el interfaz-A entre el BSS y el MSC, formado por el BSSMAP (parte de aplicación móvil del subsistema de la estación base) y el DTAP (parte de aplicación de transferencia directa)
- MAP (parte de aplicación móvil) entre MSC-MSC, MSC-HLR y HLR-VLR
- PUSI (parte de usuario RDSI) ó equivalentes entre MSC-MSC y, si es posible, entre MSC y RDSI.

En las secciones siguientes, que describen los elementos del sistema, se dan algunos argumentos sobre como hacer esta combinación.

Interfaces

Todos los bloques funcionales se conectan entre sí por medio de enlaces del sistema de señalización CCITT No.7 utilizando las funciones MTP (parte de transferencia de mensajes) y SCCP (parte de control de la conexión de señalización), así como la parte de las funciones TCAP (parte de aplicación de capacidad de transacción). Se utilizan las siguientes partes de aplicación:

Descripción del MSC/VLR

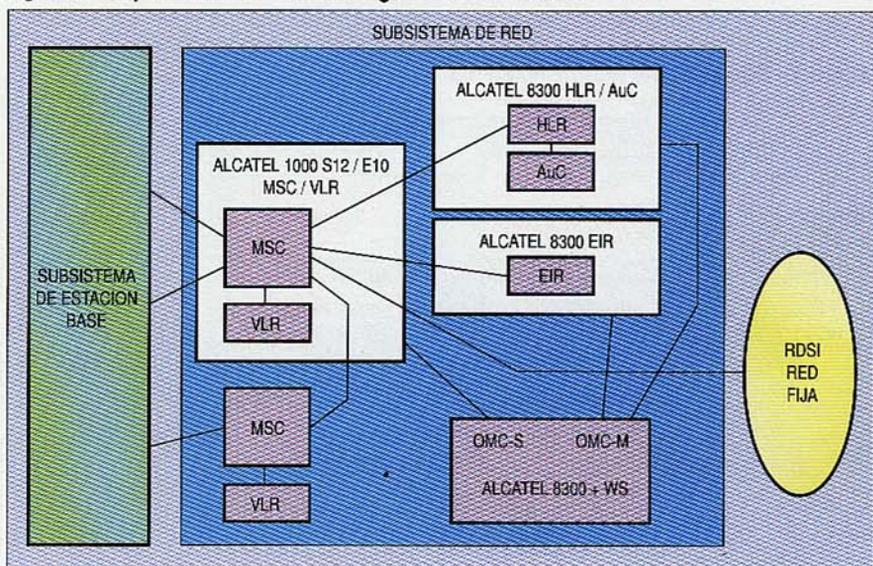
Aspectos generales

El MSC/VLR es el núcleo de la red - su actividad principal es realizar todas las funciones relacionadas con la conmutación y el control de la llamada. En general el MSC/VLR tiene que:

- terminar los enlaces MIC de 2 Mbit/s
- terminar y tratar los enlaces No.7 con la SCCP/TCAP
- tratar las peticiones de actualización de posición
- realizar el handover
- interrogar al VLR/HLR.

Consultando esta lista se ve, que excepto para las tres últimas, el resto

Figura 2 - Implantación de elementos genéricos en el Alcatel 900



de funciones son características de una central RDSI. Esto, naturalmente, no significa que las partes de aplicación específicas No.7 estén ya disponibles en una central RDSI, sino que las centrales RDSI son capaces generalmente de manejar una variedad de "sistemas de señalización" incluyendo el necesario interfuncionamiento.

La actualización de la posición, el handover y la interrogación de los VLR/HLR son funciones específicas de la radio móvil. Los interfaces y protocolos que se manejan son de tres categorías:

- BSSAP (DTAP, BSSMAP) en el interfaz-A hacia el subsistema de la estación de base
- MAP en los interfaces con el HLR y con los otros VLR para la recogida de los datos y con los otros MSC en el caso de handover
- Interfaz RDSI/RTPC y el protocolo definido (PUSI), que se utiliza también en el establecimiento del camino de voz/datos entre los MSC.

Hacia la red fija (RTPC/RDSI) se suministran supresores de eco para evitar que cualquier eco vuelva de la parte RTPC/RDSI. Un MSC que suministra este interfaz se llama MSC de cabecera (GMSC).

Las funciones del MSC/VLR se pueden dividir en:

- funciones generales
- funciones de gestión de la movilidad
- funciones de gestión de los recursos de radio
- establecimiento de la llamada fuera del aire
- tratamiento de colas
- control de las llamadas
- servicios de portadora y teleservicios
- servicios suplementarios.

Funciones generales

Las funciones generales incluyen:

- conmutación de los canales de 64 kbit/s para la transmisión voz/datos dentro de los sistemas MIC 30/32 en los interfaces MSC
- terminación y proceso de los canales de señalización del sistema de

señalización CCITT No.7 (C7) a 64 kbit/s con varias partes de aplicación, tales como PUSI, MAP y BSSAP

- realización de todas las funciones para el BSS que se definen en las Recomendaciones GSM, como la gestión de frecuencias, la administración del canal y el control del handover y del indicador de posición
- realización de todas las funciones del registro de posiciones de visitantes (VLR) que se definen en las Recomendaciones GSM, incluyendo el interfuncionamiento con el HLR
- realización de todas las funciones de operación y mantenimiento incluyendo el interfuncionamiento con el OMC
- realización de todas las funciones definidas para la función de interfuncionamiento (FIF) de las conexiones de datos. La FIF es necesaria en los servicios de datos que requieren un protocolo diferente en el interfaz aéreo entre la EM y el BSS del de los protocolos de la red fija. Además, concatena los diferentes protocolos con los niveles inferiores.

Funciones de gestión de movilidad

Estas funciones son necesarias tanto para soportar la movilidad de los terminales de usuario como para informar a la red de su posición actual y proteger la conexión abierta a través de radio.

Los procedimientos elementales suministrados por la gestión de movilidad son los siguientes:

- autenticación
- iniciación del cifrado
- gestión de identidad/confidencialidad
- identificación
- actualización de la posición (propia PLMN)
- registro periódico (propia PLMN)
- desconexión de la identificación internacional de la estación móvil (IMSI)
- conexión de la IMSI
- actualización de la posición (de/hacia otra PLMN).

Funciones de gestión de los recursos de radio

Los mensajes de la DTAP se utilizan en las comunicaciones transparentes con la MS y los mensajes BSSMAP en el tratamiento de la operación de radio del sistema celular. Las funciones a realizar son:

- handover
- búsqueda
- protección de la sobrecarga MSC

Establecimiento de la llamada fuera del aire

Este método suministra un uso más eficaz de los canales de tráfico en el interfaz de radio, ya que el TCH no se asigna antes de la respuesta del abonado llamado y sólo se usa un canal de señalización hasta su respuesta. Si no hay TCH libre disponible en el tiempo de respuesta, la llamada será puesta en la cola y ambas partes serán avisadas.

Encolamiento de llamadas

Esta es una facilidad que permite que las llamadas originadas en la MS ó en la RTPC/RDSI sean puestas en la cola cuando haya congestión en el camino de radio en el establecimiento de la llamada.

Funciones de control de llamada

Las funciones de control de llamada utilizan mensajes DTAP y BSSMAP en la MS y protocolos RDSI en la red fija. Además se utiliza el protocolo MAP, para la verificación de suscripción y por razones específicas de enrutamiento de la PLMN. Los datos del abonado se almacenan en el MSC/VLR y se leen por cada llamada originada en la MS, por ejemplo para la verificación de suscripción. En la llamada que termina en la MS los datos del abonado se leen del HLR para la verificación de la suscripción.

En las llamadas originadas en la MS, el MSC/VLR identifica a la MS por su TMSI ó su IMSI dependiendo de que identidad se esté recibiendo desde la MS. En las llamadas terminales en la MS, el MSC/VLR selecciona la MS llamada por el número de indicador de posición de la estación móvil durante

el establecimiento de la llamada. El control general de llamadas en el sistema GSM es muy similar al control de llamadas en las centrales RDSI.

Servicios de portadora y teleservicios

El MSC/VLR proporciona los recursos y funciones de acuerdo a su papel en la cadena de conexión PLMN del GSM para cumplir los servicios de portadora y teleservicios:

- los teleservicios son servicios de telecomunicación que suministran los medios para la comunicación entre usuarios según protocolos establecidos por acuerdos entre operadores de red (p. ej., PLMN y RTPC/RDSI)
- los servicios de portadora son servicios de telecomunicación que proporcionan la posibilidad de transmitir señales entre el usuario y la red.

Se presta una especial atención en el suministro de módulos especiales para las funciones de interfuncionamiento como soporte a la diferente funcionalidad existente en las comunicaciones.

Servicios suplementarios

Un servicio suplementario modifica ó sustituye a un servicio básico de telecomunicación. Consecuentemente, no puede ser suministrado como un servicio independiente, debe ser ofrecido junto ó en asociación con un servicio básico de telecomunicación. El mismo servicio suplementario puede ser aplicado a diferentes servicios de telecomunicación.

Implantación del MSC/VLR Alcatel 1000 S12

Estrategia general

El MSC/VLR tiene que suministrar principalmente, como ya se sabe, la funcionalidad básica de conmutación de las centrales RDSI locales ó interurbanas, incluyendo además las facilidades de manejo de los abonados móviles. Así, la implantación del

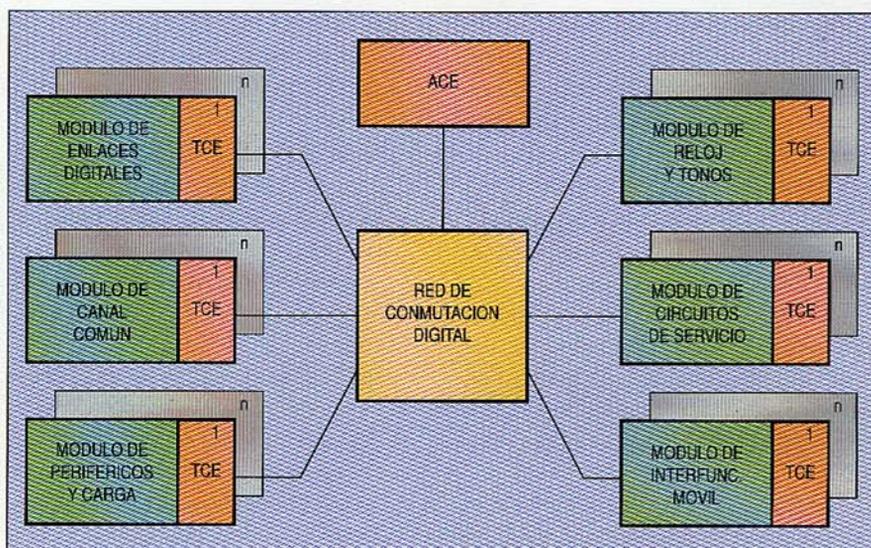


Figura 3 - Componentes físicos básicos del MSC/VLR de Alcatel 1000 S12

MSC/VLR para el Alcatel 900 se basa en la lógica y en el equipo de la central RDSI Alcatel 1000 S12.

El Alcatel 1000 S12 suministra todas las funciones estándar necesarias en el MSC/VLR integrado, la capacidad necesaria para añadir memoria y potencia de proceso a las nuevas funciones por su arquitectura modular distribuida de control. Por otro lado, el Sistema 12 está diseñado para hacer el mejor uso de las nuevas tecnologías avanzadas.

El MSC/VLR descrito en este apartado está, por ello, compuesto por componentes físicos básicos estándar del Sistema 12 con la excepción de un nuevo tipo de elemento auxiliar de control y de un nuevo componente físico básico de la función de interfuncionamiento (IWF) que soporta los canales de datos en el entorno celular.

Los elementos de control se equipan con microprocesadores INTEL 80386 y RAM dinámica de 4 Mbytes, extensible a 16 Mbytes. Los elementos de control para la supervisión de los periféricos telefónicos están equipados con INTEL 80386 y RAM de 1 Mbyte. La prueba de equipo y la lógica de carga se almacenan en una PROM.

La gran reutilización de la lógica de la central estándar RDSI como base para realizar las nuevas funciones del MSC/VLR minimiza los riesgos de de-

sarrollo, de forma que sólo es necesario añadir un poco de lógica a un sistema ya existente y probado y, al tiempo, asegura la disponibilidad de un sistema de alta calidad.

Los detalles del equipo y de la lógica del MSC/VLR así como la correspondencia entre los componentes funcionales y los componentes físicos se describe en los siguientes apartados.

Componentes del MSC/VLR

Un cierto número de componentes funcionales y físicos ya están definidos y hechos corresponder entre sí. Los componentes funcionales incluyen:

- componentes funcionales de sistema estándar básicos
- componentes funcionales telefónicos estándar básicos
- nuevos componentes funcionales para radio móvil
- subsistema de servicios suplementarios
- subsistema de registro de posiciones de visitantes
- subsistema de la función de interfuncionamiento móvil.

Cada componente funcional está formado por varios módulos lógicos, conocidos como máquinas de mensajes finitos (FMM) ó máquinas de soporte al sistema (SSM).

Se han considerado tres tipos diferentes de componentes físicos (Figura 3). El primero está formado por los siguientes elementos terminales:

- elemento terminal de control (TCE)
- módulo de enlaces digitales (DTM) para la conexión de sistemas de transmisión MIC
- módulo de canal común (CCM) para el tratamiento de los niveles bajos de las conexiones CCITT No.7
- módulo de procesador y periféricos (CPM) para la comunicación hombre-máquina, los dispositivos de entrada/salida y la memoria de masas
- módulo de circuitos de servicio (SCM) para las funciones soporte

de sistemas de señalización multi-frecuencia y las funciones de los circuitos de conferencia

- módulo de reloj y tonos (CTM) para la generación del reloj y tonos
- módulo de interfuncionamiento móvil (MIM) para la función de interfuncionamiento (IWF) que se requiere en las conexiones de datos a la RTPC/RDSL.

El segundo tipo de componente físico es el elemento auxiliar de control (ACE), formado sólo por el elemento de control, que suministra potencia de tratamiento a las funciones de aplicación.

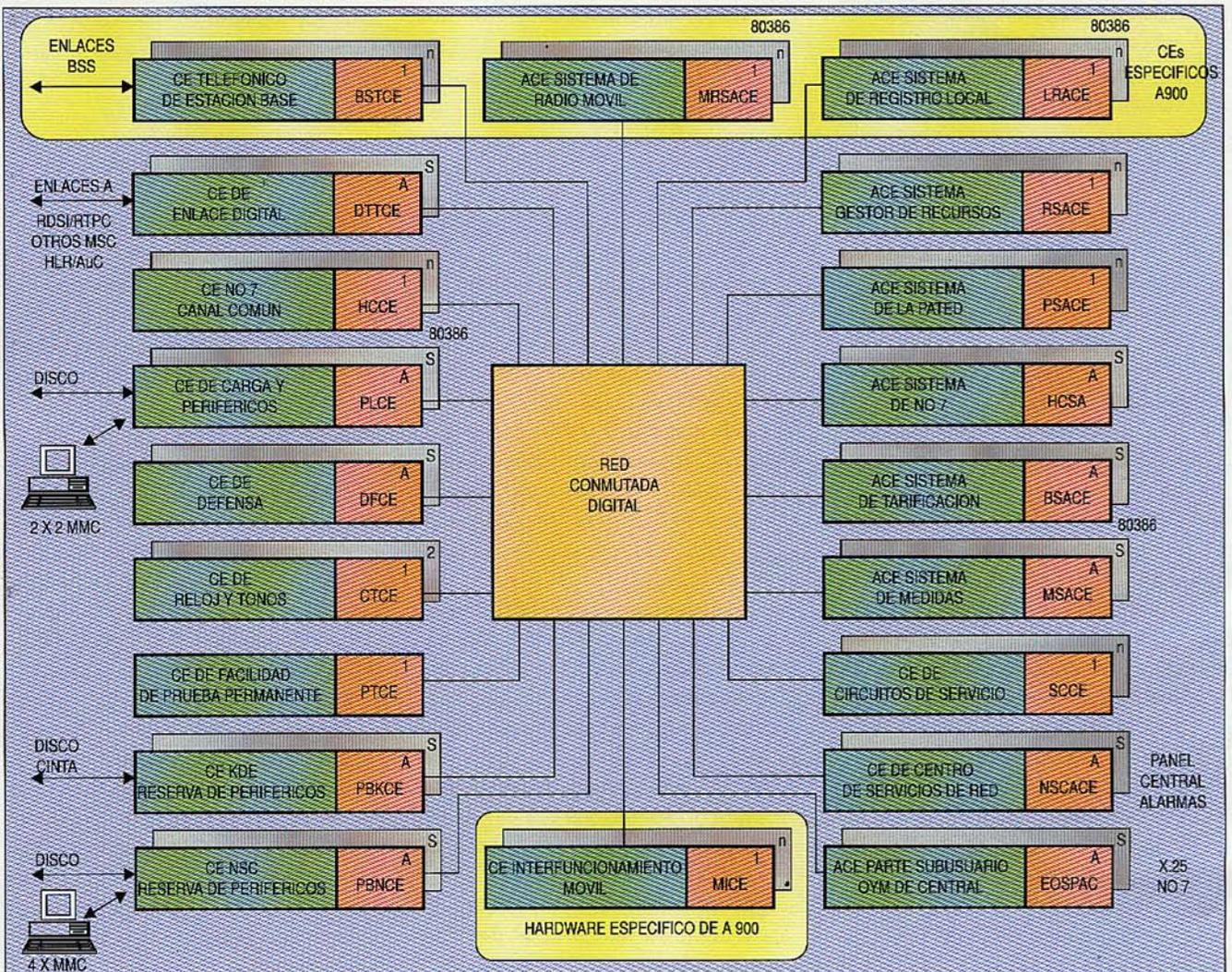
El tercer tipo de componente físico básico es la red de conmutación digital (DSN).

Correspondencia entre los componentes básicos del MSC/VLR Alcatel 1000 S12

La Figura 4 muestra los diferentes módulos funcionales del sistema que realizan las tareas de los componentes funcionales. De acuerdo con la arquitectura de control distribuido, las FMM y las SSM de los componentes funcionales básicos están distribuidas en varios módulos funcionales. Los módulos funcionales son:

- el elemento telefónico de control de la estación base (BSTCE) con lógica de control para BSSAP-DTAP, BSSMAP, manejo de dispositivos y búsqueda. Se ejecuta en un DTM.
- el elemento de control de enlaces digitales (DTTCE) con la lógica que suministra los interfaces con otras centrales (otros MSC y la red

Figura 4 - Configuración del A900 estándar del MSC/VLR de Alcatel 1000 S12



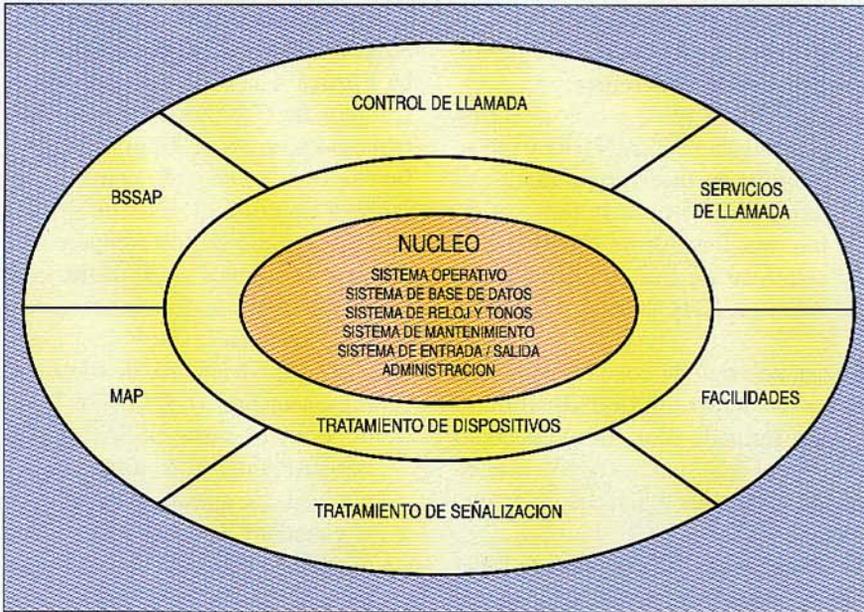


Figura 5 - Jerarquía de las funciones lógicas del MSC/VLR de Alcatel 1000 S12

fija) y la búsqueda de las llamadas terminales en los enlaces. Se ejecuta en un DTM.

- el elemento de control de canal común No.7 (HCCE) con la lógica de la parte de transferencia de mensaje CCITT No.7. Se ejecuta en un MSC.
- el ACE de sistema de radio móvil (MRSACE) que realiza la gestión de movilidad y de radio frecuencia (excepto la búsqueda) en el sistema celular. Se ejecuta en un ACE.
- el ACE de sistema del registro de posición (LRACE) que suministra las funciones del registro de posiciones de visitantes. Se ejecuta en un ACE.
- el ACE de sistema del gestor de recursos (RSACE) que suministra el gestor de recursos de enlaces, el gestor de recursos auxiliares (incluyendo los circuitos móviles de interfuncionamiento y los circuitos de servicio) y el gestor de canales para los enlaces del subsistema de radio. Se ejecuta en un ACE.
- el ACE de sistema de análisis de prefijo y definición de las tareas de los elementos ó PATED (PSACE) que realiza análisis de dígitos, tratamiento de llamada, definición de tareas y análisis de tarificación. Se ejecuta en un ACE.

- el ACE de sistema de CCITT No.7 (HCSA) que realiza la gestión del enlace y del enrutamiento CCITT No.7. También contiene los subusuarios de operación y mantenimiento (OYM). Se ejecuta en un ACE.
- el ACE del sistema de tarificación (BSACE) que realiza la tarificación, la división de beneficios y la tarificación detallada. Se ejecuta en un ACE.
- el ACE del sistema de medidas (MSACE) con la lógica de medidas. Se ejecuta en un ACE.
- el elemento de control de los circuitos de servicio (SCCE) que suministra funciones para la inserción del DTMF y el manejo de circuitos de conferencia. Se ejecuta en un SCM.
- el elemento de control del interfuncionamiento móvil (MICE) que suministra todas las funciones para el interfuncionamiento de los servicios de datos. Se ejecuta en un MIM.
- los elementos de control de procesador y periféricos (PLCE) y de defensa (DFCE) que utilizan el CPM y el de reloj y tonos (CTCE) que utiliza el CTM son funciones estándar en una central del Sistema 12.

- el elemento de control de la facilidad permanente de prueba (PTCE) que suministra el soporte de pruebas sobre el terreno.

Descripción del equipo

Como se mencionó anteriormente, el equipo del MSC/VLR Alcatel 1000 S12 se toma de la línea de fabricación del equipo estándar Alcatel 1000 S12.

La arquitectura funcional de equipo del MSC/VLR se caracteriza por su alto grado de modularidad y por su organización distribuida de los dispositivos de control.

Los elementos de control están descentralizados en las diferentes unidades terminales e interconectados a través de la red de conmutación digital, que constituye el sistema integrado de comunicaciones para todos los tipos de información intercambiada entre las unidades terminales.

Descripción de la lógica

La descripción de la lógica del MSC/VLR Alcatel 1000 S12 es en su mayor parte una descripción de la lógica del Alcatel 1000 S12, la lógica básica es la usada en las centrales RDSI Alcatel 1000 S12, y una descripción de las nuevas funciones específicas de la radio móvil. Las funciones específicas de la radio móvil son una nueva aplicación pero utilizan funciones estándar de la lógica básica.

La lógica de un MSC/VLR se basa en la lógica del Alcatel 1000 S12 como la que se usa en la operación de las centrales locales e interurbanas de aplicaciones RDSI. La lógica está diseñada para alcanzar una gran flexibilidad por su modularidad al usar el concepto de máquina virtual, con independencia entre los módulos lógicos por los interfaces normalizados.

Todo el conjunto de funciones lógicas está distribuido entre los elementos de control del sistema. La implantación de la lógica se basa en un sistema operativo distribuido y en un sistema de control de base de datos, en máquinas de mensajes finitos y en máquinas de soporte del sistema.

La estructuración avanzada de la lógica aplicada en el MSC/VLR Alcatel 1000 S12 ofrece ventajas orientadas a una fácil extensión funcional, a una alta fiabilidad del sistema y a una alta capacidad de control para cumplir totalmente los requisitos funcionales y de rendimiento. La **Figura 5** muestra la estructura básica de la lógica del Alcatel 1000 S12.

La lógica del MSC/VLR Alcatel 1000 S12 está diseñada para ser modular. El sistema se estructura en subsistemas orientados a tareas. Los subsistemas están formados por módulos de programas, también llamados máquinas de mensajes finitos (FMM), que manejan las funciones específicas de los subsistemas. Los interfaces entre los módulos se implantan mediante mensajes. La **Figura 6** muestra como se pasan los mensajes entre los elementos de control.

Lenguaje de programación

De acuerdo con las Recomendaciones Z.200 del CCITT los módulos orientados a la conmutación se codifican en CHILL. Sólo en las partes con funciones críticas de tiempo y en el núcleo del sistema operativo, es necesario utilizar el lenguaje ensamblador. El uso predominante del CHILL proporciona una fácil y total comprensión del código fuente.

Implantación del MSC/VLR Alcatel 1000 E10

La central Alcatel 1000 E10 se basa en bloques funcionales independientes: unidades de abonados, unidad de enlaces y auxiliares, redes de control y conexión, unidad de operación y mantenimiento. Estas unidades tienen interfaces internos estables y bien definidos, y pueden evolucionar por separado beneficiándose de las últimas evoluciones tecnológicas del equipo y de la lógica en sus respectivas áreas.

Las funciones específicas MSC y asociadas VLR de la aplicación de radio móvil GSM se suministran en la central E10 por un bloque funcional adicional,

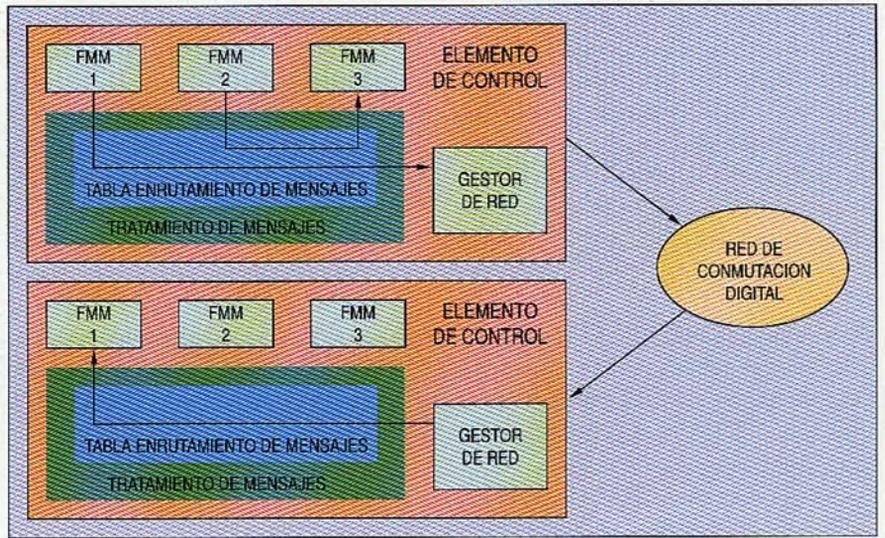


Figura 6 - Comunicación de mensajes MSC/VLR entre FMM

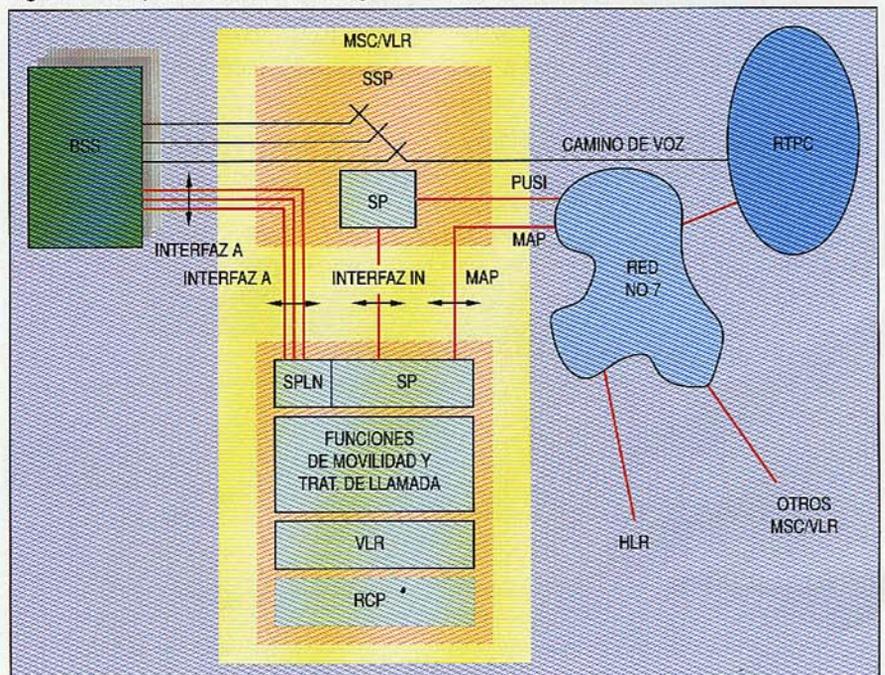
el punto de control de radio ó RCP. Este bloque maneja todas las funciones específicas de tratamiento de llamadas que necesitan los abonados GSM para originar y recibir llamadas, incluyendo la gestión de su movilidad.

El interfaz entre el RCP y los otros bloques funcionales del E10 es el protocolo estándar de red inteligente (IN) utilizado en la industria de telecomunicaciones para implantar nuevos comple-

jos servicios en servidores dedicados conectados a las centrales existentes.

El bloque funcional RCP está localizado en una máquina Alcatel 8300 independiente generalmente, pero no obligatoriamente, colocada junto a la central E10. El interfaz IN es independiente de los servicios y de la central, lo que hace posible suministrar las funciones GSM conectando el mismo servidor de RCP a las diferentes variantes

Figura 7 - Arquitectura de red inteligente del MSC Alcatel 900 E10



nacionales de la central E10, y posiblemente a otros tipos de centrales.

Un MSC E10 puede incluir varios servidores de RCP, lo cual satisface los requisitos de modularidad de los operadores y suministra la potencia de proceso que necesita la aplicación GSM en grandes redes.

Arquitectura del MSC/VLR E10

El SSP E10 se conecta, a través de enlaces digitales, a los otros MSC de la PLMN, a la RTPC y al BSS controlado por el MSC (Figura 7).

El servidor de RCP dialoga con los BSS por medio de los protocolos BSSMAP y DTAP del GSM. Se une a los BSS por medio de conexiones cerradas establecidas en el SSP E10. También se conecta al SSP E10 a través de enlaces No.7 que soporten el protocolo IN (Figura 8).

Funciones del SSP E10

El SSP E10 tiene dos funciones principales: el tratamiento de las interacciones con otros MSC de la PLMN y con la RTPC, y la gestión de los enlaces digitales uniendo el MSC a sus BSS. Todas las funciones del SSP E10 utilizadas en el MSC del GSM son las funciones estándar suministradas por el sistema E10, incluyendo el interfaz IN.

El interfaz con los otros MSC de la PLMN y con la RTPC da lugar a las

siguientes funciones:

- tratamiento de los protocolos de señalización
- tratamiento de las llamadas entrantes
- tratamiento de las llamadas salientes
- tratamiento de las operaciones de red inteligente pedidas por el RCP
- posibilidad de hacer bucle de un enlace saliente en un enlace entrante
- control de los supresores de eco
- conexión de los módulos de interfuncionamiento, basada en el mismo equipo MIM del MSC Alcatel 1000 S12.

La gestión de los enlaces digitales que unen el MSC a sus BSS da lugar las siguientes funciones:

- gestión de los intervalos de tiempo en los enlaces que unen el MSC al BSS
- gestión de las conexiones cerradas en la red de conmutación SSP E10
- manejo de las alarmas MIC.

Funciones del RCP

RCP tiene interfaces con BSS y MS para ejecutar las funciones de tratamiento de llamadas relacionadas con el lado de la MS de una llamada, con el SSP E10 para establecer llamadas con el RTPC y con los otros MSC de la PLMN, y para establecer la conexión física con el BSS y con los HLR, MSC y VLR de su PLMN y otras PLMN, como se requiere en los protocolos MAP del GSM.

Las funciones más importantes realizadas por el RCP son:

- punto de señalización CCITT No.7 en la red nacional para las aplicaciones MAP y punto de señalización No.7 en la red local para la aplicación BSS
- tratamiento de las funciones de gestión de radiofrecuencia y de movilidad (RF/MM) de la MS unida al BSS conectado al MSC: búsqueda, autenticación, disparo de cifrado, indicación de posición y handover
- diálogo con el HLR para las funciones de desplazamiento, autenticación y cifrado
- interfuncionamiento con el SSP E10: iniciación de las llamadas originadas y tratamiento de las llamadas terminales después de los procedimientos de localización / cifrado / autenticación, control de handover, control de los módulos MIM
- tratamiento de servicios suplementarios, como el de pasarela entre la MS y el HLR durante su activación ó durante las funciones normales de tratamiento de llamadas
- elaboración de los registros detallados de llamadas y de los contadores de medida de tráfico enviados al OMC-M
- gestión de la topología de la red local.

Implantación del RCP

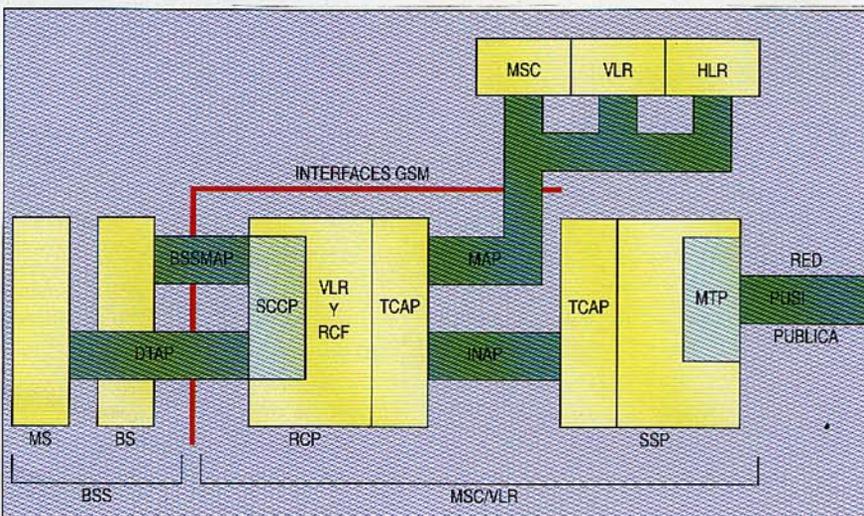
El RCP se implanta en el Alcatel 8300, que es una máquina estándar usada por las aplicaciones de redes inteligentes ofrecidas por Alcatel. Primero se dará una visión general del equipo y de la lógica de esta máquina, y a continuación se hará una descripción detallada del servidor RCP.

Arquitectura del equipo y de la lógica del Alcatel 8300

Arquitectura del equipo del Alcatel 8300

El Alcatel 8300 es una máquina multiproceso potente y compacta. Utiliza un bus de alta velocidad para conectar sus procesadores (placas que contie-

Figura 8 - Enlaces y protocolos de señalización del MSC Alcatel 900 E10



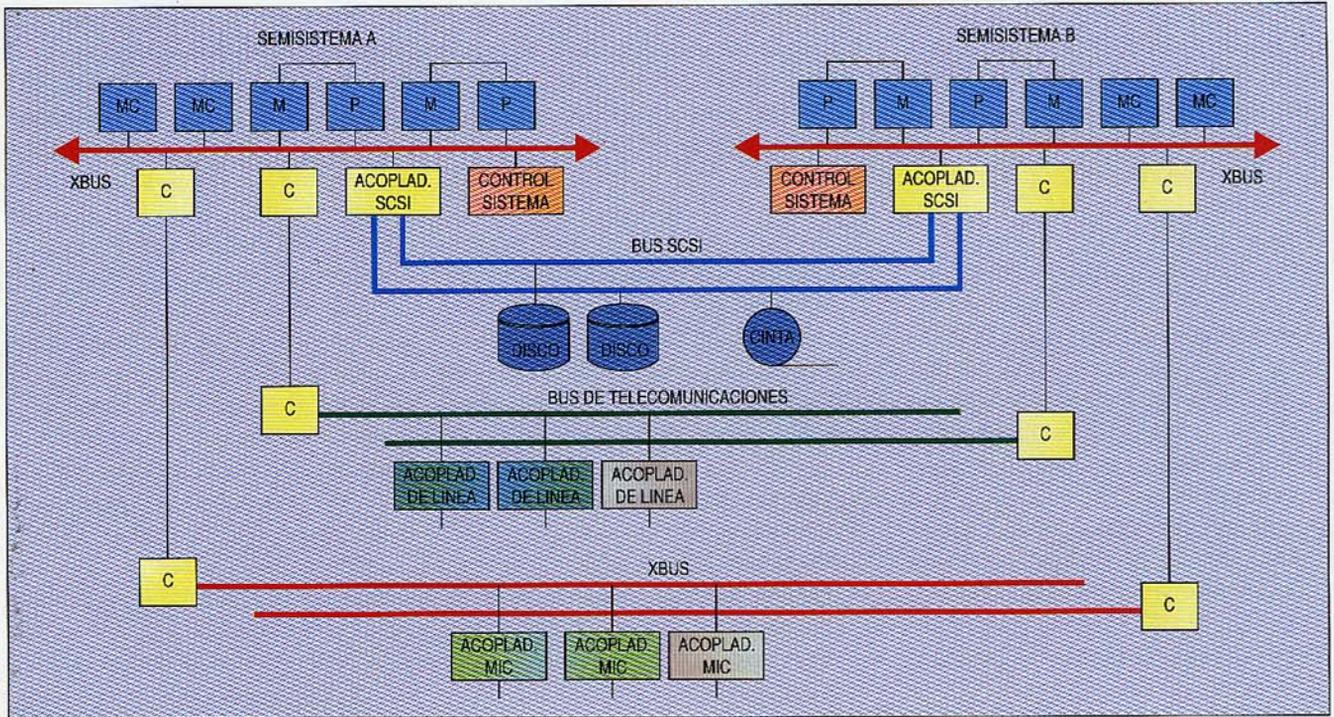


Figura 9 - Arquitectura de equipo del Alcatel 8300

nen el CPU 68030 y 16 Mbytes de memoria) y una memoria primaria de gran capacidad (formada por placas de memoria de 16 Mbytes). La memoria secundaria está compuesta por discos de gran capacidad, cintas continuas y cintas. Existen interfaces de telecomunicaciones con acopladores especializados para todos los protocolos estándar del CCITT, siendo los más importantes el V.24 y el X.29 para la conexión de terminales hombre-máquina y el X.25 y el No.7 para comunicaciones máquina-máquina.

El Alcatel 8300 es capaz de suministrar los requisitos estándar de disponibilidad del mundo de las telecomunicaciones usando módulos de control (procesadores y memoria) y discos duplicados (Figura 9).

Arquitectura de la lógica del Alcatel 8300

El sistema operativo básico del Alcatel 8300 suministra la gestión eficaz de tareas y los mecanismos de sincronización necesarios en las aplicaciones de tiempo real. También incluye un sistema de gestión de ficheros que permite a las diferentes aplicaciones acce-

der fácilmente y compartir el almacenamiento secundario.

Por encima de este *kernel* existen varios mecanismos, que son accesibles desde las diferentes aplicaciones soportadas por la máquina Alcatel 8300 ó por el operador que está a cargo del sistema:

- gestión del sistema para manejar los diferentes equipos y la lógica de una máquina Alcatel 8300
- tratamiento de alarmas internas (generadas por la lógica) y externas (detección de eventos físicos) y de la señalización de las condiciones de alarma al operador ó a los dispositivos externos
- gestión del terminal hombre-máquina utilizado por todas las aplicaciones para dialogar en ambas direcciones con los terminales de operador; este mecanismo también permite la entrada de órdenes desde un terminal conectado a una máquina remota Alcatel 8300 y su ejecución en la aplicación de la máquina Alcatel 8300
- supervisión de la lógica para detectar el funcionamiento incorrecto de los componentes lógicos ejecuta-

dos en la máquina Alcatel 8300 y para tomar las acciones de defensa necesarias

- protocolos de pila OSI, incluyendo FTAM, ROSE, ACSE y CMISE
- protocolos No.7, incluyendo MTP, SCCP y TCAP
- como opción a emplear en el OMC, la lógica del Alcatel 8300 incluye el sistema operativo Unix* y el gestor de base de datos Oracle**.

También se han desarrollado dos servicios para las aplicaciones de redes inteligentes soportadas por la máquina Alcatel 8300 y que se utilizan con gran frecuencia en las aplicaciones GSM:

- un sistema de gestión de base de datos en tiempo real (RTDMS) que suministra un fácil y eficaz acceso relacional a la base de datos, mecanismos para mantener la copia maestra de la base de datos en la memoria RAM con copias de respaldo inmediatas ó periódicas en la memoria secundaria, primitivas de transacción y recuperación para asegurar la consistencia de los datos cuando se modifican varias relaciones, la actualización de la

cadena de reserva y la transparencia con la lógica de las aplicaciones — un intérprete lógico de servicio (SLI) que ejecuta servicios de tratamiento de llamadas directamente escritos en el lenguaje gráfico LED, recomendado por el CCITT

Los complejos requisitos específicos del GSM MSC pueden tenerse en cuenta durante el diseño inicial del SLI:

- el concepto de actividad une las llamadas simultáneas y las transacciones en las cuales pueda estar involucrado en cualquier momento un abonado móvil
- por cada llamada ó transacción, el SLI gestiona los diferentes diálogos y protocolos con las otras entidades de la red: DTAP basada en el SCCP con el abonado móvil, BSSMAP también basada en el SCCP con el BSS, MAP basada en el TCAP con los HLR y los otros MSC/VLR, INAP basada en el TCAP con el SSP E10
- el SLI gestiona los registros de llamadas y los devuelve a la cadena de reserva
- mantenimiento de los datos de tarificación enviados por el MSC al OMC-NSS, pedidos por la lógica de aplicación de tratamiento de llamadas, en el SLI hasta que son efectivamente escritos en el disco por la función de transferencia
- el SLI contiene mecanismos optimizados de transferencia de mensajes entre diferentes diálogos para satisfacer las limitaciones de tiempo en el handover.

Una aplicación Alcatel 8300 se divide en paquetes de lógica de aplicación (ASP) que constituyen las entidades de carga y ejecución conocidas por el sistema operativo. Cada ASP está formado por módulos lógicos escritos en CHILL, el lenguaje de alto nivel recomendado por el CCITT.

Los ASP dialogan mediante el protocolo estándar de sesión X.225, el cual suministra mecanismos seguros y un eficiente control de flujo; también da la posibilidad de representar remotamente un ASP en una máquina diferente, sin tener que cambiar su implan-

tación; además aplicaciones ejecutadas en otras máquinas, como estaciones de trabajo, pueden comunicarse con aplicaciones de una máquina Alcatel 8300 utilizando este protocolo estándar.

Arquitectura de la lógica del RCP

La lógica del RCP está formada por dos paquetes de lógica de aplicación. Un ASP contiene todas las funciones de tiempo real de tratamiento de llamadas y controla la base de datos del RCP:

- registro de posición
- llamada originada
- traslación
- llamada de emergencia
- llamada terminal
- búsqueda
- gestión de los recursos de radio
- seguridad
- manejo y ejecución de los servicios suplementarios
- tarificación
- bloqueo de circuitos
- handover.

El otro ASP contiene la lógica de las órdenes hombre-máquina y el tratamiento del conjunto de contadores de medidas de tráfico por las funciones de tratamiento de llamadas, antes de su envío al OMC-M.

HLR/AuC

Principios generales

Las redes móviles GSM necesitan funciones centralizadas para permitir la movilidad del abonado y para proteger la clave secreta de autenticación de cada abonado. Estas funciones se realizan en la entidad HLR/AuC.

Un abonado móvil es capaz de desplazarse del área de una central a otra. Para suministrar al abonado visitante el adecuado servicio de tratamiento de llamadas, la central local debe recoger los datos apropiados del abonado visitante de la propia base de datos de registro de posiciones, en la cual el abonado móvil está registrado de una forma permanente. El HLR es básicamente una base de datos centralizada que contiene

los datos permanentes asociados a un determinado grupo de abonados, así como sus identificaciones RDSI y GSM, los servicios de portadora y suplementarios a los cuales están suscritos y sus indicadores de posición. Estos datos se transfieren al VLR visitado siguiendo los movimientos del abonado a través de la red móvil.

La posición del abonado se almacena en el HLR y se utiliza para enrutar llamadas hacia la MS de un abonado que se desplaza. Para realizar la función de enrutamiento de llamadas, centrales dedicadas en la PLMN, llamadas MSC de cabecera, interrogan al HLR que gestiona a un determinado abonado, y en el caso de que haya una llamada para él enruta la llamada al MSC que controla los BSS que cubren el área en donde está localizada la MS cuando es llamada.

Dos importantes principios avanzados del GSM son la asignación de una clave secreta para cada abonado, que evita la duplicación de tarjetas SIM y que se tarifiquen llamadas fraudulentamente al abonado, y el cifrado del camino de radio que protege la privacidad de las llamadas y resuelve importantes temas legales. La protección de las claves secretas se asegura concentrándolas en una base de datos centralizada y protegida llamada centro de autenticación (AuC). El AuC no sólo almacena las claves secretas sino que también calcula la información necesaria en las otras entidades de la red para autenticar y cifrar cada llamada móvil.

En el sistema Alcatel 900, el HLR y el AuC están situados en una única máquina Alcatel 8300. Como el HLR y el AuC dialogan con el protocolo estándar X.225, el AuC podría localizarse en un máquina remota.

Los siguientes apartados describen la funcionalidad del HLR y del AuC.

Verificación de la seguridad

Hay varios algoritmos que se utilizan en la seguridad de los datos de acceso al sistema, cuya descripción se puede encontrar en el artículo de este número ¿Que son el GSM y el DCS?.

Gestión de las claves de abonado

El AuC Alcatel 900 suministra importantes facilidades para obtener la mejor protección de las claves de abonado:

- Cuando se utilizan órdenes hombre-máquina para introducir la clave del abonado durante la creación del mismo, la clave se encripta mediante el algoritmo A4 y el uso de la clave K4.
- Las claves de los abonados se almacenan encriptadas en el disco, mediante el algoritmo A2 y el uso de la clave K2.
- Opcionalmente, el AuC puede conectarse al OSS gestionando las claves de los abonados con protocolos de alto nivel bien protegidos basados en algoritmos RSA y DES.

Registro de posición

El HLR actualiza su base de datos con la nueva posición de la MS, suministra los datos del abonado al nuevo VLR e indica al VLR anterior que la MS ya no se encuentra en su área.

El HLR rechaza una actualización de posición si los derechos de suscripción de la MS no incluyen el nuevo VLR.

Terminación de la llamada

El HLR siempre conoce en que VLR está posicionado una MS en cualquier momento. Una llamada desde la RTPC se enruta al MSC de cabecera más próximo de la PLMN al cual pertenece el abonado móvil llamado.

Restauración de los datos HLR

En el caso de pérdida de la posición de la MS, lo cual es muy poco frecuente en el Alcatel 8300 ya que los datos se actualizan permanentemente en la cadena de reserva, el GSM tiene definido un mecanismo para recuperar los datos desde el VLR.

Gestión de los datos de abonado

Los datos de abonado incluyen los servicios básicos y los suplementarios.

Existen órdenes hombre-máquina para crear, borrar, modificar y presentar los datos de abonado en el HLR y en el AuC. El HLR también maneja la petición desde la MS para presentar ó modificar sus servicios suplementarios.

Medidas de tráfico

El HLR/AuC actualiza los diferentes contadores cuando procesa operaciones de la MAP. Estos contadores se envían periódicamente al OMC-M para su proceso y presentación. Dan al operador los datos necesarios del el tráfico en su red y de la movilidad de sus abonados.

Implantación del HLR/AuC

El HLR/AuC se implanta en una máquina Alcatel 8300 y se beneficia de todas las funciones ya descritas para el RCP. Incluye cuatro paquetes de lógica de aplicación independientes:

- el HLT, que incluye el tratamiento de las operaciones de la MAP recibidas por el HLR y controla la base de datos que contiene la posición y características de los abonados
- el HLM, que está a cargo del tratamiento de la gestión de las órdenes hombre-máquina de tratamiento de abonados
- el ACT, que calcula los tríos de seguridad y controla la base de datos que contiene las claves de los abonados
- el ACM, que está a cargo del proceso de las órdenes hombre-máquina de tratamiento de las claves de los abonados.

La conexión opcional del AuC al OSS se implanta en una estación de trabajo SUN.

Registro de identidad de equipo

Las especificaciones GSM suministran dos funciones diseñadas para disuadir el robo de terminales y para proteger a las redes contra el uso no autorizado de terminales no certificados.

Cada terminal GSM tiene una única identidad, la identidad internacional del equipo móvil (IMEI). En cada llamada ó actualización de posición, la red verifica que la IMEI no pertenece a un móvil robado y que su tipo ha sido certificado. Si la respuesta es negativa, la llamada se rechaza.

Para realizar esta verificación, las identidades de los terminales robados y las listas de los terminales que han sido certificados ó que están prohibidos se almacenan en una base de datos, el registro de identidad de equipo (EIR). A esta base de datos acceden los MSC para verificar la validez de la IMEI involucrada en una nueva llamada.

La única función de tiempo real si está el EIR, bajo petición de un VLR a través de la MAP, es devolver la información relativa al "color" de una IMEI dada. Los colores son blanco para una MS autorizada, gris para una MS en observación por el operador y negro para una MS prohibida. Un MS negra ó no reconocida es liberada por el VLR. El color de la IMEI es el de la lista en la cual está incluida. Si una IMEI determinada está incluida en varias listas, el color se da de acuerdo a la siguiente prioridad decreciente: negro, gris y blanco.

Los datos de la IMEI se gestionan por el EIR para las listas negra, gris y blanca. Se suministran cuatro interfaces hombre-máquina para gestionar estas listas: creación, borrado, visualización y modificación. En el futuro la gestión de estas listas se hará desde una posición central mediante protocolos máquina-máquina de alto nivel. Los contadores de medidas de tráfico suministran el número de entradas en cada lista y el número de respuestas de IMEI para cada lista.

El EIR se basa en el Alcatel 8300, por lo que es capaz de utilizar los protocolos y mecanismos GSM estándar desarrollados para los HLR y MSC del Alcatel E10. La gran capacidad de memoria y la potencia de CPU del Alcatel 8300 permite que el EIR se centralice en una ó en un número limitado de máquinas. Esto es especialmente beneficioso para acomodar las limitaciones de la gestión de las listas de

IMEI, ya sea hecha localmente ó desde posiciones centrales.

En redes pequeñas el EIR se puede implantar en la misma máquina que ya soporta al HLR/Auc.

Estrategia de integración de red

La red GSM es una combinación de diferentes elementos complejos del sistema con tecnología de equipo y lógica al estado del arte que requiere una integración de la red y del sistema intensiva y bien planificada.

Junto al desarrollo de los elementos del sistema, la provisión y desarrollo del equipo de prueba tiene el mismo nivel de importancia.

La integración de la red Alcatel 900 se organizó y realizó en varios pasos, cada uno a su vez dividido en varias fases:

- integración de los elementos del sistema
- integración de la red.

Los apartados siguientes describen con más detalle la estrategia de integración de la red y el entorno de prueba.

Integración de los elementos del sistema

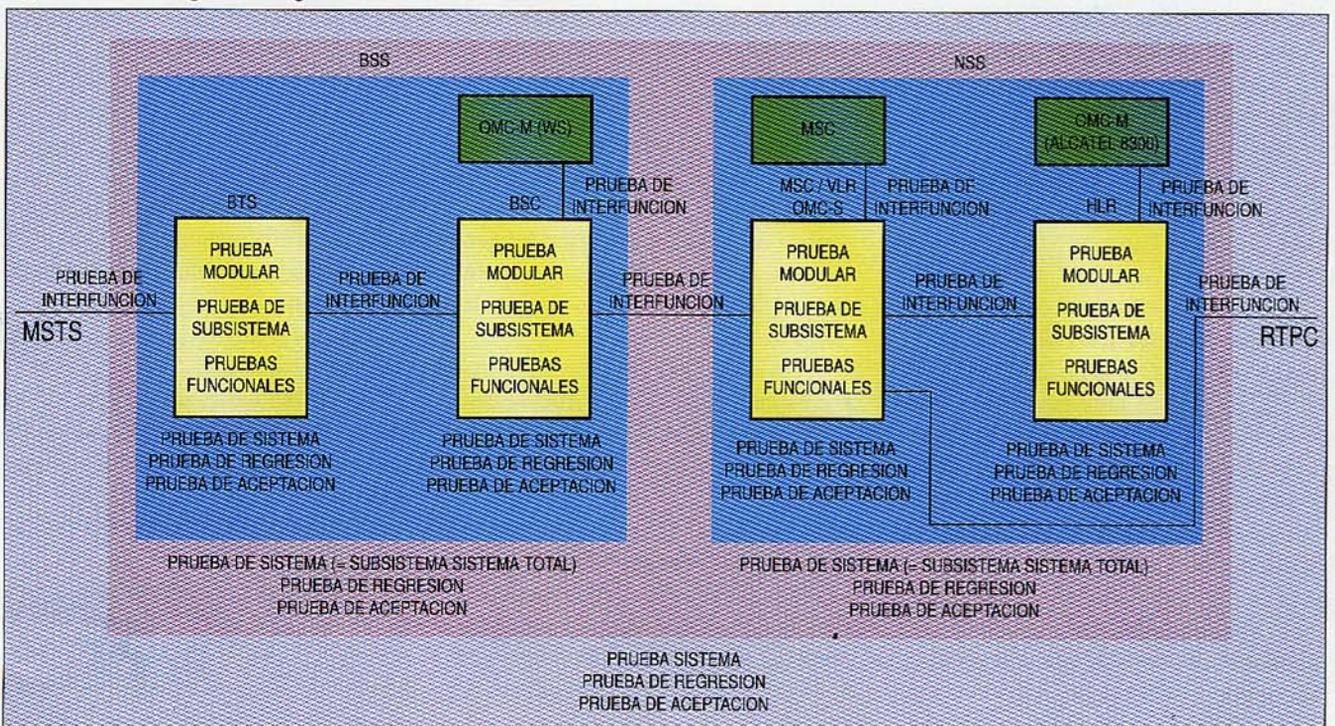
Cada elemento del Alcatel 900 se integró en su centro de integración. La integración del MSC/VLR se hizo en las tres fases siguientes (Figura 10):

- *Fase de pruebas del subsistema* - en esta fase se depuran los subsistemas lógicos y se garantiza su funcionalidad interna. La lógica del MSC/VLR del Alcatel 900 hace una gran reutilización de la lógica de conmutación de Alcatel y por tanto de sus herramientas de prueba.
- *Fase de pruebas funcionales* - durante esta fase, e igualmente en las siguientes actividades de prueba, se hace un uso masivo de simuladores, escenarios automáticos de pruebas, también llamados casos de prueba, y una apropiada cadena de herramientas para la gestión de la generación y de la configuración (sistema de generación de casos de prueba - TSG). Como se muestra en la Figura 11, los interfaces externos del MSC/VLR están dirigidos y controlados por el simulador de protocolo

los HP73000 (ó herramienta interna OTT) ó por el USCD Alcatel ejecutando una amplia variedad de escenarios de prueba. La intención es garantizar la funcionalidad adecuada de cada facilidad en sus diferentes ramas y la conformidad de implantación del protocolo GSM.

- *Prueba del sistema* - el interfuncionamiento entre las diferentes facilidades se verifica durante la fase de prueba del sistema simulando las condiciones reales. La carga y la estabilidad a largo plazo se verifican utilizando simuladores HP (ú OTT) y Alcatel en modo repetitivo automático. Normalmente, el sistema se debería ver a través de los ojos de operadores y clientes. Para los HLR, BTS, BSC y OMC se realizaron actividades similares de prueba con medios de prueba adecuados tales como simuladores del interfaz aire ó el simulador de protocolo de radio de Telekec. Finalmente cada componente de red tendría probada su funcionalidad y estabilidad independientemente.

Figura 10 - Estrategia de integración total del Alcatel 900



mendaciones GSM y con una amplia gama de útiles funciones de soporte de pruebas, como la facilidad de llamadas repetitivas y el control de los parámetros de radio.

Durante la fase de pruebas del BSS/NSS se comprueban todos los escenarios significativos de prueba referentes a la red, así como las pruebas de operador y las facilidades de mantenimiento de la red.

Los escenarios de prueba telefónicos especificados se controlan por MST (ó terminales de abonado móvil) y por equipo telefónico normal conectado a una central Alcatel 1000, los elementos de prueba de operación y mantenimiento usan principalmente el interfaz hombre-máquina de la parte de red del OMC donde se suministran terminales PC ó estaciones de trabajo con técnicas de menús y ventanas, ó incluso pantallas gráficas.

Conclusiones

El diseño del NSS del Alcatel 900 cumple totalmente con las recomendaciones GSM de radio celular móvil. La amplia reutilización del equipo y de la lógica de las suficientemente bien probadas centrales Alcatel 1000 S12 y Alcatel 1000 E10 y el uso del procesador de comunicaciones Alcatel 8300 ha permitido el desarrollo de un complejo sistema con un mínimo tiempo de desarrollo y de esfuerzo de ingeniería.

Una gran contribución del éxito del NSS Alcatel 900 reside en la estrategia paso a paso de integración y en los muy potentes simuladores funcionales y de carga ya disponibles. En sistemas complejos como la conmutación móvil, el esfuerzo empleado en la planificación de toda la estrategia de integración, en paralelo con un desarrollo y un pedido suficientemente temprano del simulador (comprado ó, si no es posible, hecho) ha demostrado ser muy efectivo - y quizás el único camino - en el desarrollo de sistemas tan complejos con una gran calidad y un mínimo tiempo de desarrollo.

Otras pruebas han demostrado que se necesita, tras la entrega al cliente,

una prueba real de campo durante algunos meses por parte del cliente antes de su implantación nacional. Esta prueba de campo es beneficiosa tanto para el sistema móvil como para el entorno de conexión.

Referencias

1. Ryan, P.: Pan European Cellular Radio Network, Revue FITCE, No.1, 1988
2. Boehm, M.: Chances and Risks for the Pan European Cellular Mobile Radio Telephone, Revue FITCE, No.1, 1988
3. Ballard, M.; Issenmann, E.; Moya-Sánchez, M.: Intelligent Network, Application to Mobile Radio Systems, Proceedings ISS'90, Estocolmo, 1990
4. Wizgall, M.: ECR900, The Pan European Digital Mobile Communication System; International Telecom Symposium (ITS) '88, Taipei, Taiwan, 1988
5. Weiß, W.: System 900 - A digital cellular mobile radio system, ITS '90, Taipei, Taiwan, 1990
6. Alt, W.: Alcatel 900 - Implementation and Network Integration of a GSM Mobile Radio Communication System, Taipei, Taiwan, 1992

M. Feldmann nació en 1945 en Markdorf, Alemania. Estudió Ingeniería de Comunicaciones en la Universidad de Stuttgart, obteniendo el título de Ingeniero Diplomado en 1968. El mismo año, ingresó en la División Telefónica de Standard Elektrik Lorenz donde participó en el desarrollo del equipo de la versión telex 10C del sistema de conmutación METACONTA y en el desarrollo de la lógica del sistema de conmutación electrónico EWS. En 1973 dirige un departamento de desarrollo para aplicaciones de procesador en sistemas de conmutación y es responsable de los paquetes de lógica del EWS y del sistema de conmutación electrónico de datos EDS. Durante este período representó a SEL en el grupo de estudio del CCITT relacionado con la lógica. En 1980 fue nombrado jefe principal

de departamento responsable del desarrollo de la lógica de centralitas y de sistemas de comunicaciones de datos. Hoy, el Sr. Feldmann está a cargo del desarrollo del subsistema de la red de conmutación móvil, del desarrollo de redes inteligentes y grandes centralitas. Además, actúa como Alcatel Product Cluster Chief Engineer para comunicaciones móviles (S12).

J.P. Rissen nació en 1947 en Dunkirk, Francia. Obtuvo su diploma de ingeniero en 1969 en la Ecole Nationale des Ponts et Chaussées en París. Su primer trabajo fue en una compañía francesa de ordenadores, donde estuvo siete años trabajando en lenguajes avanzados de programación, en compiladores y en sistemas operativos. En 1976 entró en Alcatel, estando cinco años como jefe de proyecto para el desarrollo de una nueva gama de centralitas basadas en microordenadores y con arquitectura distribuida. Desde 1981 hasta 1987 estuvo a cargo del departamento de desarrollo en EE.UU. del proyecto E10-FIVE, versión norteamericana del E10. Después, dentro de Alcatel CIT, dirigió el departamento responsable de la versión central local de pequeña capacidad del Sistema 12. Desde 1988 hasta 1992 trabajó en el sistema GSM Alcatel 900, en concreto en el subsistema de red basado en E10 y su integración con el BSS. Desde principios de 1993 el Sr. Rissen está en el departamento de sistemas celulares en el centro de comunicaciones móviles, donde es coordinador PSS, experto del sistema y coordinador de herramientas.

Sistema de estaciones base GSM

J. Varin
M. Bezler

R. Hofmans, K. Van den bossche

Alcatel Radiotéléphone, Colombes, Francia
Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania
Alcatel Bell Telephone, Amberes, Bélgica

Introducción

Alcatel ha estado involucrada en el sistema paneuropeo GSM desde sus comienzos en septiembre de 1987, cuando diecisiete países europeos optaron por un sistema de radiocomunicaciones con terminales móviles, basado en la transmisión digital de la información de señalización y de voz.

Debido a su dominio de las telecomunicaciones, Alcatel estaba en posición de aceptar el desafío de este programa europeo clave. Alcatel está involucrada en todos los aspectos del sistema GSM, desde los terminales móviles y portátiles hasta la gama completa de equipos de subsistemas de red.

Alcatel 900, que es el nombre que Alcatel ha dado a sus redes GSM, tiene dos subsistemas: el subsistema de red y el subsistema de estaciones base. El subsistema de red proporciona una conexión automática a las redes fijas vía una central Alcatel: el centro de conmutación móvil (MSC). Este artículo se centra en el subsistema de estaciones base que Alcatel ofrece como parte de su sistema celular digital paneuropeo global.

Arquitectura del subsistema de estaciones base de la red Alcatel 900

El subsistema de estaciones base (BSS) contiene todo el equipamiento, incluyendo la transmisión y el control, que se necesita para asegurar la conectividad con abonados móviles que se distribuyen y mueven en las diversas celdas que com-

prenden su área de cobertura. La arquitectura del subsistema de estaciones base se muestra en la **Figura 1**; incluye cuatro tipos de equipos:

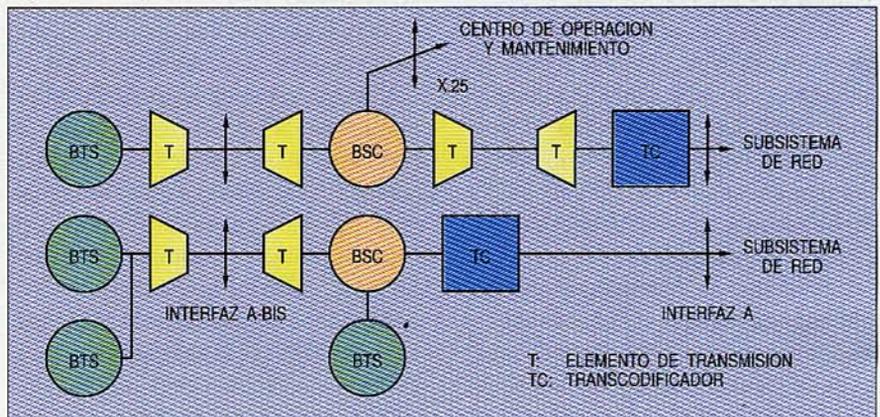
- la estación base (BTS o estación base transceptora), que incluye los recursos radio y de señalización que se necesitan para manejar el tráfico dentro de una cierta celda
- el controlador de estaciones base (BSC), que controla todas las BTS y sus recursos radio asociados necesarios para cubrir el área del BSS
- los transcodificadores de voz (TC), generalmente situados en el emplazamiento del centro de conmutación móvil. Convierten el formato de codificación de voz del GSM (13 kbit/s) en el de MIC (64 kbit/s)
- los elementos de transmisión (T), que se pueden instalar en el interfaz entre la BTS y el BSC (interfaz A-bis) o/y en el interfaz entre el BSC y los transcodificadores remotos (interfaz A).

Equipos del BSS

La estación base (BTS) está a cargo de nivel físico (nivel 1) del interfaz aire, así como del protocolo de nivel 2 para el enlace de datos con terminales móviles (LAPDm). La organización de tramas radio que el GSM ha escogido se basa en el acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA), lo que hace que un transceptor radio pueda servir simultáneamente a ocho canales de tráfico de velocidad máxima.

Para soportar diferentes arquitecturas de red se pueden conectar una o varias estaciones base a un controlador de estaciones base. El BSC gestiona los recursos radio que pertenecen a las BTS que controla. También supervisa las principales funciones de operación y mantenimiento de estas BTS. El BSC gestiona de forma autónoma los handover interceldas de terminales móviles que se mueven de una celda a otra cuando ambas están conectadas con él. Los transcodificadores de voz (TC), que se usan para adaptar el formato de codificación de baja velocidad del

Figura 1 - Arquitectura del subsistema de estaciones base de la red Alcatel 900



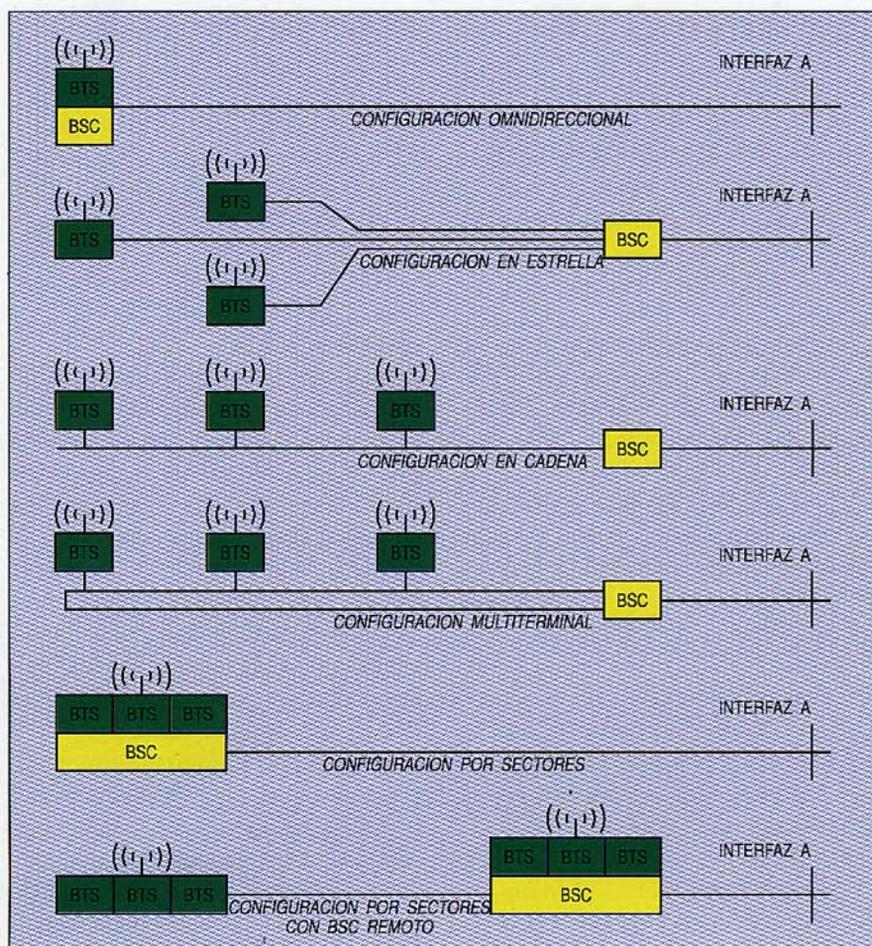


Figura 2 - Configuraciones típicas de la red Alcatel 900

GSM (13 kbit/s) utilizado en el canal radio al que se usa en la red fija (64 kbit/s), se instalan entre el BSC y el subsistema de red. Para obtener la máxima ventaja de la codificación de voz del GSM, los transcodificadores se instalan generalmente en los centros de conmutación. Si es necesario también se pueden instalar en los emplazamientos de los BSC.

Para proporcionar la codificación de 13 kbit/s, la red Alcatel 900 utiliza la técnica de submultiplexación en los interfaces terrestres (interfaz A-bis entre la BTS y el BSC e interfaz A entre el BSC y el MSC). Esta es la función principal del equipo de transmisión (T).

El equipo de transmisión proporciona también la conexión física del BSS a los enlaces de 2 Mbit/s. La función de submultiplexación (es decir, la agrupación de cuatro canales de

voz de 13 kbit/s en un único intervalo de tiempo de 64 kbit/s de las líneas de 2 Mbit/s) reduce drásticamente los costes de las líneas de transmisión. Los equipos de transmisión y submultiplexación son transparentes para los protocolos aplicables y por tanto pueden omitirse cuando el BSC y la BTS se instalan en el mismo lugar.

El objetivo de tener una cobertura paneuropea requiere flexibilidad para lograr la adaptación a una amplia gama de configuraciones de red, desde áreas rurales, de baja densidad, a áreas urbanas, de alta densidad. Alcatel ha desarrollado una línea completa de equipos de transmisión, fácilmente adaptables a todas las configuraciones posibles. Esto incluye configuraciones rurales omnidireccionales donde el BSC y la BTS están en el mismo emplaza-

miento, configuraciones rurales en estrella en las que varias BTS están en cadena o en bucle y son controladas por un único BSC remoto, y configuraciones urbanas por sectores en las que tres BTS comparten el mismo emplazamiento y son controladas por un BSC remoto o local. Estas configuraciones pueden verse en la Figura 2. Además, para reducir costes de operación de las líneas de transmisión, las BTS situadas en el mismo emplazamiento pueden compartir las mismas líneas de 2 Mbit/s, incluyendo el enlace al BSC redundante.

Interfaces y protocolos del subsistema de estaciones base

Los interfaces entre los equipos que constituyen el BSS de la red Alcatel 900 se ajustan a las recomendaciones del grupo de GSM del ETSI (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones). Los interfaces normalizados permiten a los operadores construir su red haciendo uso de productos de varios suministradores de infraestructura GSM. En particular están los interfaces Aire ó Um entre la BS y los terminales móviles, el interfaz A-bis entre el BSC y la BTS, y el interfaz A entre el BSC y el subsistema de red. La arquitectura de los protocolos correspondientes se muestra en la Figura 3.

El nivel físico del interfaz Um utiliza la estructura de tramas TDMA definida por el GSM, mientras que el nivel de enlace de datos se basa en el protocolo LAPDm, que ha sido obtenido a partir del LAPD. Por encima del nivel LAPDm, el nivel 3 se divide en tres subniveles. El subnivel RR, para el protocolo entre la estación móvil y el subsistema de estaciones base, controla la conexión radio. El subnivel MM, gestión de la movilidad, para el protocolo entre la estación móvil y el subsistema de red, gestiona la movilidad del abonado en la red, en particular gracias a procedimientos que permiten que el móvil se localice cada vez que pase de un área de cobertura a

otra. Otros tres subniveles, llamados control de llamada (CC), servicio de mensajes cortos (SMS) y servicios suplementarios (SS), manejan los procedimientos necesarios para proporcionar servicios como llamadas entrantes y salientes, servicio de mensajes cortos y servicios suplementarios.

En el interfaz A-bis, el nivel físico se define por el uso de enlaces de 2 Mbit/s, mientras que en el nivel 2 se usa un protocolo LAPD. El interfaz A entre el BSC y el subsistema de red usa los niveles del protocolo nº 7 del CCITT.

Por encima del nivel de transporte, el nivel de aplicación del BSS (BSSAP) controla los procedimientos de transferencia entre el subsistema de red y el subsistema de estaciones base.

El controlador de estaciones base

Los requisitos más exigentes para el BSC, de acuerdo con las recomendaciones del GSM, son: flexibilidad de configuración a nivel hardware, software y de red, y proceso continuo de medidas. El concepto de BSC que resulta de estos requisitos puede considerarse como un controlador de comunicaciones multiprocesador con las siguientes características de sistema:

- Una arquitectura hardware/software distribuida garantiza que el sistema puede configurarse de acuerdo con distintos requisitos relacionados con la capacidad, el exceso y la escasez de abonados, mientras se reducen al mínimo los gastos de componentes.
- Al utilizar únicamente componentes VLSI dedicados se puede reducir al mínimo el número de tipos de placas, lo que resulta en una reducción de los costes de compra y mantenimiento, y en una estrategia inmediata de extensión del sistema.
- Una metodología de diseño software, basada en el concepto de máquina de mensajes finita (FMM) y en herramientas CASE

que soportan SDL, lenguajes de alto nivel y gestión rígida, garantiza que las mejoras futuras y el mantenimiento del software sean sencillos. El software lleva incorporados sus procedimientos de prueba; el funcionamiento de sus módulos es fácilmente ajustable, y el mantenimiento del software está totalmente contemplado en el proceso de producción.

El BSC tiene interfaces directas con los componentes del BSS, con el MSC y con el centro de operación y mantenimiento (OMC). El interfaz hacia el MSC es el interfaz A, y el interfaz hacia la BTS se llama interfaz A-bis. El protocolo de señalización que se usa en el interfaz A es la señalización nº7 por canales comunes (CCS7) con SCCP.

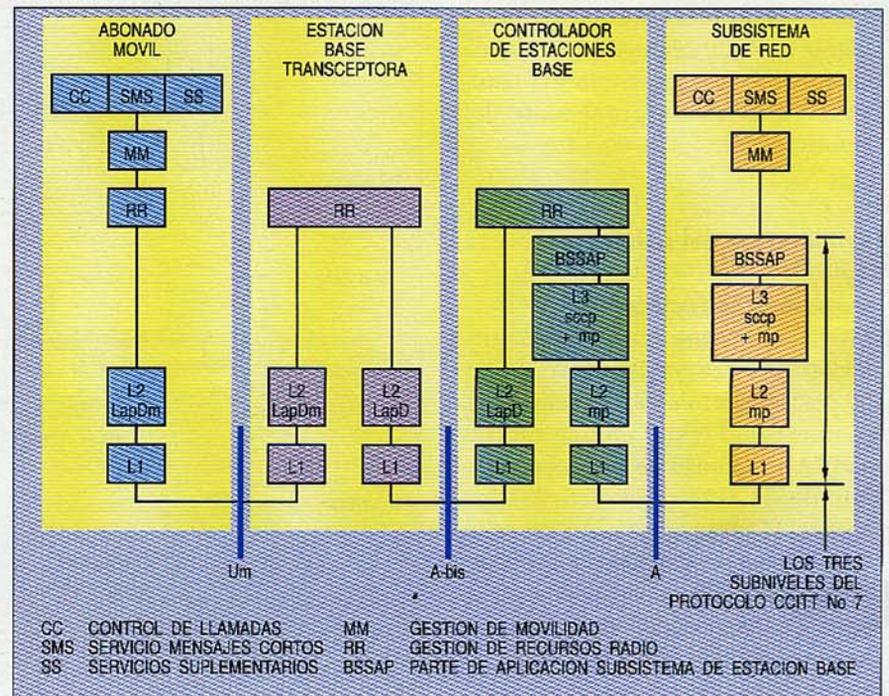
Las funciones principales de GSM en el BSC son las siguientes:

- Además de gestionar los canales radio, el BSC gestiona los recursos radio. Sus funciones principales son el establecimiento y la liberación de los recursos radio

en respuesta a peticiones de la estación móvil (MS) y del MSC, y el handover de una MS (cambio a un canal radio mejor durante una conversación). Además, el control de potencia de la BTS y la MS pueden hacerlo el BSC ó la BTS.

- El BSC actúa como un servidor de datos para la BTS. Hay una copia de seguridad del código y de los parámetros de las BTS en la memoria masiva del BSC. Las versiones y parámetros nuevos del software pueden cargarse desde el OMC al BSC. El BSC también recoge los datos de las medidas de las BTS, los TC/SM y el BIE (equipo de interfaz de la estación base). Todos los datos que son de interés para el OMC se almacenan en la memoria masiva del BSC antes de ser transmitidos, a petición suya o periódicamente, al OMC.
- El BSC proporciona al BSS un interfaz con el OMC. Además de ser un terminador de X.25 también realiza un cierto número de funciones de OYM para la BTS, y

Figura 3 - Arquitectura de protocolos del subsistema de estaciones base



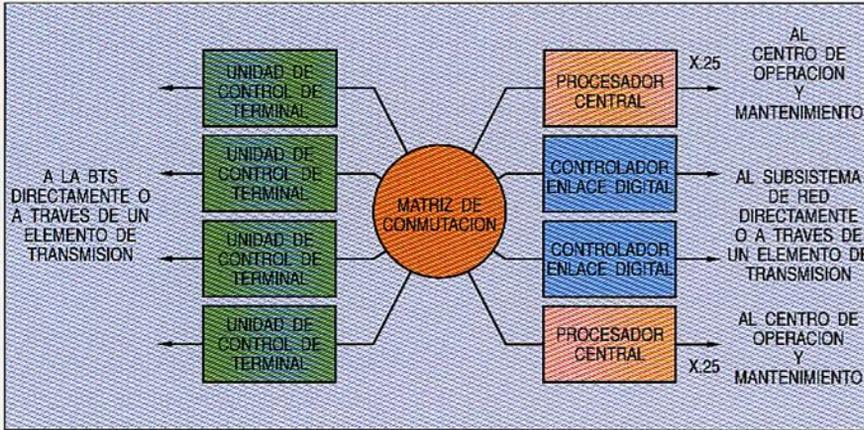


Figura 4 - Arquitectura del controlador de estaciones base de la red Alcatel 900

el almacenamiento de datos que se ha descrito anteriormente.

- Terminador de protocolos: físicamente, el BSC tiene que ser terminador de las conexiones de 2 Mbit/s G.703 de la BTS.
- Debido a que la gestión de recursos de los canales radio se encuentra en el BSC, y la gestión de los canales del interfaz A se hace en el MSC, el BSC puede conectar cualquier canal A con cualquier canal A-bis. Esto implica una función de concentración, localizada en el BSC.

Matriz de conmutación

La conmutación digital tiene las siguientes propiedades y aplicaciones:

- 64 puertos de acceso (conmutación en dos pasos)
- Cada puerto puede conmutar canales individuales de 64 kbit/s de los intervalos de MIC de un puerto a los de otro puerto
- La conmutación puede usarse para conmutar canales de 64 kbit/s (para voz y datos) y datos de comunicación inter-pro-

ceso entre las placas controladoras

- A un mismo puerto se pueden conectar, mediante un bus, varios controladores. En este caso los controladores conectados al bus tienen que compartir los canales disponibles del enlace MIC

Controlador del enlace digital

El DTCA es el terminador del enlace digital de 2 Mbit/s del MSC. El DTIC, un componente VLSI, incorpora toda la funcionalidad física de un terminador de enlace. Ya que el protocolo CCS7 se encuentra en esta placa, se usa en ella un ILC, que es un chip controlador de HDLC que está equipado con dos formateadores. Debido a que la conmutación es autoencaminada, se necesita alguna lógica para enviar órdenes (que se usan para establecer un camino) y mensajes al centro de conmutación con la dirección incorporada. Esta función se realiza dentro del chip OBCI. Todos estos chips hechos a medida se controlan desde el procesador (Figura 5).

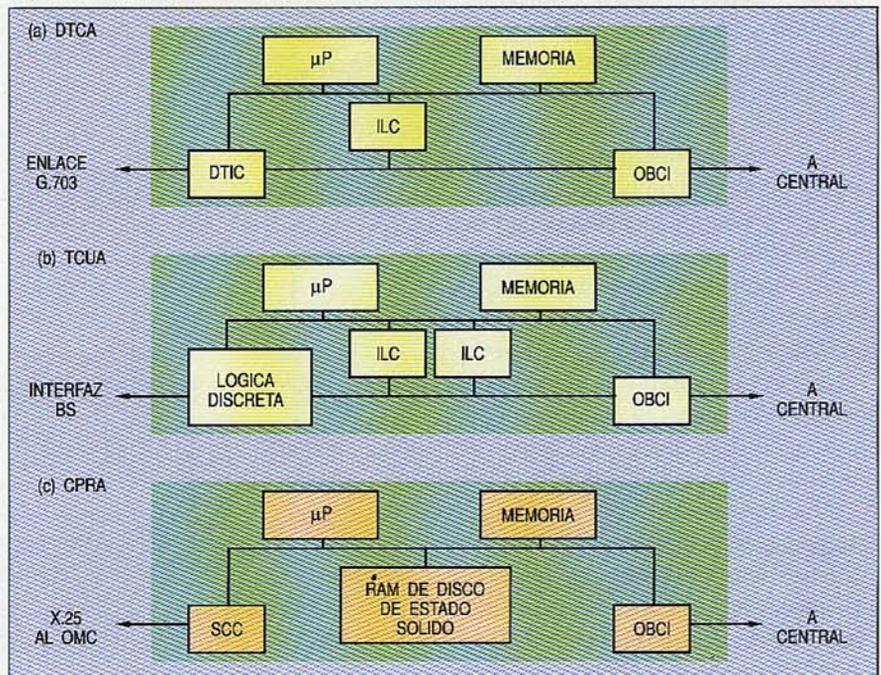
Esta introducción muestra que la funcionalidad deseada se puede lograr mediante la combinación de un software y una plataforma hardware ya existente procedente del entorno RDSI.

Arquitectura del sistema

Componentes hardware básicos

Alrededor de una matriz de conmutación digital se configuran tres tipos de placas controladoras inteligentes: el controlador del enlace digital (DTCA), la unidad de control del terminal (TCUA) y el procesador común (CPRA). El diseño de cada una de ellas se basa en un procesador de 16 bits, 1 Mbyte de memoria, y componentes VLSI dedicados para los interfaces con la red y con la matriz de conmutación (Figura 4).

Figura 5 - (a) Arquitectura del DTCA; (b) Arquitectura de la TCUA; (c) Arquitectura del CPRA



Unidad de control del terminal

Hay muy pocas diferencias entre la arquitectura de las placas de la TCUA y del DTCA. Las más importantes son:

- La TCUA no tiene que ser terminador de un interfaz estándar G.703 sino de un interfaz propio. Este interfaz puede construirse eléctricamente mediante lógica discreta.
- La TCUA puede ser terminador de hasta cuatro enlaces de señalización LAPD. Por esta razón contiene dos ILC con dos formateadores cada uno (**Figura 5b**).

Procesador común

El CPRA ejecuta las funciones comunes del sistema. Físicamente incorpora la conexión X.25 al OMC. Con este propósito se usa un chip comercial, el SCC. También se usa este chip para proporcionar un interfaz RS232 de la comunicación hombre-máquina. Además de la memoria local asociada al procesador se dispone de un banco de memoria de 16 Mbyte que se usa como disco de estado sólido. La seguridad de este disco de RAM se garantiza mediante una lógica de protección contra la escritura en memoria y una batería de reserva (**Figura 5c**). Para asegurar las funciones comunes, los CPRA se implantan como pares que trabajan en modo activo/reserva.

Equipo del BSC

El BSC es un equipo muy compacto que puede controlar hasta 28 portadoras GSM (con ocho canales de velocidad máxima ó 16 de velocidad media por portadora) en un único bastidor de 2,2 m de altura y 0,6 m de anchura, y hasta 60 portadoras en sólo dos bastidores.

Arquitectura software

Después de realizar una descripción del modelo básico del software aplicado en todas las placas del sistema

DTCA :	
Protocolo soportado :	Señalización común no 7
Nivel de aplicación :	Control de transacción (BSSMAP + DTAP) Operaciones y Mantenimiento
TCUA :	
Protocolo soportado :	LAPD
Nivel de aplicación :	Control de transacción (Gestión de Radio Frecuencia) Operaciones y Mantenimiento
CPRA :	
Protocolos soportados :	RS.232, X.25
Nivel de aplicación :	Control de transacción (Gestor de Recursos de Canal de Tráfico) Operaciones y Mantenimiento pila OSI y FTAM

Tabla 1 - Funciones específicas software de cada tipo de placa

controladas por procesador, se describirán los detalles adicionales de cada uno de los tres tipos de placas inteligentes usadas en el BSC.

Modelo básico de software

En cada procesador se definen tres niveles de funciones software: el nivel de sistema, el nivel de utilidades y el nivel de aplicación.

1. El software gestor de los recursos hardware maneja los servicios básicos del sistema. Este nivel comprende las siguientes funciones:
 - Un sistema operativo de tiempo real y los controladores de los dispositivos. El controlador del dispositivo gestor de red proporciona al sistema operativo facilidades de comunicación interprocesadores mediante la conmutación autoencaminada.
 - En la placa CPRA se soportan discos de estado sólido.
 - Procedimientos de arranque y autoprueba.
 - Sistema de soporte de CHILL en tiempo de ejecución.
 - Gestión y recuperación de errores.
 - Facilidades de seguimiento y depuración para dar soporte al desarrollo de aplicaciones.

2. En el nivel de utilidades se definen los siguientes componentes software:

- Módulos de gestión de los recursos de los protocolos que pertenecen a los interfaces específicos a los que da soporte una placa dada.
- Módulos de gestión y protección de la base de datos.
- Entidades de gestión, responsables de la supervisión y la auditoría.

3. El software de aplicación implanta las facilidades orientadas a transacciones de un sistema dado y las funciones de mantenimiento.

Esta aproximación en tres niveles permite ajustar el software a sus requisitos particulares y a la vez asegurar su continuidad en términos de pruebas y mantenimiento con la línea de productos a la que pertenece.

En la **Tabla 1** se da un resumen de las funciones específicas de los tres niveles software de cada tipo de placa.

Estación base transceptora de Alcatel 900

La estación base transceptora es la parte radio del sistema GSM; se conecta a las estaciones móviles a

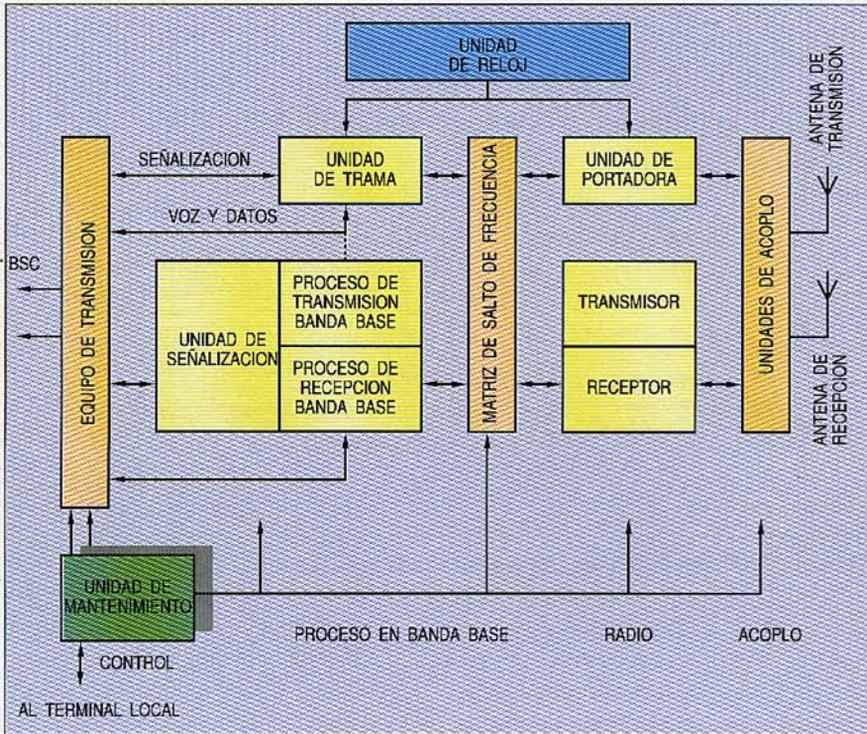
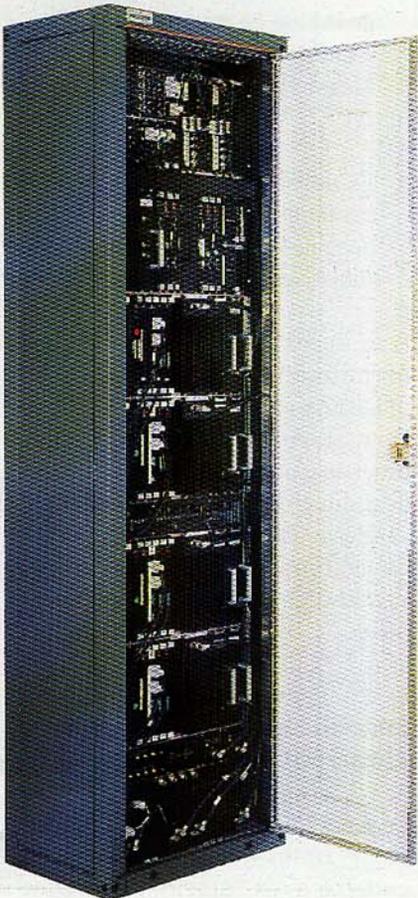


Figura 6 - Arquitectura del transceptor de la estación base Alcatel 900

BTS Alcatel 900



través del interfaz aire y al controlador de estaciones base (BSC) a través del interfaz A-bis. En la BTS tiene lugar el proceso de los niveles 1 y 2 y sus funciones de control asociadas.

La BTS de Alcatel 900 está diseñada para satisfacer las necesidades y los requisitos de los operadores del sistema con respecto a la instalación, la operación, el mantenimiento y la flexibilidad de configuración. Los componentes más importantes están duplicados asegurando un excelente funcionamiento del sistema. Para instalar nuevas versiones el software se carga en la estación base desde un punto de operación y mantenimiento remoto. Las funciones de operación que no precisan la instalación de ningún equipo se pueden ejecutar también desde el centro de operación y mantenimiento. Para las operaciones in situ la BTS de Alcatel 900 se puede manejar desde un terminal local con un interfaz de usuario amigable. Finalmente, si se requiere mantenimiento in situ, éste puede realizarse sin necesidad de acceder a la parte trasera de los bastidores, lo que permite que éstos

puedan instalarse unos contra otros o a lo largo de una pared.

El diseño extremadamente compacto de la segunda generación de estaciones base permite hasta cuatro portadoras (que corresponden a 32 canales de velocidad máxima) en un único bastidor de sólo 1,25 m y hasta ocho portadoras en un bastidor de 2,0 m de altura. Una mini-BTS, de tamaño y peso reducidos, con una única portadora completa la segunda generación de la familia BTS de Alcatel. Los detalles se describen en la sección que trata las configuraciones de las BTS.

Las estaciones base pueden estar equipadas tanto con antenas omnidireccionales como con antenas sectoriales (en la mayor parte de los casos se utilizan sectores de 120 grados). En el caso de configuraciones sectorizadas se pueden instalar varias estaciones base en el mismo lugar y sincronizarlas para mejorar la efectividad de los handover interceldas.

Para asegurar la calidad óptima de las comunicaciones de los abonados móviles, incluso bajo condiciones adversas en el enlace radio, las estaciones base de la red Alcatel 900 pueden equiparse con técnicas de diversidad tales como la diversidad de antenas y el salto de frecuencia lento. Además, la BTS de Alcatel 900 proporciona ecualización multicamino, que supera los requisitos de las recomendaciones del GSM.

Arquitectura de la BTS

En la Figura 6 se muestra la arquitectura funcional de la estación base de la red Alcatel 900. El equipo se puede dividir en dos secciones: el equipo de la estación y el equipo de tráfico o de extensión.

El equipo de la estación debe instalarse en cada BTS independientemente del número de portadoras o del tráfico en la celda. Incluye todas las unidades que dan servicio a la BTS completa y en él se han duplicado todas las partes críticas para asegurar la disponibilidad de la estación.

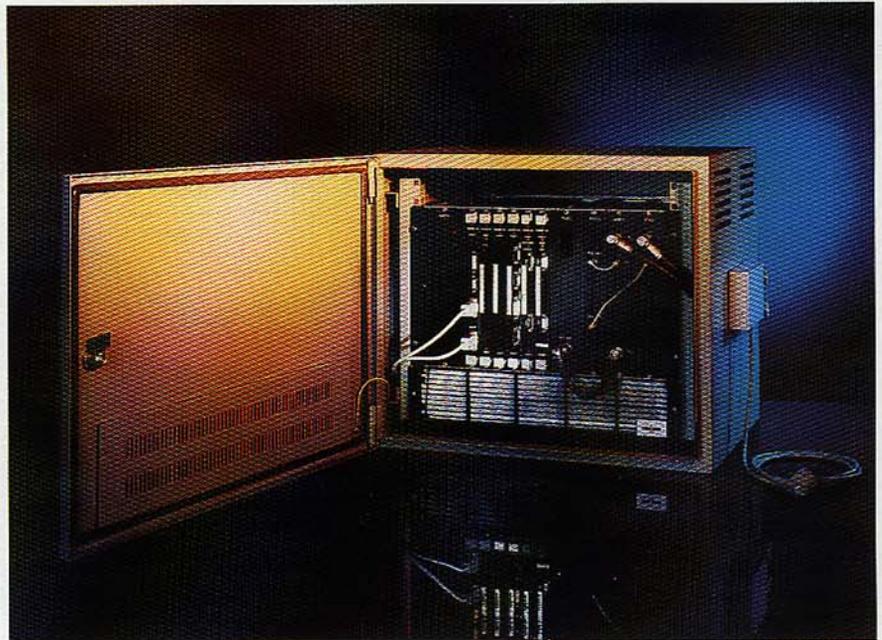
El generador de frecuencia maestra y la unidad del reloj maestro (MLCU) proporcionan la referencia completa de tiempo y frecuencia. Los relojes y la información de tiempo están distribuidos en las unidades de trama, las unidades de portadora y la unidad de salto de frecuencia. Para llevar a cabo todas las funciones de supervisión temporal la MCLU tiene que realizar la división en tramas establecida para el GSM, comenzando con unidades de cuarto de bit (0,92 mseg de duración), continuando con intervalos, tramas TDMA, multitramas, supertramas y llegando finalmente hasta las hipertramas con una duración aproximada de 3,5 horas.

La unidad de operación y mantenimiento lleva a cabo las funciones de operación y mantenimiento de la BTS, como son la recepción de alarmas procedentes de todos los equipos de la BTS, el filtrado de dichas alarmas, el envío de las mismas al BSC, el reencaminamiento hacia la BTS de las órdenes del BSC, la transferencia de nuevas versiones del software y de ficheros a las unidades de trama, la provisión del interfaz hombre-máquina local y el manejo de los protocolos en todas las comunicaciones internas.

La unidad de salto de frecuencia realiza la conmutación de acuerdo con la regla de salto de frecuencia entre las unidades de trama (parte de la sección en banda base de la BTS) y las unidades de portadora (parte de RF de la estación) para permitir que el salto de frecuencia se realice de intervalo en intervalo.

El equipo de prueba radio permite establecer bucles de prueba en el enlace radio. Se programa por la unidad de mantenimiento y se usa en la localización de fallos en el enlace de transmisión.

En configuraciones con BTS remotas el equipo de interfaz de la estación base (BIE) se encarga del interfaz con el BSC. Permite multiplexar hasta 80 canales de velocidad máxima (que corresponden a 10 unidades de trama) ó hasta 96 canales



Mini-BTS

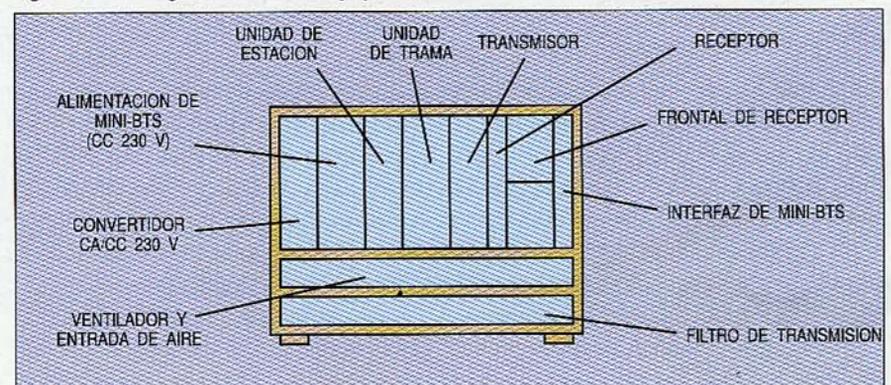
de velocidad media (que corresponden a seis unidades de trama) en un enlace de 2 Mbit/s.

Las unidades de tráfico o de extensión se instalan de acuerdo con las necesidades para manejar el tráfico de una celda dada. Las unidades de extensión están repetidas en las unidades de proceso en banda base, es decir en las unidades de trama (FU) y en la parte de RF que consta de las unidades de portadora (CU) y del equipo de acoplo de la antena.

Una unidad de trama implanta todas las funciones necesarias para realizar el proceso digital en banda base de los datos procedentes de 8 canales de velocidad máxima ó de

16 canales de velocidad media. El control en banda base es realizado por el controlador de la unidad de trama, que maneja los protocolos de nivel 2 (LAPDm y LAPD) con las estaciones móviles y con el controlador de estaciones base respectivamente. El controlador de la unidad de trama se encarga también de la gestión del canal radio, del control de potencia y de las medidas de calidad. Entre las funciones en banda base de la unidad de trama en la dirección de transmisión se incluyen la adaptación de la velocidad de transmisión de los datos y de la voz, la codificación de canal, el entrelazado, el cifrado y la construcción de

Figura 7 - Configuración de un equipo Mini-BTS



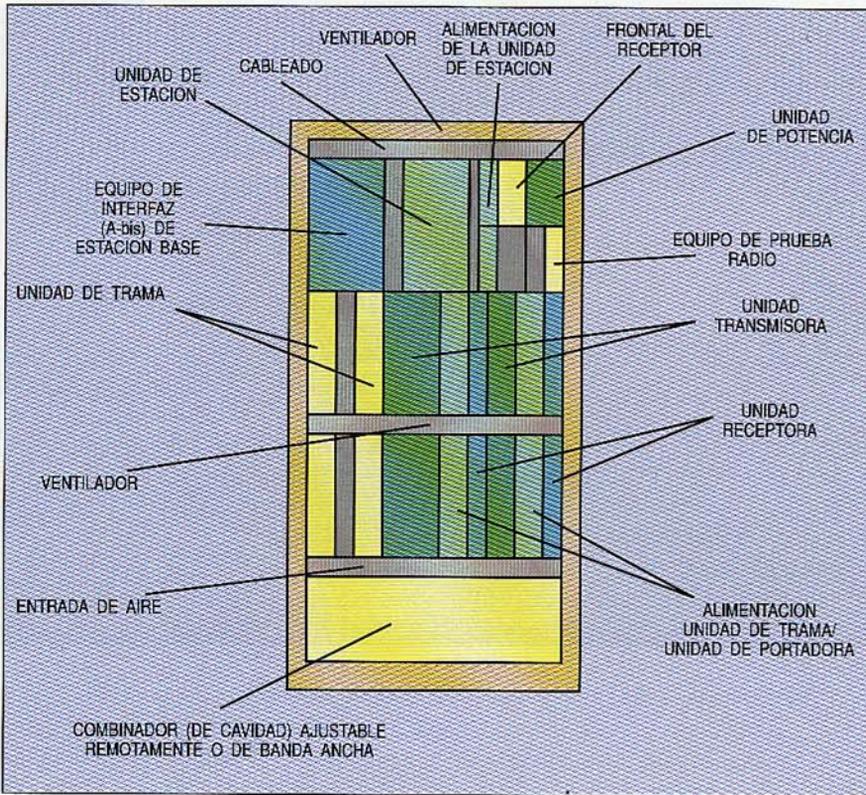


Figura 8 - Configuración de un equipo BTS estándar

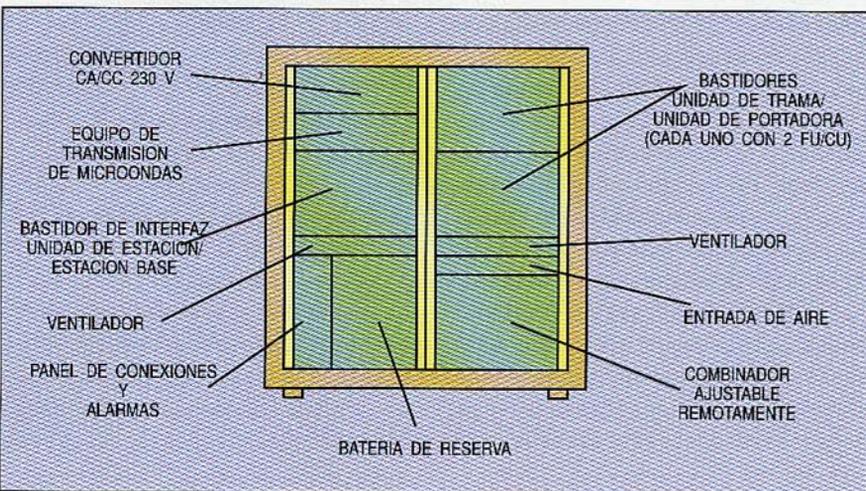


Figura 9 - Configuración de un equipo BTS en microcabinas

de cavidades, elementos que pueden ajustarse remotamente desde el centro de operación y mantenimiento, de tal manera que las frecuencias de portadora de la estación base Alcatel 900 se pueden cambiar sin que sea necesario enviar a alguien al emplazamiento de la estación base. El número de cavidades instaladas depende del número de portadoras utilizadas realmente en la estación base.

Configuraciones de BTS

La BTS de Alcatel 900 se comercializa en distintas configuraciones para diferentes redes.

La BTS de Alcatel 900 más pequeña es la Mini-BTS, de tamaño y peso reducido y con un único transceptor. Está disponible tanto para instalaciones en interiores como en exteriores. La configuración para interiores tiene una altura de sólo 0,5 m, una anchura de 0,6 m y una profundidad de 0,4 m. En la Figura 7 se muestra la configuración de la Mini-BTS. La diversidad de antenas se ofrece como una opción y para la alimentación se precisan 230 V de CA. Estas características hacen que la Mini-BTS sea extremadamente flexible en cuanto a la selección de los lugares de emplazamiento, el transporte y la instalación.

La BTS estándar se comercializa en dos tamaños de bastidores distintos: uno pequeño de 1,25 m de altura con hasta cuatro transceptores, que se muestra en la Figura 8, y otro grande de 2,0 m de altura con hasta 8 transceptores. El bastidor grande puede también equiparse con 3 x 2 portadoras para las instalaciones en emplazamientos por sectores. La diversidad de antena se implanta como una opción. El diseño de la configuración tiene en cuenta los requisitos de la instalación inicial así como la posibilidad de extensiones futuras con bastidores modulares.

La BTS Microshelter (BTS en microcabinas) es una configuración de exteriores con hasta cuatro porta-

la trama. El proceso en banda base de la señal recibida consiste en realizar las operaciones inversas y además la demodulación, la ecualización y las medidas en el enlace radio.

La unidad de portadora incluye el transmisor y el receptor. Las funciones del transmisor son la modulación, la conversión a la frecuencia radio y la amplificación de potencia.

El receptor lleva a cabo la transacción a banda base, la conversión analógico-digital y el cálculo del nivel de la señal recibida. Si en la estación base se ha implantado la diversidad de antenas el camino de recepción está duplicado.

El equipo de acoplo incluye los multiacopladores de los receptores junto con los filtros de transmisión

doras. Su diseño compacto facilita su transporte y hace posible su instalación en tejados. Sus dimensiones son 1,2 m de altura, 1,24 m de anchura y 0,65 m de profundidad. La microcabina puede estar equipada con un convertidor CA/CC de 230 V, una batería de reserva y un equipo de microondas para el interfaz A-bis. El equipo completo se monta en un bastidor de dos módulos adosados como se muestra en la **Figura 9**.

La misma familia BTS está también disponible como sistema Alcatel 1800 para redes DCS 1800.

Conclusiones

Para hacer frente a los retos técnicos y comerciales del programa paneuropeo GSM, Alcatel ha aplicado en sus BSS Alcatel 900 las técnicas y las tecnologías más avanzadas. La flexibilidad de la arquitectura seleccionada para el BSS de la red Alcatel 900 hace posible que los principales operadores optimicen sus redes, ofreciendo a sus clientes los mejores servicios y reduciendo al mismo tiempo sus gastos de operación. La modularidad y el carácter compacto del BSS Alcatel 900 son factores clave para la reducción del tamaño de los emplazamientos radio.

El BSS Alcatel 900 proporciona una completa flexibilidad de red y reduce los gastos de las líneas de transmisión. Un nuevo concepto de operación y mantenimiento reduce al mínimo la necesidad de que el personal de operación y mantenimiento vaya al lugar donde está localizado el subsistema de la estación base. La red Alcatel 900 es totalmente compatible con los interfaces GSM normalizados y permite a los operadores construir sus redes haciendo uso de productos de distintos suministradores.

Monika Bezler obtuvo el doctorado en Físicas en la Universidad de Tübingen en 1985. Hasta 1986 trabajó en el análisis de las medidas obtenidas por satélites con una

beca del Deutsche Forschungsgemeinschaft en la Universidad de California en San Diego. Desde 1987 la Dra. Bezler trabaja en Alcatel SEL, habiéndose dedicado principalmente a las comunicaciones móviles, y es la responsable de la estrategia de productos y de la definición de productos del grupo de comunicaciones móviles.

Roger Hofmans nació en Walem, Bélgica, en 1947. Se graduó en ingeniería electrónica en el KIH De Nayer, Malinas, y se incorporó a Bell Telephone Manufacturing Company en 1970 como diseñador hardware, trabajando en el METACONTA 10C y después en el Sistema 12. En 1988 pasó a formar parte del grupo de desarrollo del controlador de estaciones base del GSM. Desde 1992 el Sr. Hofmans trabaja como ingeniero de desarrollo senior en la División de Sistemas de Conmutación de Alcatel Bell Telephone.

Koen Van den bossche nació en Bornem, Bélgica, en 1963. Se graduó en ingeniería electrónica en el KIH De Nayer, Malinas, y se incorporó a Bell Telephone Manufacturing Company en 1987 para trabajar en RDSI de banda estrecha. En 1989 la Universidad de Lovaina le concedió una beca para realizar estudios de postgraduado de comercio. Desde 1989 trabaja en el desarrollo del software de los protocolos de señalización del controlador de estaciones base del GSM. Actualmente es el responsable de la integración del BSS en Alcatel Bell Telephone.

Joël Varin nació en 1952. Se graduó en la Ecole Supérieure d'Electricité en 1974. Ha estado involucrado en proyectos de radio celular durante los últimos diez años. Desde 1988 hasta 1991 fue director técnico del consorcio ECR900. El Sr. Varin es actualmente subdirector técnico de Alcatel Radiotelephone.

Operación y mantenimiento GSM

E. H. Schmid, M. Kähler

Alcatel SEL, Berlín, Alemania

Se dan en el artículo algunas de las posibilidades de aplicación de la gestión de red GSM y las ventajas que los sistemas de gestión ofrecen a las redes móviles de comunicaciones.

Introducción

Son característicos de los modernos sistemas de telecomunicaciones el aumento de la complejidad, la integración de diferentes tecnologías (como las de radio, conmutación y transmisión) y una significativa mejora de la explotación de los recursos de la red. El GSM (Global System for Mobile Communication) es un buen ejemplo de dicho tipo de sistema. Los operadores de red necesitan potentes sistemas para la gestión de red, que les permita la explotación a un precio razonable. En una situación de gran competitividad, una rápida reacción frente a las nuevas necesidades del mercado (p. ej., la introducción de nuevos servicios) tiene una importancia decisiva, esto se puede lograr con un diseño cuidadoso del sistema de gestión de red.

En los últimos años han surgido una gran cantidad de normas relativas a la gestión de red que ya se están aplicando en diferentes campos. Al tiempo, diferentes cuasi-normas para la gestión de red, como UNIX ó OSF/Motif, se están consolidando en la implantación de los interfaces de usuario. En este entorno, Alcatel ha desarrollado una plataforma (ALMAP - Alcatel management platform) que pone a disposición del usuario dichas características normalizadas. Esta plataforma se ha ampliado para incluir aplicaciones específicas de comunicaciones móviles y se está empleando en

GSM en el OMC (centro de operación y mantenimiento).

De esta aplicación se describe en este artículo su estructura jerárquica, usada particularmente en redes grandes.

Requisitos de los sistemas de gestión de red

El sistema de gestión de red abarca todas las facilidades y funciones usadas en la explotación de una red de telecomunicaciones. Ello incluye actividades rutinarias, como la obtención de datos de tarificación, y tareas que tratan situaciones especiales, como el tratamiento de errores o la ampliación de la red.

Los costes de explotación juegan un papel importante en una situación de mercado caracterizada por una fuerte competitividad (en muchos países, por ejemplo, existen diferentes proveedores de servicios de comunicaciones móviles). Los sistemas de gestión de red permitirán una explotación con menos personal debido, por ejemplo, a la automatización de procedimientos rutinarios y a una mejor comprensión de la información.

El empleo de sistemas de gestión de red apropiados es creciente, constituyéndose en un factor decisivo en el éxito comercial y técnico de un operador de redes de comunicaciones. Más adelante se muestran, mediante un ejemplo, algunos de los requisitos de los sistemas de gestión de red.

Funciones básicas

Una red de telecomunicaciones moderna consta de una multitud de

elementos de red, algunos de los cuales están controlados por ordenador. Estos elementos de red, como el centro de conmutación, pueden proporcionar una gran cantidad de información relativa a su propio estado (alarmas, avisos, parámetros de tráfico) y permiten al operador tener una intervención de control en diferentes áreas (p. ej., control de la influencia del tráfico, diagnóstico de los casos de error, control de las características de los servicios).

La función de proceso de los diferentes elementos individuales de información de una red con varios cientos de elementos de red que da una significativa visión general del estado, y la provisión de funciones de control que permiten la intervención coordinada en muchos elementos de red sólo se puede lograr mediante un apropiado sistema de gestión de red asistida por ordenador.

Explotación integrada

La gestión de red moderna integra las funciones operacionales de los distintos elementos de red en un punto central. Así es posible controlar la interrelación de los elementos de red individuales, es decir, la explotación integrada de la red. Esto significa, en un principio, la explotación uniforme de una serie de elementos de red del mismo tipo (p. ej., los centros de conmutación) y además la incorporación de elementos de red de otras áreas de aplicación (p. ej., la tecnología de transmisión).

Esta integración, obviamente, no se aplica solamente a elementos de red de un solo fabricante. De otra forma, habría que excluir desde un

principio la facilidad de combinar equipos de diferentes fabricantes. Es un objetivo declarado de los empeños normalizadores de los diferentes organismos el especificar interfaces normalizados para telecomunicación e interfaces normalizados para la explotación de los elementos de red. Ello llevará a una competencia abierta entre los diferentes fabricantes. En aquellos puntos donde las específicas características de un elemento de red no puedan, todavía, ser manejadas mediante interfaces normalizados, el sistema de gestión de red tendrá que proporcionar ampliaciones específicas del fabricante (integración multidistribuidor).

Adaptación a la infraestructura existente

Los operadores a gran escala de redes de telecomunicaciones, como el *Deutsche Bundespost Telekom*, tienen ya en funcionamiento diferentes sistemas de apoyo (p. ej., sistemas de ordenadores para la administración de los datos de abonados). El sistema de gestión de red debe de ser capaz de adaptarse a la infraestructura existente y a diferentes estructuras de organización operacional (p. ej., la organización centralizada o descentralizada).

Ampliación de la red

La gestión de red bien organizada permite una rápida reacción frente a los cambiantes requisitos de una red de telecomunicaciones. Así puede ser necesaria, por ejemplo, la rápida adaptación de las estructuras de tarificación a una nueva situación de mercado o la introducción en la red de características de servicios nuevos o modificados. Ello es posible con funciones que se ejecutan por toda la red. Otro ejemplo son las modificaciones de flujos de tráfico (p. ej., debido a una feria comercial), frente a los cuales se puede reaccionar con medidas apropiadas de encañamiento de tráfico.

La explotación óptima de los recursos de red y, por ello, la amplia-

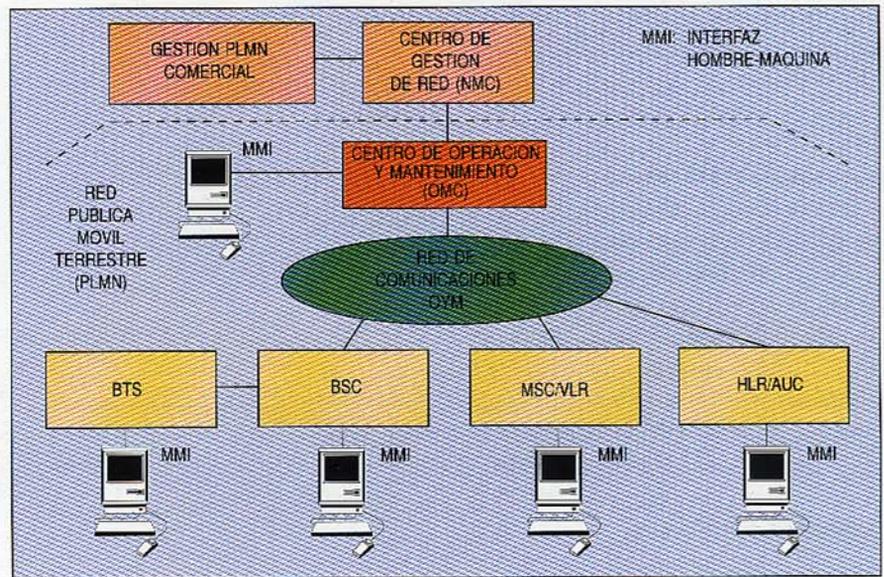


Figura 1 - Sistema de gestión de red para GSM

ción de la red al tamaño deseado se soporta con un potente sistema de medida de tráfico. Así, por ejemplo, se pueden identificar elementos de red que no se explotan completamente con una medida válida del tráfico y con la evaluación de los resultados. Se puede eliminar equipo superfluo y emplearse en otro lugar. El análisis de la tendencia se puede emplear para detectar donde y cuanto se debe modificar la red en el momento oportuno.

Arquitectura del sistema de gestión de red

Normativa de la gestión de red

Las normas GSM fueron definidas originalmente bajo el amparo de la CEPT (*Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications*) y más tarde del ETSI (European Telecommunication Standards Institute). Esta normativa no solo especifica la estructura de la red y los interfaces de telecomunicación importantes, sino también las condiciones genéricas de implantación de las funciones de gestión de red (Serie 12 de Recomendaciones GSM) [1]. Las recomendaciones de la Serie 12 especifican los elementos básicos de la

estructura de gestión de red y de los interfaces de gestión de red.

Elementos del sistema de gestión de red

La gestión de red de la red pública móvil terrestre (PLMN) mostrada en la **Figura 1** consta de:

- equipo de explotación de los elementos de red en el campo
- OMC como dispositivo central de explotación de una (parte) red
- NMC (centro de gestión de red) para gestión técnica global adicional del PLMN y otras funciones comerciales y administrativas a un nivel de red total.

El OMC une los elementos de red a explotar a través de una red de comunicaciones OYM y brinda diferentes posibilidades de acceso a la red o elementos de red:

- acceso remoto a un único elemento de la red
- funciones operativas a través de la red (como la modificación coordinada de parámetros en una serie de elementos de red).

El OMC proporciona un interfaz a otros dispositivos de gestión de red (p. ej., al NMC). A través de este interfaz se puede acceder a información relativa a los elementos de la

red, la cual se puede emplear para generar una visión esquemática de la red completa.

Interfaces de gestión de red

Mientras la ampliación de la red debe realizarse muy rápidamente para obtener a tiempo una cobertura total de la red, la normalización de los interfaces de red no puede seguir el mismo ritmo en todos los casos. En algunos casos es prudente, por ejemplo, esperar las primeras experiencias operacionales o la normalización internacional por el CCITT, antes de especificar los detalles individuales. Así, un sistema de gestión de red que abarque todo el sistema no se introduce de una sola vez, se realiza en varias etapas. La provisión de aquellos interfaces que tengan un efecto directo sobre los servicios ofrecidos a los abonados tiene la más alta prioridad. Se incluye el interfaz para la administración de los datos de abonado en la red y para la transmisión de los datos de tarificación.

Red de gestión de telecomunicaciones

La base para la normalización de los interfaces de gestión de red en el GSM es el concepto TMN (Telecommunication Management Network - red de gestión de telecomunicaciones) del CCITT [2]. El concepto TMN define una arquitectura de red, que se muestra en la Figura 1 como un ejemplo del GSM. Los elementos esenciales son:

- red separada lógicamente para explotación
- interfaces y protocolos normalizados
- modelado abstracto normalizado de los recursos de la red
- aplicaciones normalizadas.

El interfaz Q3 es el interfaz entre los elementos de red y las facilidades de explotación definidas por el TMN. La **Figura 2** muestra los niveles de protocolo individuales del interfaz Q3, proporcionados por las recomendaciones CCITT e ISO [3]. Esta estruc-

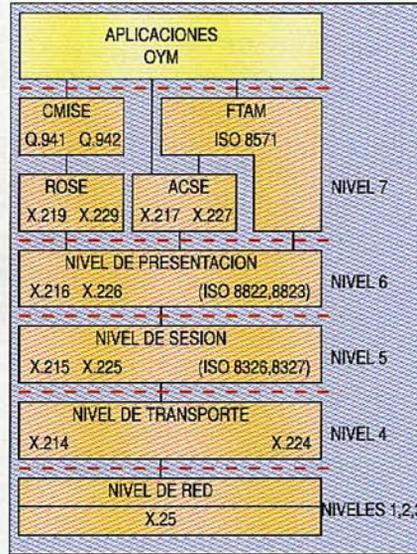


Figura 2 - Interfaz normalizado para gestión de red: Protocolo Q3

tura de protocolos ofrece servicios de comunicaciones orientados a transacciones a través del CMISE (Common Management Information Service Element) y servicios orientados a datos a través del FTAM (File Transfer, Access and Management). El empleo del CMISE incluye el modelado de los recursos de la red que consten de objetos individuales. Así, por ejemplo, el BSC (controlador de estación base) se representa por una estructura jerárquica de unos veinte objetos (p. ej., enlace LAPD, circuito MIC, etc.).

Etapas de desarrollo de la gestión de red

En un entorno multidistribuidor, el sistema de gestión de red pasa por diferentes etapas, que se corresponden con las normas disponibles. Las funciones del operador a nivel regional y nacional o a nivel de red total deberán existir en la primera etapa. Sin embargo, estas funciones no estarán aún unidas; las transferencias de datos que se necesiten se realizan fuera de línea (usando, por ejemplo, cintas magnéticas). En esta fase, los elementos de red de diferentes fabricantes se manejan con funciones específicas del fabricante.

En la segunda fase (**Figura 3**), el OMC se unirá mediante interfaces

normalizados a una red nacional de gestión. Las funciones administrativas y comerciales, así como las funciones de gestión técnica nacional del PLMN se mantendrán a través de dichos interfaces. Los interfaces entre los niveles regional y nacional difieren de los interfaces entre los niveles regional y de red en dos aspectos: los primeros estarán completamente normalizados, mientras que los segundos - al menos en algunas áreas - aún incluirán elementos específicos del fabricante. Además, la información transmitida tendrá detalles diferenciales: sólo se intercambiará entre los niveles regional y nacional el contenido de los datos que sea necesario para proporcionar un resumen de red de todo el nivel (p. ej., el estado de las alarmas de un elemento de red), mientras que todos los detalles necesarios para la función operacional serán transmitidos a la red.

En la segunda fase, las funciones administrativas y comerciales se realizarán completamente a nivel nacional. Aquí se recogen los datos de abonado y los necesarios para la tarificación y se procesan en centros de cálculo. El área de planificación de red, que evalúa los datos de las medidas de tráfico y planifica la extensión de los recursos de la red, también se hará en esta fase. La administración técnica de la red se realizará aquí de forma global y para operaciones selectivas dentro del NMC relativas a la red global.

Las facilidades a nivel nacional se usarán, en particular, en el trabajo de mantenimiento y en operaciones de red complejas. Desde este nivel será posible evaluar la información detallada relativa a los elementos de red e intervenir cuando sea necesario. El nivel regional no tendrá que ser atendido permanentemente; fuera de las horas normales de trabajo se podrá hacer de manera remota o por funciones de concentración nocturnas desde la estación central.

Sólo es necesaria la intervención manual a nivel de elemento de red en la sustitución del equipo y en unas pocas operaciones especializa-

das. El resto de operaciones se puede ejecutar por acceso remoto, desde el OMC ó el NMC.

El OMC

El OMC juega un papel importante dentro de la arquitectura GSM gracias a las opciones que le permiten el acceso centralizado a los elementos de red y a la capacidad de acceso de los sistemas de gestión nacionales. El OMC se usa por un lado en la operación de la unidad de radio, que tiene elementos de red en el BSS (sistema de estación base), y en el sistema de conmutación, que consta de MSC (centros móviles de conmutación) y registros de abonado. Por otro lado, los NMC se emplean en la operación transregional. El OMC ofrece un interfaz normalizado con su NMC. De esta manera es posible la gestión de red independiente del fabricante a un nivel total de red.

Campos característicos de aplicación del OMC

Importantes campos de aplicación de un OMC [2] incluyen el trata-

miento de errores, la configuración y la gestión de operaciones, de los que se describe su implantación en la operación GSM. El tratamiento de la unidad de radio juega un papel particularmente importante.

Tratamiento de errores

Incorpora la detección de errores basándose en las señales de alarma de los elementos de red y en el registro centralizado de dichas señales, para poder realizar más tarde, una vez pasada la secuencia de errores, las medidas usadas en el análisis y corrección de errores. Desde el OMC se pueden llevar a cabo pruebas selectivas, y se pueden observar y modificar el estado de los módulos individuales en los elementos de la red. Así, los errores se pueden analizar precisamente y aplicar eficazmente las medidas correctivas necesarias.

Gestión de configuración

La gestión de configuración da una visión general de la estructura física y lógica de los elementos de la red. Así, por ejemplo, se puede visualizar en cualquier momento la estructura

jerárquica interna de una BTS (estación base transceptora) y de los equipos de campo. Esto también es verdad para el software de los elementos de red. Así, por ejemplo, el OMC puede cargar y ejecutar en los elementos de red más significativos una nueva versión del software.

Las configuraciones se pueden modificar centralizadamente. Junto a las modificaciones selectivas de los componentes de red individuales, el OMC también soporta ampliaciones de red a gran escala, por ejemplo la instalación de nuevas BTS, BSS, etc.

La administración de la configuración lógica de red es un aspecto significativo de la optimización del comportamiento y utilización de la red. El OMC permite el acceso a los parámetros lógicos definidos en los elementos de red, para disponer el tamaño de las celdas, las condiciones de handover de la conversación al cambiar de celda móvil, la potencia de transmisión de las señales móviles, etc. Los resultados de la planificación y observación de red se pueden así implantar directa y controladamente.

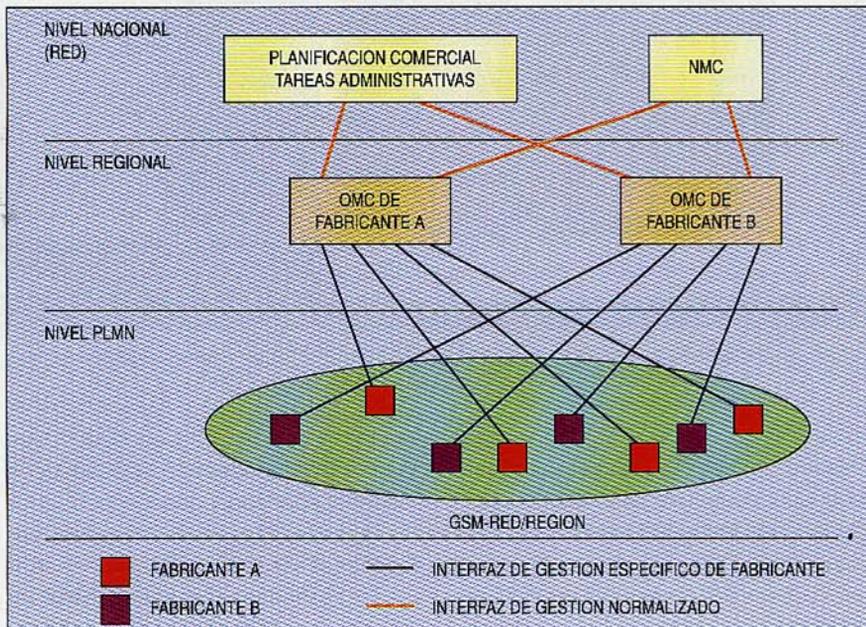
Gestión operacional

Un gran número de medidas miden el tráfico en los elementos de red y la carga de tráfico de los canales, y también la interrelación de los canales en la red de comunicaciones móviles. Los resultados se recogen centralmente y se procesan en formato comprensible, para poder sacar conclusiones de cualquier configuración y hacer los cambios a los parámetros que sean necesarios.

Funciones generales del OMC

Además de las aplicaciones específicas de los elementos de red, el OMC proporciona funciones de gestión generales. Por ejemplo, el tratamiento de los mensajes internos asegura que las alarmas, mensajes e informes del sistema se pasan a los

Figura 3 - Gestión de red GSM jerárquica



terminales que esperan recibirlos y a los usuarios significativos del sistema. La gestión de planificación permite la ejecución de una serie de comandos en cualquier momento. De esta manera es también posible ejecutar operaciones de red durante períodos operativos no atendidos, por ejemplo en la noche.

Debido a su completa capacidad de intervención en la red, el OMC debería ser contemplado también desde el punto de vista de la seguridad, un aspecto crítico. La gestión de seguridad y el tratamiento de las autorizaciones de acceso son también particularmente significativas. Se han previsto una serie de medidas para prevenir los accesos no autorizados. Se logra bien usando mecanismos de autorización de acceso relacionados con dispositivos y usuarios incorporados en el software, bien usando tarjetas inteligentes con identificadores de usuario codificados.

Opciones de acceso desde centros de operación suprarregionales

El OMC soporta la transición a la operación independiente del fabricante de la red GSM. Para ello, el OMC proporciona funciones de conversión entre elementos de red de diferentes fabricantes y el NMC superior haciendo corresponder estructuras de objetos específicas del fabricante con objetos definidos en ISO (International Standards Organization) y ETSI/TC SMG (ETSI Technical Committee Special Mobile Group). La especificación 12.20 de GSM [1] es determinante en la definición del interfaz proporcionado al NMC para la gestión de BSS. Estas funciones de conversión se implantan en las áreas de tratamiento de errores, configuración y gestión de operaciones relativas. Así, por ejemplo, las alarmas recibidas desde la unidad de radio en un formato específico del fabricante se convierten en alarmas ISO. Las modificaciones de configuración se

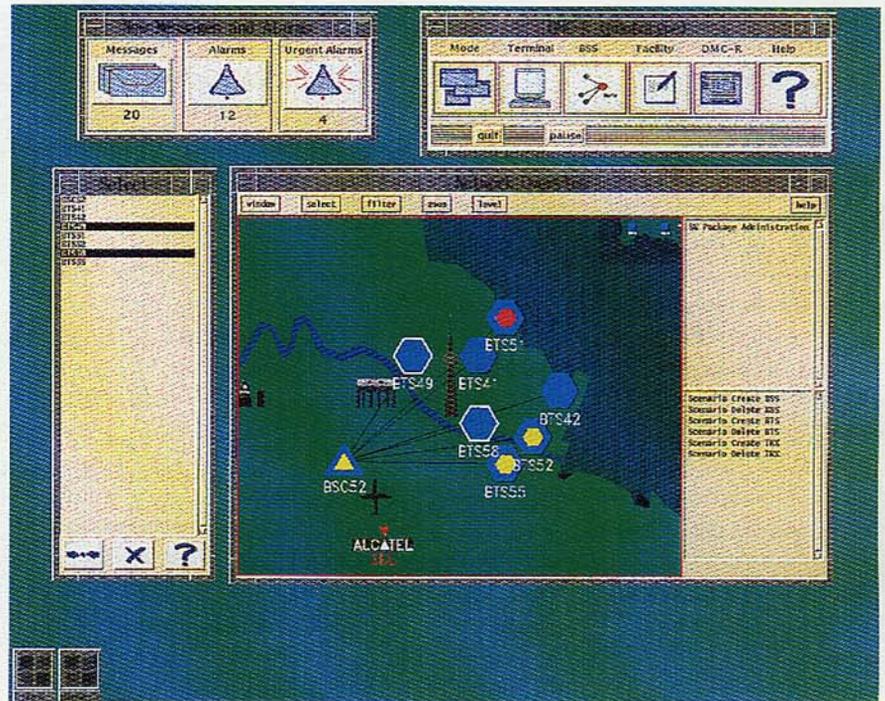


Figura 4 - Ejemplo de un gráfico de estado de red para un OMC

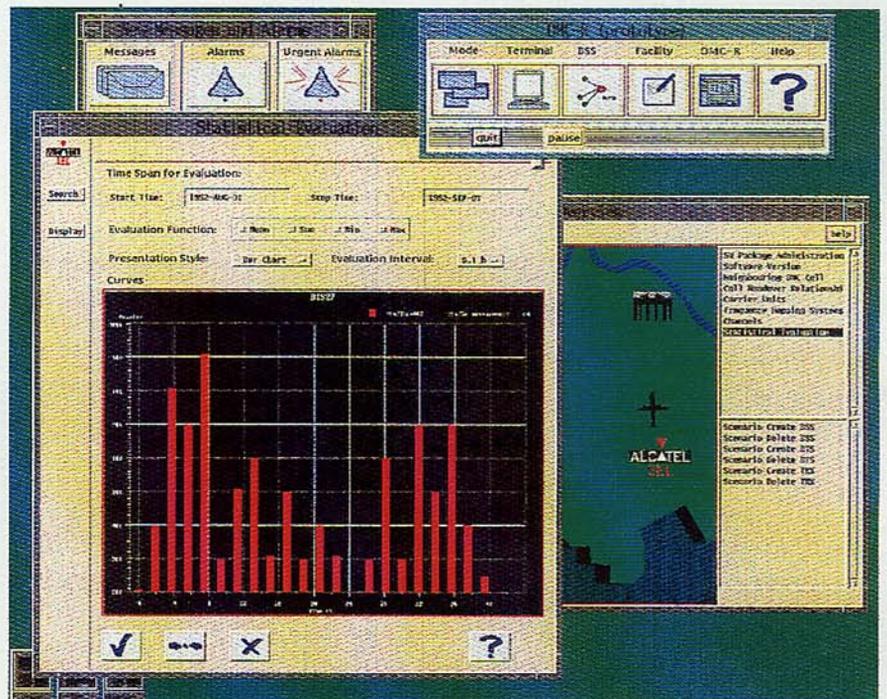


Figura 5 - Ejemplo de una presentación gráfica de los resultados de medidas operacionales

pueden realizar mediante órdenes NMC, las cuales se transforman por el OMC en formatos específicos del fabricante. Además de la transmisión directa de resultados de las medidas operacionales, el OMC

genera avisos para el NMC en base a valores medidos que sobrepasen unos valores umbrales específicamente seleccionados.

La comunicación con el NMC se basa en el protocolo Q3.

Interfaz de usuario amigable

El interfaz de usuario del OMC es una de las claves de lo fácil que puede resultar el aprender y explotar un sistema TMN, así como de su eficacia. Por esta razón, los interfaces de usuario de estos sistemas han experimentado en los últimos años un rápido desarrollo y se han adaptado a los estándares normalmente encontrados en el mundo de los ordenadores personales. Mientras que en las fases iniciales sólo se empleaban simples interfaces de órdenes con terminales VDU alfanuméricos, ahora se están empleando terminales gráficos X con interfaces basados en menús. Las cuasi-normas X-Window y OSF/Motif predominan en las realizaciones. El siguiente paso del desarrollo serán los interfaces de usuario totalmente gráficos. El uso de gráficos de estado de la red (Figuras 4 y 5) es apropiado para los sistemas TMN. Estos gráficos mostrarán los elementos de red en la pantalla en su posición geográfica y se visualizarán sus conexiones lógicas y físicas. Se resaltarán especialmente, empleando elementos gráficos coloreados, la información sobre los estados, niveles de uso, situaciones de error, etc.. El usuario será capaz de moverse libremente dentro de los niveles jerárquicos de la red. Esto posibilitará la traza de las causas de una alarma asociada a un equipo.

Otras características mejoran la amigabilidad del OMC. Por ejemplo, los resultados de las medidas en los elementos de red se pueden visualizar en una representación gráfica. De esta forma será posible, por un lado, obtener un visión general de la carga real en toda la red o en parte de ella. Por otro lado, a partir de los datos registrados por el sistema, se podrán realizar comparaciones de las tendencias, medias, picos de carga, etc. Un completo sistema de ayuda hará fácil el aprendizaje y uso del OMC, sustituyendo en gran parte a los manuales.

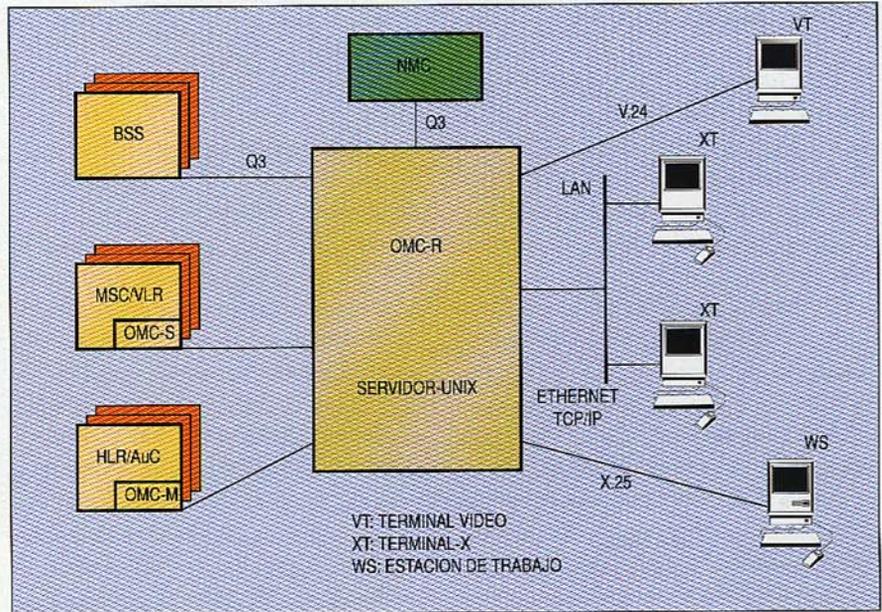


Figura 6 - Configuración del OMC

Estructura física del OMC

El OMC se usará como un sistema central de operación y mantenimiento de los componentes BSS, MSC y HLR (registro de posiciones base) de la red. Para ello, se ha seleccionado una arquitectura hardware que permita la integración de tecnologías de elementos individuales de red. La técnicas que han dado buen resultado en la tecnología de conmutación se usan en la unidad de radio del nuevo concepto de comunicaciones móviles digitales.

La estructura del OMC se muestra en la Figura 6. El ordenador central del sistema es un servidor UNIX. Debido a que su principal tarea es la gestión del handover de la unidad de radio, este sistema se llama OMC-R (OMC-radio). La comunicación con la BSS se basa en el protocolo Q3. Este interfaz cumple sobradamente con la especificación 12.20 del GSM [1]. Otras tareas del OMC-R incluyen el acceso al NMC y el enlace de las estaciones de trabajo de los usuarios en el OMC.

El OMC-R se une al sistema de conmutación y a los registros a través de equipos de acceso. El OMC-S es el responsable del enlace con el MSC.

Como el propio MSC, el OMC-S se basa en la tecnología del Alcatel 1000. Un número importante de funciones TMN para el HLR se ejecutan mediante el OMC-M que se basa, al igual que el HLR, en el producto Alcatel 8300.

Así, a través del OMC-R, el usuario tiene acceso a todas las funciones operacionales y de mantenimiento de la red de comunicaciones móviles. El acceso se realiza a través de terminales X conectados a LAN o estaciones de trabajo remotas por la red X.25.

El OMC-R se puede adaptar a los requisitos de diferentes operadores en extensibilidad y comportamiento. En el caso, por ejemplo, de pequeñas redes regionales con sólo unas pocas docenas de BTS se usa una pequeña estación SUN Sparc que sirve a uno ó dos terminales X locales, mientras que en la operación de redes con hasta 600 BTS se emplea una estación UNIX de alto rendimiento que sirve a estaciones de trabajo de usuario remotas. Gracias a la compatibilidad garantizada por los ordenadores comercialmente disponibles usados, las ampliaciones hardware del OMC se pueden realizar de forma flexible en una ampliación de red por etapas.

ALMAP - la base del OMC

Alcatel ha estado desarrollando sistemas para TMN durante algún tiempo. El producto ALMAP, desarrollado en ese tiempo, es la base del OMC. Esta plataforma basada en UNIX ofrece una serie de funciones básicas reutilizables, como las que se aplican normalmente en TMN. Ello permite un desarrollo económico de sistemas TMN llave en mano.

Las características del ALMAP se emplean en la arquitectura software (Figura 7). Los servicios básicos proporcionan funciones portables para comunicaciones internas y gestión de proceso y extensiones al sistema operativo. La base de datos y las funciones de gestión de ficheros permiten el acceso distribuido a los datos dentro de un sistema de datos en red. El interfaz de usuario soporta la unión de interfaces de usuario específicos de producto basados en X-Window y OSF/Motif. Otros elementos son las aplicaciones básicas de un sistema TMN, como el proceso e intercambio de mensajes, y los mecanismos de control de acceso. El ALMAP incluye un servidor de comunicaciones que cumple la norma Q3.

La arquitectura software del ALMAP permite la conexión de aplicaciones OMC específicas de las comunicaciones móviles como módulos añadidos. El empleo del entorno de desarrollo del ALMAP garantiza la compatibilidad técnica y

la integración sencilla de nuevas aplicaciones específicas.

Perspectivas de futuro

Desarrollo de la norma

El futuro desarrollo de la norma y, por ello, de la provisión de facilidades con interfaces normalizados para GSM depende de los esfuerzos de normalización en otros campos de aplicación dentro de las telecomunicaciones. El ETSI/TC SMG concentrará sus esfuerzos en la normalización de las funciones de gestión de red en aspectos específicos de comunicaciones móviles (p. ej., la gestión de BSS), mientras que aspectos de otros elementos de red (como los centros de conmutación) estarán bajo el control de otros organismos. La especificación completa de todos los interfaces será así una tarea de varios años. Durante este período se irán introduciendo paso a paso nuevas funciones para la operación integrada de todos los elementos de la red.

Nuevas tecnologías

Las nuevas tecnologías, que ya se están probando en otros campos, se introducirán en posteriores etapas. Ello incluye la inteligencia artificial para trabajos no determinísticos. Un ejemplo son las funciones soporte del tratamiento de errores: filtrando alarmas entrantes según el estado de la red y de los elementos de la red, supresión de alarmas redundantes,

identificación de una posible causa común, análisis de tendencias, etc.

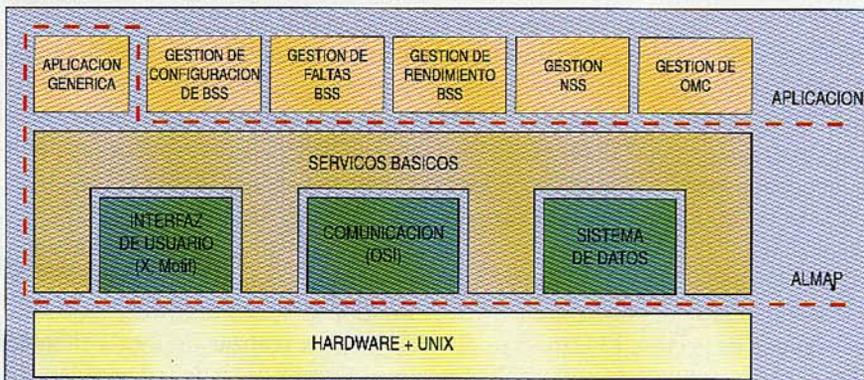
Requisitos ampliados

De la experiencia obtenida en los primeros años de operación del GSM-PLMN emanarán nuevos requisitos de gestión de red, y se encontrarán las soluciones adecuadas. Los procedimientos, al principio realizados manualmente, se irán automatizando en posteriores etapas de desarrollo. Además, el empleo de sistemas expertos parece aquí apropiado. Ejemplo de ello serían los procedimientos automáticos que controlan el flujo de tráfico después de ocurrir ciertas condiciones de tráfico en la red.

Conclusiones

La gestión de red en comunicaciones móviles ofrece una gran capacidad de asistencia al operador y crea las condiciones previas para una rápida expansión de red y una operación económica. En particular, en países con una estructura de telecomunicaciones muy poco desarrollada, una potente gestión de red es elemento esencial para la introducción gradual de servicios de comunicaciones móviles. La gestión de red continuará desarrollándose considerablemente en los años venideros en paralelo con el desarrollo de las normas y con los nuevos requisitos de explotación de red.

Figura 7 - Arquitectura software del OMC



Referencias

- 1 ETSI/TC SMG, Recomendaciones 12.xx de GSM, realizadas por ETSI.
- 2 Borrador de recomendación M.3010 del CCITT: Principles for a Telecommunications Management Network, Ginebra, Noviembre 1991.
- 3 ISO/IEC 7498-4: Information Processing Systems - Open Systems Interconnection, Basic Reference Model -

Part 4: Management Framework, First Edition, Noviembre 1988.

Erich Hartmut Schmid graduado en Tecnología de la información e Ingeniería del software por la Technical University de Berlín en 1977. Comenzó su carrera trabajando en diferentes proyectos de investigación en el Heinrich Hertz Institute for Information Technology de Berlín, trabajando en el diseño ergonómico de estaciones de trabajo VDU y de sistemas de información controlados por ordenador. En 1983 pasó a Alcatel SEL, y comenzó a trabajar en un dispositivo controlador de operaciones para un sistema de telecomunicaciones soportado por satélite. Ha trabajado en la división Mobile Communications Systems de Alcatel desde 1988. Tras trabajar en los comités de normalización GSM en funciones de gestión de red y formar un equipo de desarrollo es, en la actualidad, responsable del desarrollo del OMC para el sistema de comunicaciones móviles de Alcatel.

Malte Köhler trabajó en diferentes proyectos de investigación en la Free University de Berlín tras su graduación en Meteorología en 1983. Lo hizo particularmente en la simulación controlada por ordenador de circulaciones atmosféricas usando modelación matemática y numérica. Tras doctorarse en 1989 ingresó en el Centro de desarrollo software de Alcatel SEL en Berlín donde trabajó inicialmente en la especificación del OMC. Lo principal de su contribución se concentró en la definición del interfaz de usuario y de la documentación de usuario y en la coordinación del trabajo de desarrollo asociado. Desde entonces se ha hecho cargo de los contactos con los clientes y de la estrategia de producto formando parte del equipo de gestión de producto.

Movilidad DECT para la nueva generación de centralitas Alcatel

V. Werbus, A. Veloso
A. Villanueva

Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania
Alcatel Standard Eléctrica, Madrid, España

La movilidad como oferta integrada en todas las centralitas de Alcatel está basada en el DECT (Digital European Cordless Telecommunications), el estándar con más futuro para aplicaciones sin hilos. Las características del DECT unidas a la gran cantidad de servicios que ya proporcionan los sistemas Alcatel ofrecerán al usuario un nivel de comodidad y de confort hasta ahora desconocido.

Introducción

La movilidad es un fenómeno de nuestro tiempo. Consecuentemente, equipos móviles han tenido éxito en áreas tan diversas como casas, ciudades, coches, etc. La captura del área de negocios está ahora comenzando y este campo es para Alcatel uno de sus mayores empeños.

Con el fin de combinar la gran variedad de servicios y las necesidades de movilidad, la nueva generación de centralitas de Alcatel tendrá una arquitectura global, la cual incluye un módulo de movilidad basado en DECT.

Diseñado aprovechando la larga experiencia en el desarrollo de sistemas y terminales, el terminal móvil encaja perfectamente en la nueva gama de productos. Es de gran importancia que los usuarios no necesiten aprender como opera el teléfono móvil personal: los modos de acceso a las características y servicios ofrecidos en un entorno de oficinas deben ser los mismos para inalámbricos y para terminales fijos. Esta es una de las principales directrices del equipo de ingeniería.

Es también de gran importancia el proporcionar cobertura total en la

zona definida de operación. El DECT está proyectado para ser utilizado en estructuras piconcelulares, necesitando varias estaciones bases para cubrir una determinada área. Por lo tanto la arquitectura de la estación base ha de ser optimizada en términos de costo.

Las ventajas más claras de introducir movilidad en las oficinas son:

- reducción del número de llamadas no respondidas
- ganancia de tiempo y dinero (menos número de llamadas como respuesta a una no localización)
- aumento de la relación disponibilidad/localización
- mejor imagen/eficiencia en las relaciones internas y externas
- eliminación de las pérdidas de tiempo en la espera de llamadas importantes
- libertad de movimientos
- número personal.

La nueva generación de sistemas Alcatel puede ser considerada como la introducción de las *centralitas sin hilos* (WPABX).

El estándar DECT

El estándar DECT es uno de los principales desarrollos existentes en Europa en el área de las comunicaciones móviles. Este estándar ha sido desarrollado por el ETSI, empujado por un extendido deseo de atender el mercado latente percibido en el campo de las comunicaciones personales portátiles en área local. Particularmente importante ha sido la capacidad de satisfacer las necesidades de red dentro de las oficinas,

primeramente para servicios de voz, pero también para proporcionar soporte a la gran variedad de requerimientos de tráfico de datos.

El DECT puede ser descrito como un modo de acceso vía radio a redes fijas, el cual admite comunicaciones móviles en áreas con alta densidad de tráfico. Esto es generalmente entendido como un equipo consistente en un transceptor radio portátil ligero y pequeño, capaz de comunicarse con una estación base situada a distancias cortas. El DECT ha sido diseñado para soportar una gran variedad de aplicaciones a un coste que estimula su extensa implantación. Este sistema es particularmente indicado en las siguientes aplicaciones:

- teléfonos sin hilos domésticos
- sistemas telefónicos para pequeños negocios
- centralitas sin hilos
- servicio telepunto
- acceso a redes LAN de datos sin hilos
- aplicaciones en evolución (extensión de telefonía sin hilos a radio celular, extensión a redes públicas locales, etc.).

Los requisitos de estos usuarios fijan una serie de objetivos básicos que han de tenerse en cuenta en el diseño del sistema para:

- soportar una densidad muy alta de usuarios, equivalente a oficinas totalmente sin hilos, con un aceptable grado de servicio y sin excesiva inversión en infraestructuras
- proporcionar capacidades de telefonía personal avanzada, adaptando el estándar a la evolución de los servicios en la red fija

- minimizar las restricciones impuestas por el estándar sobre operadores y fabricantes en la implantación de las redes fijas complementarias
- alcanzar estos objetivos y a la vez asegurar que un sencillo instrumento doméstico es factible a un coste muy bajo.

Características técnicas y capacidades del DECT

El DECT está basado en un sistema de comunicación radio (sin hilos) microcelular que proporciona acceso vía radio con baja potencia, entre un portátil y las partes fijas en un radio de hasta unos cientos de metros. Las características técnicas básicas son las siguientes:

- banda de frecuencia: 1880 a 1900 MHz
- número de portadoras: 10
- espacio entre portadoras: 1,728 MHz
- potencia de transmisión de pico: 250 mW
- multiplexación de la portadora TDMA; 24 canales por trama
- longitud de la trama: 10 mseg
- multiplexación básica TDD usando dos canales sobre cada portadora
- velocidad binaria de transmisión: 1152 kbit/s
- velocidades de canales: 32 kbit/s en campo B (tráfico) por cada canal, 6,4 kbit/s en campo A (control/señalización) por canal

Uso del espectro

El eficiente uso del espectro es uno de los principales requisitos en un servicio radio. Esto es incluso a tener más en cuenta en aplicaciones sin hilos como el DECT, del cual se esperan unos altos requisitos de capacidad de tráfico. El DECT se aproxima a esta necesidad desde dos puntos: la segmentación del espacio espectro y la asignación dinámica de canales.

Segmentación del espacio espectro: Los canales físicos necesarios para alcanzar los requisitos de comunicación son proporcionados por el DECT mediante una segmentación del espacio espectro en términos de localización geográfica, frecuencia y tiempo.

El acceso radio del DECT permite el uso del concepto archiconocido de radio celular de dividir el área geográfica. La región de cobertura es dividida en celdas (idealmente hexagonales), las cuales pueden ser muy pequeñas, ya que como es sabido, en sistemas celulares la distancia de reuso puede ser reducida al disminuir el tamaño de la celda. Hay una moderada complejidad adicional ya que el estándar debe proporcionar un seguro handover entre celdas, pero también es posible doblar la capacidad de un sistema DECT en un edificio típico, reduciendo la separación entre estaciones bases aproximadamente en un 20%. Cada celda posee una estación base, estando equipada para que puede acomodar un cierto número de terminales simultáneamente. Haciendo esto la distancia a ser cubierta por una transmisión radio puede conseguir ser muy pequeña, por lo que la distancia en la que un canal puede volver a ser reusado es también muy pequeña. Este concepto proporciona un eficiencia espectral extremadamente alta.

La segunda dimensión en la cual se segmenta el espectro asignado es la frecuencia. La banda de frecuencias de 1880 a 1900 MHz ha sido asignada al DECT por el CEPT. Dentro de esta banda, el estándar DECT define diez frecuencias portadoras, desde 1881,792 a 1897,344 MHz. Cada portadora tiene una estructura de tramas.

La segmentación en el tiempo se realiza usando el método TDMA/TDD (acceso por división en el tiempo/división simétrica del tiempo). Con este método de acceso, los terminales con capacidad de operación en más de un canal pueden ser fabricados con una complejidad

relativamente baja. La operación simultánea en dos canales puede ser necesaria incluso en los terminales telefónicos básicos, al menos temporalmente, para permitir handover sin interrupción. Un handover sin interrupciones es un requisito básico tanto para celdas pequeñas como para proporcionar una alta capacidad. Una de las características principales del estándar DECT son la utilización de algoritmos de handover seguros y eficientes los cuales favorecen las celdas pequeñas a un costo razonable.

Asignación dinámica de canales (DCA): Se olvida frecuentemente que una gestión ineficaz de los recursos, p. ej. una asignación del espectro a celdas o a operadores de sistemas independientemente de las necesidades reales, es la causa de la ineficacia espectral de muchos sistemas. El algoritmo de asignación dinámica de canales proporcionado por el DECT puede incrementar la capacidad entre un 400% y un 800% comparado con la asignación fija usada en otras redes celulares.

Quizá la mejor manera de mostrar la capacidad del DECT de proporcionar servicios en un entorno de oficinas es compararlo con otros sistemas existentes, tales como el CT2, el cual ha sido considerado como un competidor potencial dentro de la telefonía sin hilos digital en entorno de oficinas. Ambos sistemas pueden usar el concepto de asignación dinámica de canal para ganar el acceso al canal de voz más adecuado. Sin embargo, el terminal CT2, después de haber establecido el canal de voz, ocupa completamente esta frecuencia, no pudiendo supervisar el resto de canales de su celda y celdas adyacentes. En el caso del terminal DECT, después de haber establecido la conexión de voz, éste solo ocupa una fracción de tiempo la frecuencia elegida, y por lo tanto tiene tiempo no solo para supervisar los canales dentro de su celda, sino también los canales de las celdas adyacentes y en todas sus frecuencias. Esta infor-

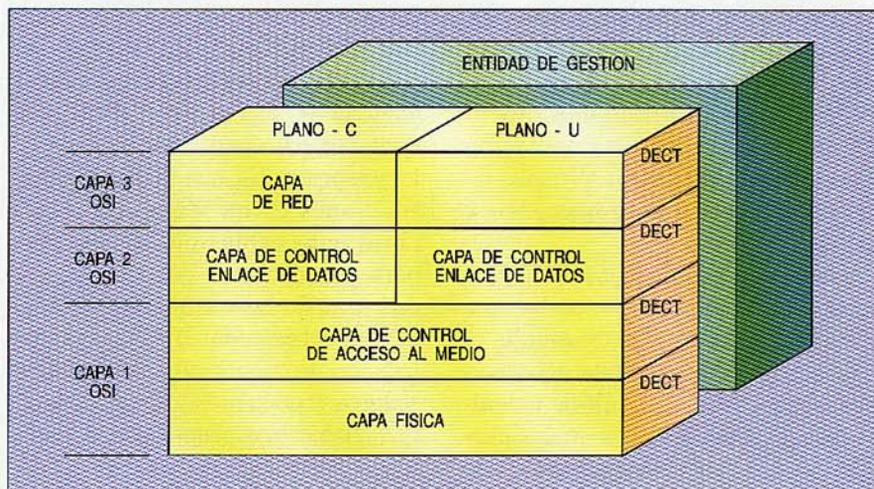


Figura 1 - Estructura de capas en el DECT

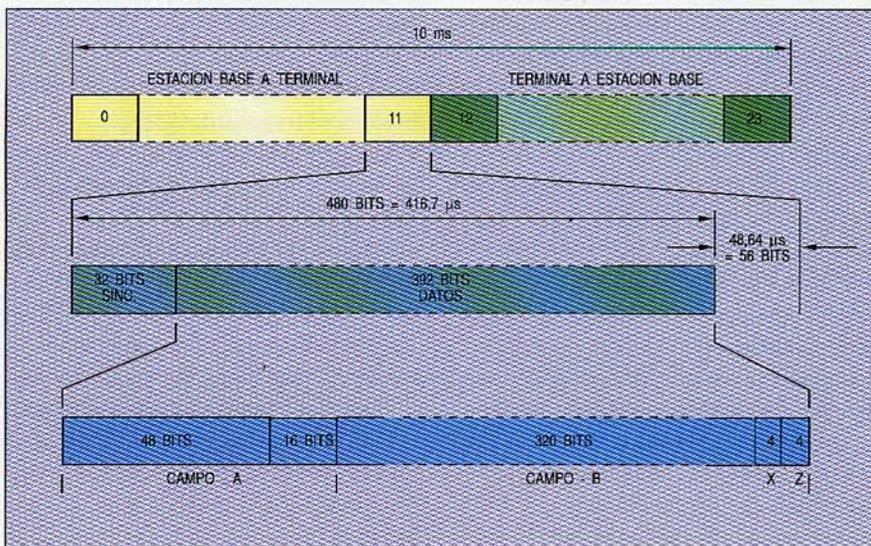


Figura 2 - Estructura de trama TDMA del DECT

consecuentemente la eficiencia del uso de las frecuencias disponibles e incrementando su capacidad. Cuando se añaden celdas al sistema para ganar cobertura o capacidad, no se requiere ninguna celda de las anteriores o planificación de frecuencia, ya que los terminales se ajustan por si mismos a la nueva situación. Por otra parte, la capacidad en un sistema basado en FDMA tiene que ser cuidadosamente planificada al tiempo que se instala, con el fin de proporcionar un número suficiente de frecuencias.

Las características anteriormente mencionadas son vitales para una implantación satisfactoria en un entorno de oficinas (centralitas sin hilos). Este es el área con más alta densidad de teléfonos en uso, así como con más alto tráfico. Además de esto, es un entorno tridimensional, en el cual el utilizar FDMA en la planificación de frecuencias y en los requisitos de calidad es un autentico quebradero de cabeza. La capacidad necesaria se alcanza reduciendo el tamaño de las celdas a unas pocas decenas de metros, lo cual crea un entorno celular, y la necesidad de frecuentes e imperceptibles handovers llega a ser un requisito fundamental, particularmente si consideramos que el usuario requiere la misma calidad de voz como la que tiene con una extensión cableada.

mación se almacena en el terminal y se usa para proporcionar características únicas. Una de estas es el handover sin interrupciones entre celdas o canales durante una conversación. Así cuando el usuario se está moviendo, el estado de todos los canales se actualiza y cuando un handover es necesario, el terminal toma la decisión, selecciona la estación base en la cual se encuentra el mejor canal de voz y establece esta nueva conexión mientras está todavía en curso la anterior. Cuando se necesita efectuar un handover, el portátil se comunica con la estación base a través de un nuevo canal de voz en paralelo con el ya existente, y

consecuentemente libera el antiguo canal de voz. Todo este proceso se realiza en paralelo a la conversación existente, siendo el handover imperceptible para el usuario. Esta característica puede ser descrita como handover sin interrupciones usando una asignación dinámica de canales, incluso durante una conversación en curso, algo que el FDMA (usado por el CT2) no puede ofrecer.

Aparte de la características del handover sin interrupciones un DCA continuo proporciona al portátil más inteligencia y le da potencia para optimizar el uso de los canales de voz independientemente de una conmutación central, mejorando

Estructura de capas en el DECT

La estructura de capas del estándar DECT está basada en la estructura de capas usada en el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI) del ISO. El interfaz común (interfaz vía aire del DECT) se corresponde con las tres capas más bajas del modelo OSI, pero el DECT define cuatro capas de protocolos, como se muestra en la Figura 1.

Capa física

La capa física divide el espectro de radio en canales físicos. Esta divi-

sión ocurre en dos dimensiones fijas: frecuencia y tiempo.

La división de frecuencia y tiempo usa el sistema de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) sobre portadoras múltiples de RF, en la banda de frecuencias de 1880 a 1900 MHz. Sobre cada portadora la estructura TDMA define 24 canales en una trama de 10 mseg, pudiéndose cada canal utilizar para transmitir un paquete auto-contenido de datos. La estructura TDMA del DECT se muestra en la **Figura 2**.

Capa MAC (control de acceso al medio)

La capa MAC realiza dos funciones principales. En primer lugar selecciona los canales físicos, establece y libera las conexiones sobre estos canales. En segundo lugar, multiplexa y demultiplexa la información de control, junto con información de los niveles superiores e información de control de errores, en paquetes del tamaño de un canal.

Estas funciones se utilizan para proporcionar tres servicios independientes: un servicio de difusión, un servicio orientado a conexión y un servicio no orientado a conexión.

Capa DLC (control de enlace de datos)

La capa DLC está asociada a la provisión de enlaces de datos muy fiables a la capa de red. Esta capa ha sido diseñada para trabajar muy unida a la capa MAC, con el fin de proporcionar niveles más altos de integridad de datos que los que podría proporcionar la capa MAC por sí sola.

El modelo de capas en el DECT divide en dos planos de operación a la capa DLC: el plano C y el plano U. El plano C es común a todas las aplicaciones y proporciona unos enlaces muy fiables para la transmisión de la señalización de control interno y cantidades limitadas de tráfico de información de usuario. El plano U proporciona una familia de servicios alternativos. El servicio más simple es el servicio no protegido transparente usado en la transmisión de voz,

otros servicios soportan la transmisión de datos en modo paquete o en modo circuito.

Capa de red

La capa de red es la principal capa de señalización del protocolo. Adopta un forma similar al protocolo de la capa 3 de la RDSI.

El control de llamada básico (CC) proporciona un servicio de conmutación de circuitos seleccionado de una de las opciones del DLC. Otros servicios de la capa de red son los servicios suplementarios, los servicios de mensajes orientados a conexión, los servicios de mensajes sin conexión y la gestión de movilidad (MM). La MM es un grupo particularmente importante de servicios. Este grupo contiene los procedimientos que soportan los aspectos especiales de movilidad en los elementos portátiles inalámbricos, por ejemplo, la autenticación y el registro de la posición.

Solución Alcatel

La centralita DECT de Alcatel es un sistema de centralita sin hilos pico-celular integrado dedicado a pequeñas y medianas empresas, que proporciona servicio hasta 128 usuarios, con extensiones cableadas y/o sin hilos. El interfaz de radio usado es el especificado en el estándar DECT.

Los requisitos más importantes para la elección del interfaz de radio fueron ofrecer una calidad de voz comparable a la existente en extensiones cableadas, proporcionar un reuso de las frecuencias con el fin de hacer frente a una alta densidad de tráfico y proporcionar servicios suplementarios, que típicos de sistemas privados cableados.

Con el fin de proporcionar una mejora de la movilidad funcional en los sistemas instalados, fue elegida una arquitectura de sistema modular e integrada, que permite una fácil expansión del sistema y una conexión directa de las estaciones base al sistema, sin la necesidad de

equipo adicional, tal como una controladora de red.

Hay dos funciones de movilidad esenciales que tienen que ser soportadas obligatoriamente por sistemas sin hilos. La primera es permitir a los usuarios de inalámbricos el movimiento dentro del área de cobertura, lo que significa la posibilidad de iniciar llamadas salientes y recibir llamadas entrantes en cualquiera de las celdas radio. Esta función implica que el sistema haga un seguimiento de localización de cada usuario. La segunda es ofrecer un mecanismo de handover potente, que permita a los usuarios de inalámbricos moverse entre celdas adyacentes sin pérdida del enlace cuando se cambia de canal físico.

Una WPABX DECT típica soporta una o más estaciones base, cada una cubriendo una celda radio. El número de celdas radio soportadas y el tamaño de cada celda dependen del área a ser cubierta y de la capacidad de tráfico necesaria en una determinada localización.

La implantación de grandes sistemas sin hilos y de sistemas de comunicaciones personales mediante la interconexión de varias WPABX requiere desarrollar funciones de conexasión que soporten la gestión de la movilidad.

Arquitectura hardware y concepto del sistema

La WPABX del Alcatel consiste en cuatro bloques:

- sistema de telecomunicaciones medio como sistema de conmutación
- nueva placa interfaz para unión de las estaciones base
- estación base que proporciona el enlace radio
- terminal.

La **Figura 3** muestra una configuración típica de una primera generación de WPABX.

Se pueden unir hasta doce estaciones base a la primera generación de WPABX, siendo capaz cada una

de ellas de servir una celda en un entorno picocelular. El área de cobertura de cada estación base alcanza distancias cuyo diámetro máximo varía entre 25 y 50 metros en interiores, mientras que exteriores es posible alcanzar hasta 250 metros. Se puede determinar un área de cobertura determinada usando un sistema multicelda con sus estaciones base respectivas. El tráfico que puede cursar una estación base, capaz de soportar 12 canales en el aire, estará alrededor de 5 erlangs, con 25 terminales a 0,2 erlangs por estación base.

Placa de interfaz DECT

La conexión entre la centralita y la estación base se realiza mediante una nueva placa de interfaz DECT, que se basa en un microprocesador y que consiste en los siguientes bloques:

— interfaz de línea dedicado DECT,

que proporciona la conexión entre la centralita y la estación base y que consiste en un interfaz a 4 hilos

- microprocesador con una memoria apropiada que maneja la pila del protocolo DECT y la conversiones de protocolo
- interfaz del sistema de la centralita consistente en un ASIC
- dos módulos MAC que tratan la parte principal de la capa MAC
- un módulo supresor de eco para ecos cercanos y lejanos, y un módulo MICDA (MIC diferencial adaptable) que convierte el código MICDA a MIC
- un convertidor DC/DC usado para proporcionar alimentación remota a las estaciones base conectadas a la placa de interfaz
- un módulo generador de reloj que proporciona un reloj de referencia muy preciso y una referencia de trama y multitrama.

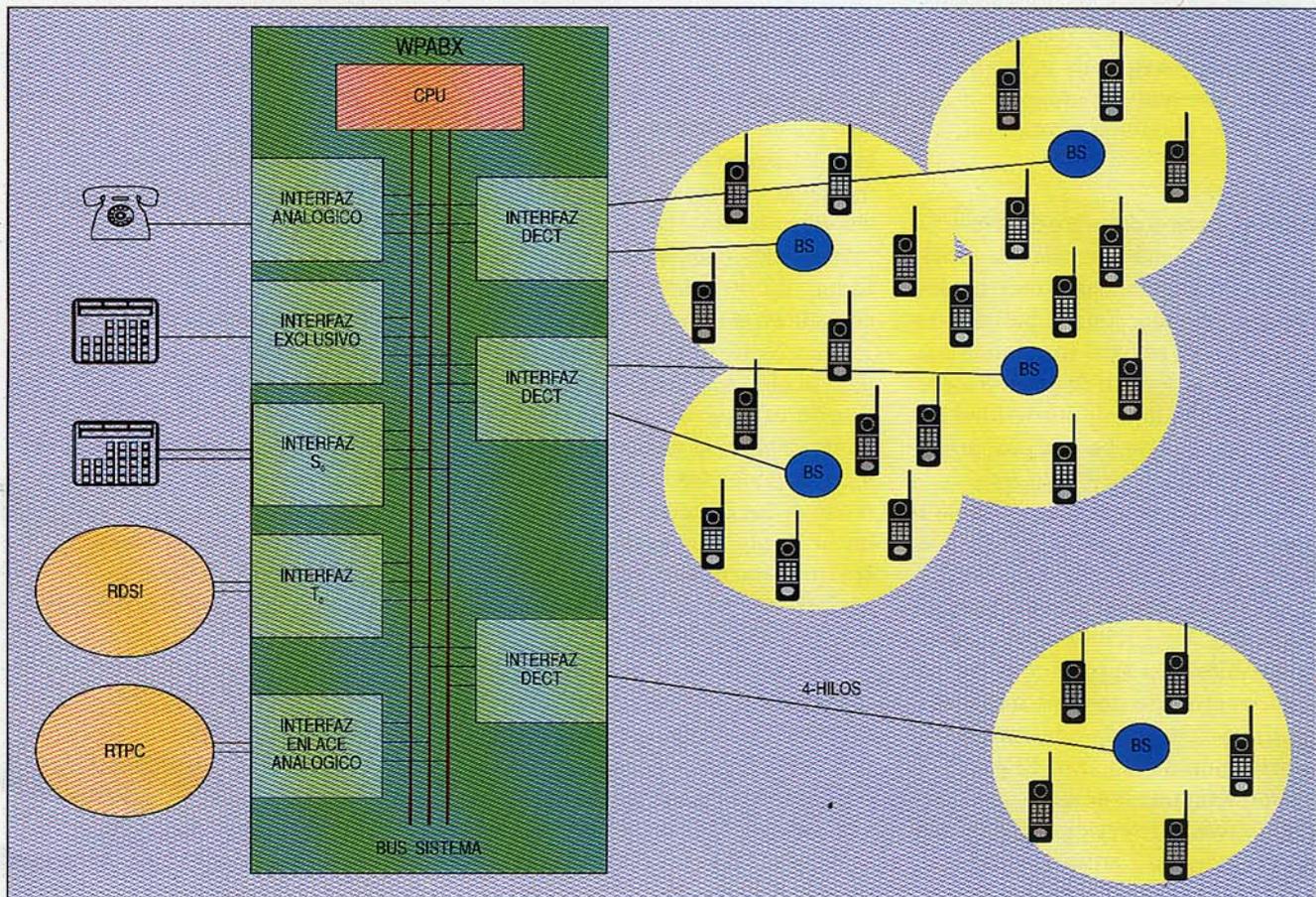
Un diagrama de bloques de la placa interfaz de DECT se muestra en la **Figura 4.**

Arquitectura software y partición funcional

Los aspectos más importantes de la arquitectura software y de la división funcional fueron el proporcionar un máximo de servicios a los usuarios móviles y el ocultar la movilidad y los aspectos del protocolo, tanto como fuera posible, a la unidad de control con el fin de tener un impacto mínimo en el desarrollo del software de la centralita. Por eso surgió la filosofía de tratar a los terminales móviles como un nuevo tipo de teléfono específico, que permitiera al usuario móvil tener acceso a todo el conjunto de servicios proporcionados por la centralita.

Sin embargo, ya que generalmente la localización del usuario móvil no es conocida por el sistema,

Figura 3 - Configuración típica de la primera generación de centralitas sin hilos (WPABX)



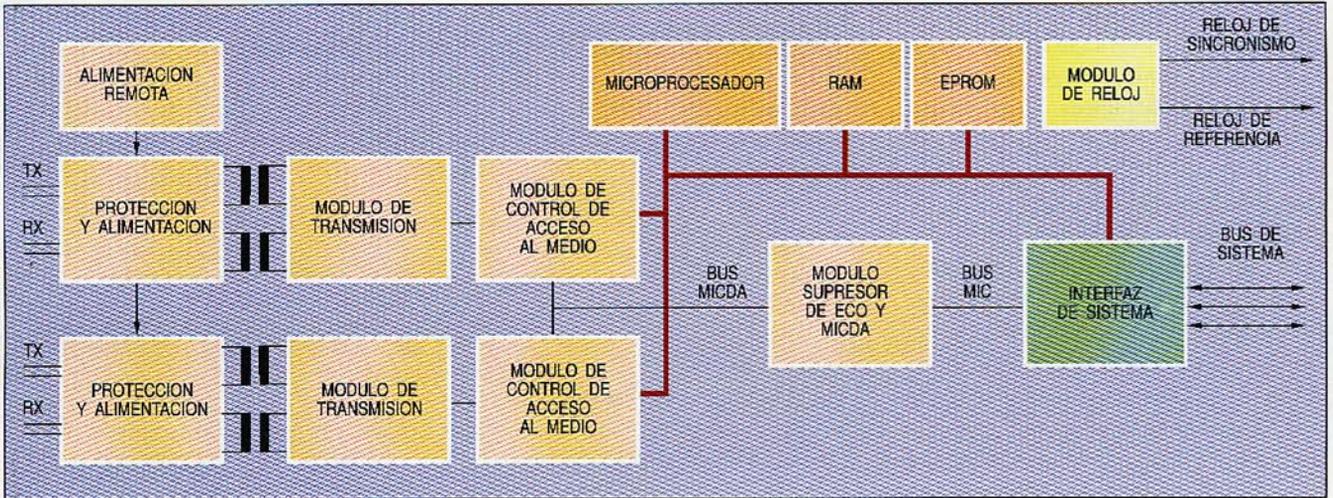


Figura 4 - Diagrama de bloques de la placa de interfaz DECT

se han tenido que introducir algunos mecanismos adicionales en el software de la unidad de control con el fin de buscar al usuario móvil en el caso de llamada entrante.

Las funciones añadidas para soportar usuarios móviles se distribuyen entre la estación base, la placa de interfaz y la unidad de control. La división funcional se muestra en la Figura 5.

La estación base sólo proporciona la capa física del protocolo DECT, mientras que la placa de interfaz se encarga de tratar el resto de funciones específicas del DECT.

Operación del sistema

Enganche al sistema y selección dinámica de canal

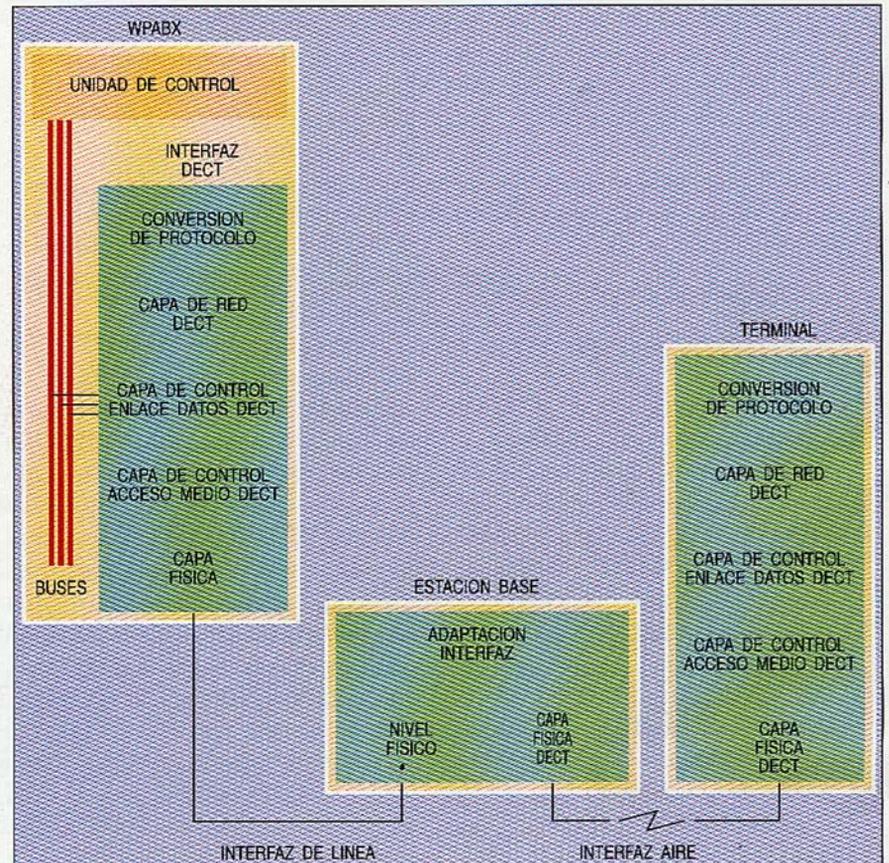
Antes de poder hacer o recibir llamadas, el terminal tiene que obtener la información del entorno en el cual el operará, para decidir si tiene acceso al sistema.

Con el fin de permitir a los terminales sincronizarse con la WPABX, cada estación base está siempre activa en al menos un canal de radio, difundiendo información del sistema y la identificación de la estación base. Esto permite que cualquier terminal conozca el sistema en cuya área de cobertura se encuentra. Durante el estado de

reposo el terminal se engancha a la estación base más fuerte (la más cercana) y escucha los mensajes de búsqueda en todos los canales de radio activos que indiquen una llamada entrante.

La asignación del canal físico es dinámica y controlada por el terminal. Después de engancharse al sistema, el terminal es capaz de decidir el canal más apropiado para una comunicación pendiente. En general

Figura 5 - Partición funcional de una centralita sin hilos



este será el canal con menor interferencia. Esta decisión se toma en base a una tabla en la cual se almacenan todos los canales libres.

Procedimientos de handover y restablecimiento de enlace

La implantación de celdas muy pequeñas con el fin de incrementar la capacidad de tráfico del sistema exige proporcionar un handover rápido y sin interrupciones.

Este requisito se puede cumplir más fácilmente usando el TDMA y una selección de canal dinámica descentralizada, lo cual permite mantener el enlace viejo en un canal mientras se establece uno nuevo en otro canal. Tan pronto se establece el nuevo enlace, el terminal pide al sistema que abandone el viejo.

El handover siempre se realiza cuando una estación base del mismo grupo sea más fuerte que a la que esta enganchado o, dentro de la misma celda, cuando se vea que existe otro canal más apropiado.

El restablecimiento de enlace es una clase de handover usado en la primera generación de WPABX con el fin de conmutar llamadas en progreso desde un grupo a otro. La **Figura 6** muestra los aspectos del restablecimiento de enlace y del handover.

Capacidades del sistema

La primera generación de WPABX tiene las siguientes capacidades:

- función de *roaming*, que es la posibilidad de recibir o hacer llamadas en cualquier lugar del área de cobertura de las estaciones bases
- hasta 16 comunicaciones simultáneas por grupo
- handover sin interrupciones dentro de la misma celda o grupo
- restablecimiento de enlace entre celdas de diferentes grupos
- tráfico medio en cada estación base de alrededor de 5 erlangs

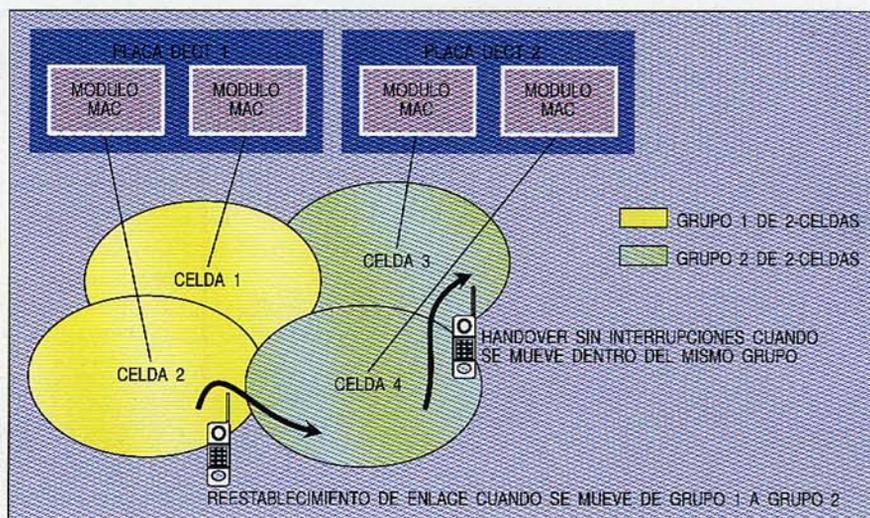


Figura 6 - Handover y restablecimiento de enlace en celdas y grupos

— área de cobertura de cada estación base entre 25 y 50 metros de diámetro.

Estación base DECT

La estación base DECT de las centralitas de Alcatel consiste en un transceptor de radio DECT que puede usar cualquiera de las frecuencias definidas en los canales adyacentes, permitiendo así la operación sobre doce canales dúplex, operando cada uno independientemente en cualquiera de las diez portadoras DECT. La diversidad de antena se proporciona mediante dos antenas diferentes.

Las estaciones base DECT se conectan a la centralita a través de un interfaz a 4 hilos exclusivo, capaz de operar hasta distancias de 800 metros. La estación base se alimenta remotamente a través de los mismos hilos físicos usados en el interfaz de transmisión. Un ASIC específico se encarga de controlar el funcionamiento del enlace, así como de proporcionar la lógica de ráfagas, las temporizaciones y la recuperación de errores.

Físicamente, la estación base consta de dos placas, en una de ellas se encuentra el transceptor radio, similar al del terminal DECT, y en la

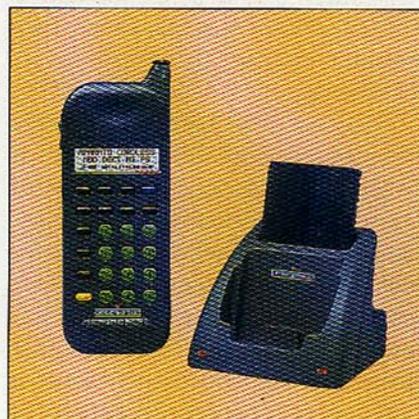
otra los circuitos de transmisión, el control de temporizaciones, la lógica de ráfagas y el convertidor DC/DC.

El terminal DECT

Concepto y arquitectura hardware

Los elementos electrónicos del terminal se ensamblan en dos placas. La primera contiene los elementos del subsistema radio (*placa de radio*) y la segunda incluye los elementos de banda base y el controlador, así como los contactos eléctricos del teclado y el micrófono (*placa de control*). En esta segunda placa se encuentran los conectores para las señales analógicas del altavoz y del

Terminal DECT mostrado con la unidad de carga de baterías



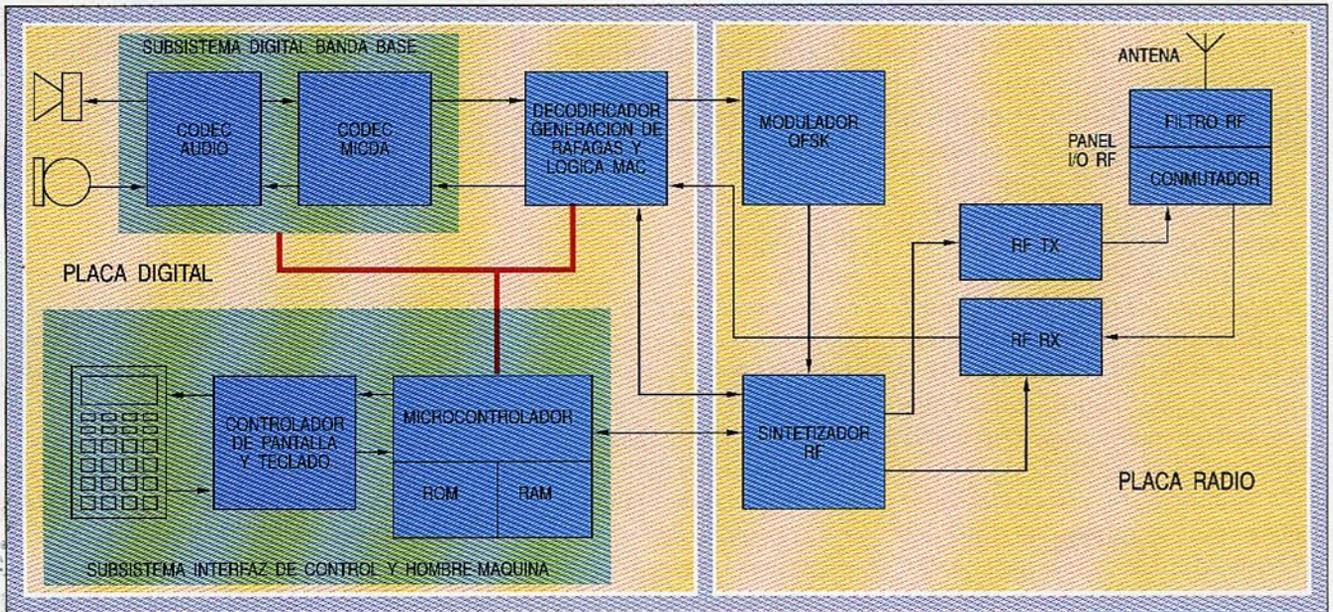


Figura 7 - Diagrama de bloques general del terminal DECT

zumbador. La pantalla de visualización se ensambla en un módulo que incluye su controlador. Este módulo se conecta a la placa de control a través de un interfaz serie. Las placas de radio y de control se conectan a través de un interfaz compuesto por varias señales de control más una señal analógica, que proporciona la información de la intensidad de campo (RSSI). El diagrama de bloques del terminal del DECT se muestra en la **Figura 7**.

En la dirección de transmisión, un canal de tráfico comienza con la conversión lineal de la señal de voz analógica proveniente del micrófono en una MIC lineal de 13 bits con velocidad de muestreo de 8 kHz. Las muestras de voz digitales se codifican en MICDA a 32 kbit/s siguiendo la recomendación G.721 del CCITT (libro azul). Esta señal se coloca en una trama TDMA por la lógica de ráfagas, insertando los bits MICDA en canales de tiempo, con 320 bits de información de voz, que se transmiten cada 10 mseg. La señalización e información de control se añade en cada canal de tiempo siguiendo la especificación CI de DECT (ETS 300-175). Una trama completa TDMA, con la correspondiente información de

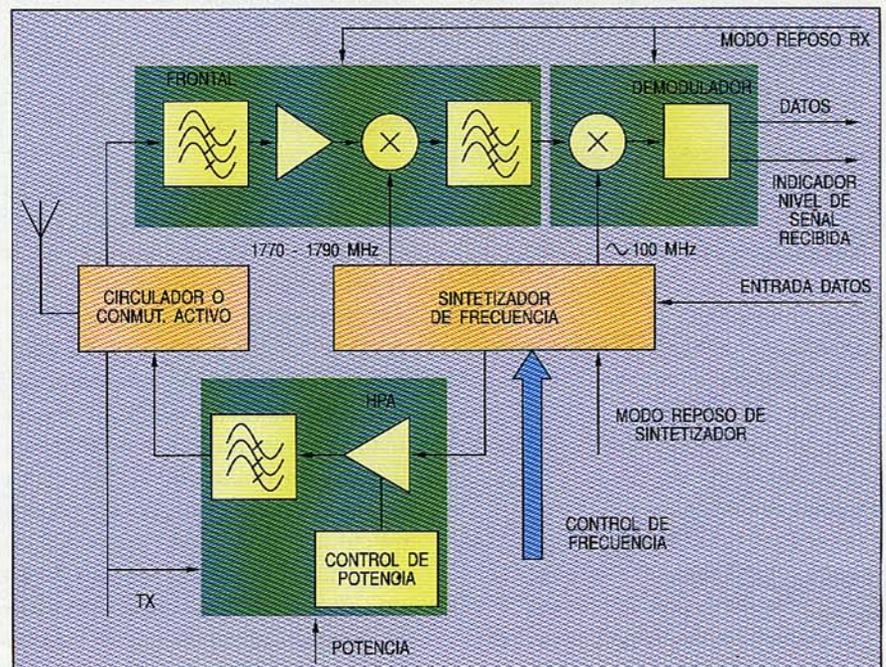
control de errores y los 24 canales se pasa al subsistema de radio.

Los datos se filtran por un filtro gaussiano que proporciona una señal analógica, la cual se usa para modular en frecuencia al sintetizador, siendo posteriormente elevada a la banda de frecuencias de 1880 a 1900 MHz. La

señal de radio frecuencia resultante se amplifica por un amplificador de potencia, se filtra y se envía al conmutador de transmisión/recepción, y posteriormente a la antena.

En la dirección de recepción, la señal entrante en la antena en la banda de 1880 a 1990 MHz, tras su fil-

Figura 8 - Arquitectura básica de la parte de RF del terminal DECT



trado y paso a través de un amplificador de bajo ruido, se reduce a su primera frecuencia intermedia, se filtra y amplifica de nuevo, y se reduce a una segunda frecuencia intermedia. La señal resultante se demodula por un discriminador de FM, proporcionando un trama TDMA digital, que se procesa por la lógica del modo de ráfagas. La señal de 32 kbit/s correspondiente a la voz original se extrae de la trama TDMA, se linealiza a MIC por el decodificador MICDA, se convierte a señal analógica y se envía directamente al altavoz.

Las direcciones de transmisión y recepción se supervisan por el controlador, que es una máquina de estados finitos que puede manejar los protocolos DECT, los canales de señalización y el control de RF, así como controlar el interfaz de usuario, teclado, pantalla de visualización y timbre. La **Figura 8** muestra un diagrama de bloques de la placa de radio.

Arquitectura software y división funcional.

La arquitectura se basa en la división de funciones entre el firmware y el hardware y en el sistema de operación en tiempo real usado. El contenido funcional del módulo es el siguiente:

Encendido

Pruebas en línea de la memoria y del hardware

Poner el hardware en el estado inicial

Poner el firmware en el estado inicial

Rutinas de interrupción y control

Teclado

Puerto serie ISR

ASIC ISR de DECT

Pantalla de visualización

MICDA

Temporizadores

Supervisor

Supervisor del sistema

Gestión de errores del sistema

Aplicación (interfaz hombre-máquina)

Facilidades de prueba en ROM

Configuración del terminal por el usuario y por el instalador

Sistema operativo

Módulo comercial.

Sistema operativo

Es importante tener un sistema operativo modular que permita el desarrollo de módulos de aplicación individuales mediante interfaces definidos claramente. De esta manera, los programadores pueden enfocarse en áreas de desarrollo específicas. Los requisitos del sistema operativo son:

- gestionar tareas con prioridades
- funciones de gestión de tiempos
- mecanismos de tratamiento de interrupciones
- buzones con capacidad de mensajes múltiples
- indicadores de eventos para la comunicación de tareas.

El firmware se diseña para soportar seis tareas, con seis buzones, una interrupción externa y una tarea cíclica.

La configuración del sistema operativo debe optimizar el tamaño de la RAM, de la ROM y el tiempo de conmutación entre tareas, en este orden de prioridad.

Futuras aplicaciones

Las aplicaciones del DECT descritas en este artículo no terminan aquí. Existen para Alcatel muchos retos en otros campos, como las aplicaciones residenciales, las LAN móviles, las aplicaciones telepunto, la extensión del GSM y muchos más.

La movilidad no es sólo la posibilidad de moverse. La movilidad es una nueva clase de servicio, un nuevo nivel de confort, el cual es aplicable en muchos campos. Simplemente *el cortar el hilo* no lo es todo. Tampoco la estrategia de Alcatel es intentar combinar PC, fax y teléfono en un único terminal móvil.

El terminal DECT es una pequeña parte de nuestra definición global de movilidad. Está claro, que es bastante posible anticipar un futuro donde la movilidad sea un servicio ofrecido con cada tipo de equipo de telecomunicaciones.

Volker Werbus nació en Kassel, Alemania, en 1964. En 1988 se graduó en la Universidad de Kassel como ingeniero de electrónica y telecomunicaciones. Ese mismo año entró en la división Business System de Alcatel SEL como diseñador hardware. Se encargó del diseño hardware de un sistema de conmutación de banda ancha, pasando por los sucesivos puestos de responsabilidad de gestión del proyecto. Uno de sus siguientes trabajos fue gestionar la adaptación europea de una centralita de tamaño medio junto con un equipo internacional de gestión de proyectos. Desde 1992 ha sido el jefe de proyecto del desarrollo de centralitas sin hilos en la división Product and Technology de Alcatel SEL.

Artur Veloso nació en Coimbra, Portugal en 1956. Se graduó en la Universidad de Stuttgart en 1984 en ingeniería electrónica y telecomunicaciones. Ingresó en SEL el mismo año como ingeniero de desarrollo hardware. En los siguientes años, trabajó en el diseño de placas de periféricos para el Sistema 12B, y en particular en aplicaciones RDSI. Posteriormente se encargó del desarrollo del firmware y se involucró en el diseño de filtros digitales. Desde 1991, cuando el Sr. Veloso pasó a la división Business System de Alcatel, ha sido responsable del diseño de la centralita sin hilos.

Alfonso Villanueva nació en Zaragoza, España, en 1962. Se graduó en la Universidad de Zaragoza en 1985 en ingeniería electrónica. En 1986 ingresó en Alcatel Standard Eléctrica, donde trabajó en el desarrollo de redes locales por fibra óptica en el Centro de Investigación y Desarrollo. Fue jefe de proyecto en el desarrollo de una unidad de interconexión FDDI-ATM para el modelo ATM del Telecom 91. Desde 1990 es jefe de proyecto del DECT en Alcatel Standard Eléctrica.

Manos libres - un paso hacia la comunicación natural

M. Walker

Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania

Un nuevo método de control de audio aplicado a la transmisión de telecomunicaciones produce la sensación de una conversación directa.

Introducción

Inicialmente, el objetivo primario del teléfono era conseguir una conversación inteligible a larga distancia.

El propósito de los desarrollos más recientes es conectar personas acústicamente, en modos de diálogo y conferencia, de tal forma que sea posible mantener una conversación natural y sin distorsiones [1-5].

Los interlocutores deberían sentir que las personas con las que están hablando estén en su proximidad.

Si las cosas se realizan correctamente, las características de una conversación natural se deben transportar en la transmisión del sonido y no se deben perder debido a restricciones técnicas.

¿Que es lo que distingue una conversación natural de una telefónica? Cuando se analiza ésta pregunta resulta claro que los anteriores criterios de calidad utilizados en telefonía tales como la articulación silábica ó la conversación inteligible no son las normas adecuadas para medir las características de una conversación natural.

Características de la conversación natural

Reproducción de la voz en todo el espectro

En una conversación natural directa, se dispone del espectro audible completo. Profundas resonancias pectorales afónicas y claros siseos indican

la proximidad del interlocutor y hacen que una persona sea identificada por su voz — aspecto importante en el modo de conferencia ya que los conferenciantes no se identifican cada vez que vuelven a hablar.

Volumen de voz adaptable

Una persona se adapta a su entorno acústico hablando tan alto como considere necesario para que la entienda su interlocutor. Es sabido que las personas con problemas de audición, normalmente hablan más alto que aquellas sin dichos problemas.

Intercambio vivo de palabras

Las personas confirman que han oído lo que se está diciendo. Por medio de breves comentarios, se lleva el acuerdo o desacuerdo a la persona con la que se está hablando sin interrumpirla. Cualquiera puede empezar a hablar en una conversación.

Con la introducción de imágenes (videoteléfono, videoconferencia) [1] esto es particularmente importante ya que, por ejemplo, se pueden seguir al mismo tiempo el movi-

miento de los labios de los interlocutores y su lenguaje corporal.

Entornos conocidos acústicamente

Cada persona oye solamente su propio entorno acústico al cual se adapta. Ruidos de fondo no familiares no están presentes en una conversación natural.

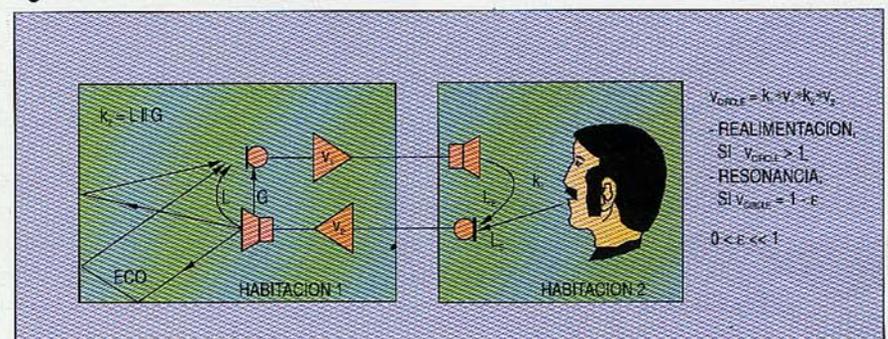
Si dos personas separadas espacialmente están conectadas acústicamente a través de un medio de transmisión, el área que rodea al interlocutor puede transmitirse también como un entorno acústicamente desconocido.

Las cuatro características anteriores de una conversación natural no pueden transmitirse satisfactoriamente con los equipos manos libres convencionales.

Problemas básicos en la conversación manos libres

Un problema fundamental en todos los equipos manos libres convencionales es la realimentación acústica, que depende mucho de la adaptación del altavoz y el micrófono, sus alre-

Figura 1 - Realimentación acústica



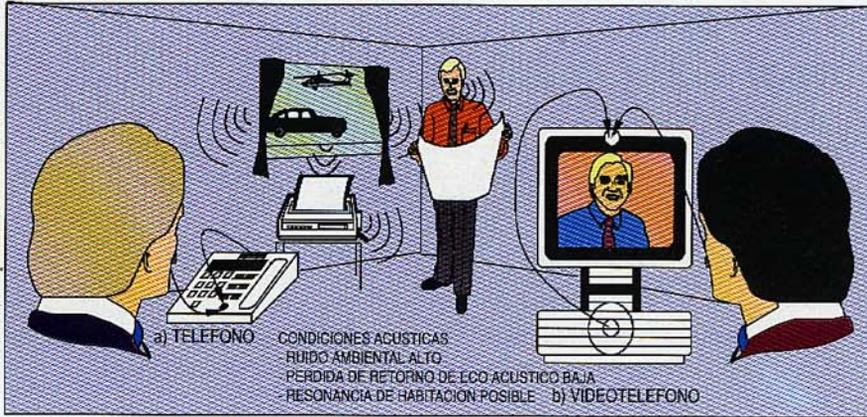


Figura 2 - Ejemplos de aplicaciones

dedores más próximos y el lugar en que se utilizan.

El micrófono manos libres no está solamente expuesto al sonido que emite directamente el orador. Parte del sonido que emite el altavoz alcanza el micrófono por el aire, a través de reflexiones en objetos vecinos, y también en gran medida vía cuerpos sólidos (acoplamiento envolvente) y se retransmite al interlocutor (Figura 1).

La magnitud del acoplamiento indeseado entre el altavoz y el micrófono viene determinada por la distancia entre los transductores del sonido, su directividad y por la propia habitación. La diferencia entre el nivel de sonoridad L_S producido por el interlocutor y el nivel de sonoridad de la señal entrante L_E , medida en la posición del micrófono manos libres, da la magnitud de la pérdida de retorno de eco acústico.

La Figura 2 muestra lo diferente que pueden ser las condiciones acústicas en distintas aplicaciones.

En el caso más favorable, un estudio de videoconferencia provisto con acústica afónica, se pueden alcanzar valores de $a_{RH} > 6$ dB. Por el contrario, la pérdida de retorno de eco acústico en teléfonos portátiles y videoteléfonos (Figura 2) varía entre 0 dB y -25 dB, en el mejor de los casos. En éstas aplicaciones hay una complicación adicional, ya que las relaciones acústicas se pueden ver perjudicadas por ruidos ambientales y habitaciones resonantes.

Estado del arte del equipo manos libres

Esta sección describe los principios de circuitería al estado del arte que se utilizan para atenuar los problemas acústicos [2].

Atenuador controlado por voz

La atenuación controlada de la voz (Figura 3) es el principio más utilizado en los teléfonos manos libres. Puede realizarse económicamente para los sistemas de banda ancha y banda estrecha [3].

Para obtener una adecuada pérdida de retorno de eco acústico, la amplificación de transmisión V_S se cambia en proporción inversa a la amplificación de recepción V_E . Usando este principio, una conversación sólo se puede mantener usando una comunicación bidireccional controlada automáticamente si el que

habla introduce una pausa. Las sílabas iniciales de las palabras se pierden durante el cambio. Por tanto la conversación pierde su naturalidad.

En el modo conferencia aparecen complicaciones a causa de éste principio: es difícil interrumpir a interlocutores locuaces, y un conferenciante no tiene la sensación de estar siendo oído si no puede escuchar sonidos que indiquen acuerdo o desacuerdo.

Filtro en peine

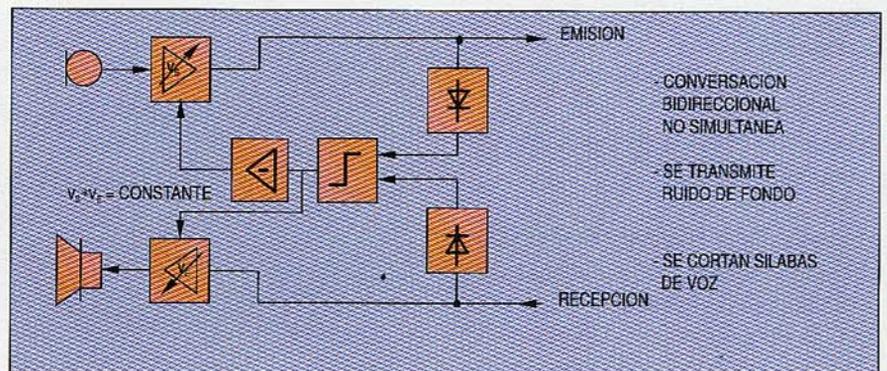
Con el principio del filtro en peine (Figura 4), los canales de transmisión y recepción se desacoplan por filtros en peine compensados entre sí [4].

Puesto que la estructura del filtro sólo se puede adaptar para conectar dos interlocutores, no es posible utilizar este principio para el modo de conferencia. La reproducción natural de voz ortofónica no puede conseguirse debido a la descoloración del sonido causada por éste principio.

Compensador de eco

Con el compensador de eco acústico (Figura 5), la señal de tono local eléctrico en el micrófono se deduce a partir de la señal entrante por medio de un filtro FIR (respuesta de pulso finito) y se utiliza para sustraerla de la señal del micrófono [5]. La señal del micrófono se compara con la señal entrante en el margen de tiempo de resonancia.

Figura 3 - Balance controlado de la voz



La comparación proporciona continuamente los coeficientes ($k_0 - k_{n-1}$) para el filtro FIR. La necesaria longitud de filtro se determina por la frecuencia de muestreo y el tamaño de la habitación y puede llegar a constar de varios miles de coeficientes. Los coeficientes deben ser actualizados constantemente debido a que la respuesta impulsiva del sistema cambia incluso debido a pequeños movimientos de la gente en la habitación.

Se necesitan procesadores de señal de alta velocidad y memorias grandes para el trabajo del compensador de eco acústico. Sin embargo éste método es todavía demasiado caro para utilizarse en aplicaciones prácticas. La calidad de voz se limita a una anchura de banda de transmisión de aproximadamente 7 kHz con los compensadores de eco actualmente disponibles.

Requisitos de un sistema con reproducción de voz lo más natural posible

Los servicios modernos de comunicaciones, como la videotelefonía y la videoconferencia, deben tener características de alta calidad en la transmisión de la voz humana. Son deseables las siguientes:

- anchura de banda de transmisión de 90 Hz a 10,5 kHz
- adaptación automática de la sensibilidad del micrófono a la presión del sonido
- supresión del ruido ambiental

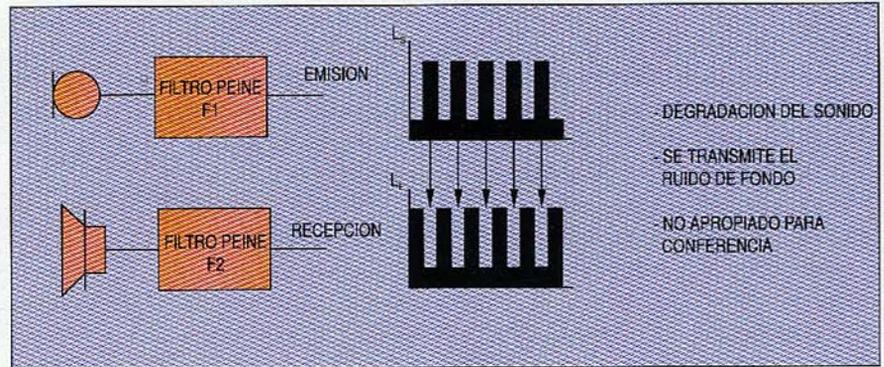


Figura 4 - Filtro en peine

- adaptación de la sensibilidad del micrófono en la dirección de transmisión y de la sonoridad de reproducción en la dirección de recepción a los entornos acústicos
- supresión de la resonancia por realimentación acústica mientras se mantiene una conversación simultánea bidireccional no distorsionada.

Un nuevo método para la conversación manos libres más natural posible

Los requisitos presentados serán cubiertos con más detalle en las secciones siguientes, llevando estas consideraciones a un nuevo método de manos libres.

Anchura de banda de transmisión

La anchura de banda de transmisión requerida puede conseguirse fácil-

mente utilizando circuitos analógicos al estado del arte.

A pesar del elevado gasto en procesadores, pueden presentarse restricciones en los límites más altos de frecuencia al utilizar procesadores de señal digital si su capacidad es inadecuada.

La anchura de banda acústica suele estar limitada por la frecuencia más baja del altavoz. Hay que alcanzar un compromiso entre los requisitos de una gran caja de altavoz y un atractivo diseño

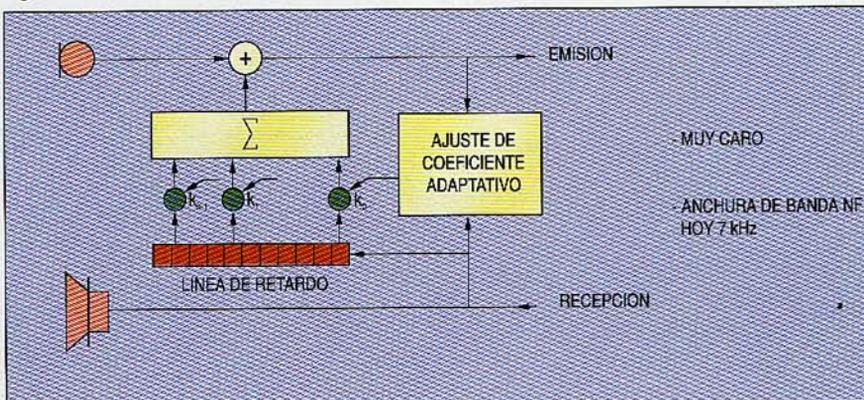
Adaptación de la sensibilidad del micrófono al orador

El usuario habla a su interlocutor a un volumen adecuado a su entorno y haciéndolo así puede variar su distancia al micrófono manos libres desde aproximadamente dos metros hasta unos pocos centímetros. Por tanto se producen variaciones muy grandes en la presión del sonido en el micrófono manos libres y en el oído de su interlocutor.

Estas variaciones de sonoridad pueden reducirse considerablemente si se disminuye la sensibilidad del micrófono desde un valor umbral, concretamente el nivel de sonoridad a la máxima distancia de conversación y mínima sonoridad de conversación, en proporción al incremento en sonoridad. Un compresor dinámico como el mostrado en la Figura 6 puede realizar esta función.

El método de operación del compresor dinámico está basado en una

Figura 5 - Cancelador de eco acústico



realimentación negativa controlada por el nivel del micrófono.

La salida $u_2(t)$ recibe el voltaje amplificado o reducido $u_1(t)$ a través de un multiplicador controlado por el valor medio de u_4 . El voltaje del micrófono $u_1(t)$ se aísla de las porciones de señal de baja frecuencia (<100 Hz) por medio de un filtro paso alto (HP1) y, después de la generación del valor absoluto, se pasa a un decisor de valor de pico (máximo). El valor de salida del decisor de valor de pico se integra (Int.1) determinando la amplificación como el valor medio.

La función de transmisión del sistema se obtiene de la ecuación:

$$u_2(t) = \frac{-u_1(t)}{\frac{1}{V_1} + \overline{u_4} \cdot V_{m1}}$$

asumiendo que $V_1 = \infty$; $u_2(t)$ se conecta en proporción inversa al voltaje de control y multiplicativamente con $u_1(t)$.

En este punto el valor medio de u_4 se determina por $|u_1(t)|$ ó U_{SW} , el que sea el más alto.

Si el valor umbral del voltaje ($U_{SW} = \text{constante}$) es mayor que $|u_1(t)|$, se genera una amplificación constante.

Si $|u_1(t)|$ sobrepasa el umbral de U_{SW} , entonces el valor medio de u_4 cambia con una constante de tiempo determinada por el elemento de integración (Int.1). Un nivel de micró-

fono L_{u1} de salida media en el tiempo determina la amplitud proporcionalmente inversa al cambio en la dirección de nivel del micrófono. El diagrama de la Figura 6 muestra esta característica.

Por tanto, la amplificación de transmisión se reduce desde un particular volumen de voz (L) según el nivel de sonoridad aumenta. El interlocutor lejano recibe ésta señal con un volumen casi constante sin prácticamente apreciar las variaciones acústicas individuales en la sonoridad de la transmisión. La realimentación y la resonancia acústica causadas se limitan al mínimo, ya que la pérdida de retorno acústico variable se ajusta siempre a su valor óptimo.

Adaptación de la sensibilidad del micrófono al entorno acústico

Si nos colocamos en la posición de la persona que escucha, entonces oímos al interlocutor hablar a un volumen prácticamente constante a través del compresor dinámico. No conocemos nada de su entorno acústico o lo conocemos solamente debido a un enmascaramiento auditivo simultáneo.

Durante las pausas de conversación el oído humano se adapta a la nueva situación. De acuerdo con nuestra percepción, los ruidos de fondo no familiares provenientes desde donde el llamante está hablando pasan a primer plano. Para

evitar éste efecto, los ruidos ambientales apenas deben ser transmitidos o suprimidos. Esto se consigue reduciendo la sensibilidad del micrófono por debajo del valor umbral.

Esta reducción se obtiene mediante el expansor dinámico que se muestra en la **Figura 7**. Por debajo del umbral determinado por U_{SW} , el voltaje de control U_{exp} aumenta dentro del margen de no compresión cuando el voltaje de salida $u_2(t)$ se incrementa y la amplificación se reduce.

Una curva de forma relativamente inclinada se selecciona en el margen de expansión p_1-p_2 para poder alcanzar una supresión efectiva del ruido dentro de un margen de volumen del nivel del micrófono muy estrecho. Esto evita la molesta "respiración" del circuito, como la regulación producida por los ruidos de fondo. La banda de frecuencias excitada por la función del expansor dinámico se limita mediante un filtro de paso banda BP1, para reducir las excitaciones debidas a ruidos.

Características del control

El oído humano es capaz de procesar variaciones de sonoridad muy grandes. Reacciona muy rápidamente ante repentinas elevaciones de nivel del sonido y cuando el nivel del sonido se reduce reenmascarándose con una constante temporal dependiente de la escala del volu-

Figura 6 - Compresor dinámico

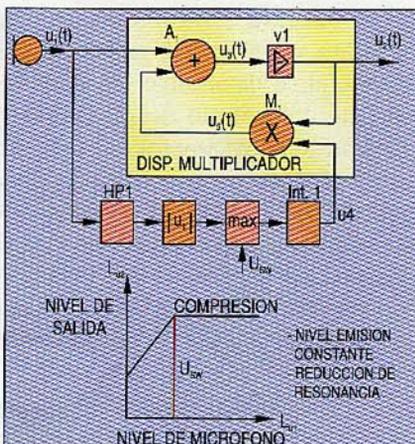
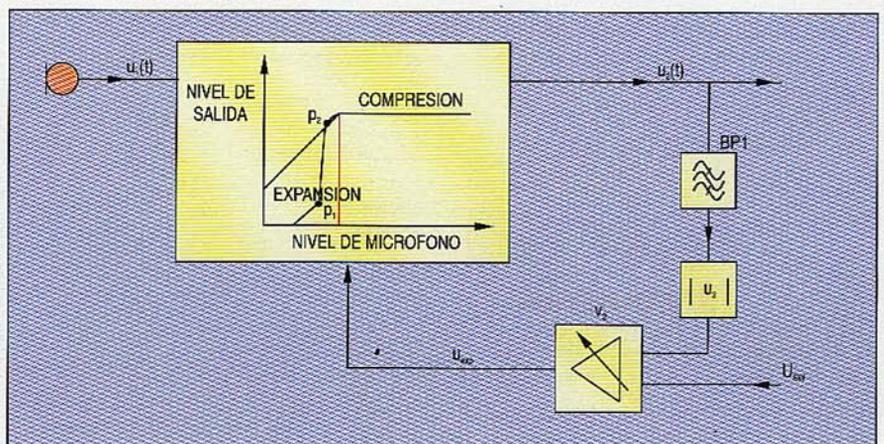


Figura 7 - Expansor dinámico



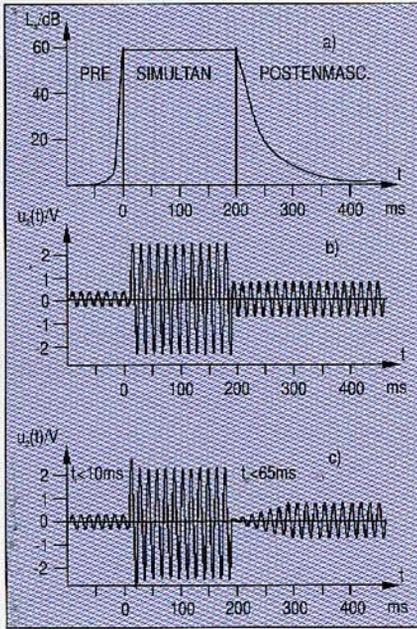


Figura 8 - Comportamiento del control

men como se muestra en la **Figura 8a** [6]. Siendo:

- L_s = nivel de sensación
- t_r = tiempo de subida
- t_d = tiempo de caída

La constante de tiempo del elemento integrante (Int.1) puede dimensionarse de acuerdo a su comportamiento psicoacústico.

El voltaje de salida $u_2(t)$ sigue al voltaje de entrada $u_1(t)$ muy rápidamente en el caso de un cambio positivo repentino en la escala del volumen (nivel de subida), y con una función temporal adaptada a la sensación auditiva en el caso de un cambio repentino negativo en el margen de volumen (**Figuras 8b** y **8c**). Son imperceptibles siempre que los procesos de control se produzcan en el margen enmascarado.

Adaptación de los parámetros del sistema al entorno

El concepto de sistema antes descrito puede ser dimensionado para diferentes ambientes acústicos, como un estudio de conferencias. La característica de compresión debe adaptarse a la situación apropiada en otros casos. Esto requiere contro-

lar el valor umbral U_{sw} en función del entorno acústico.

Un aumento en el voltaje de control U_{sw} incrementa el nivel de micrófono requerido para obtener el rango de compresión. Como se muestra en la **Figura 9**, esto produce una reducción en amplificación de transmisión V_s lo más grande posible, que se requiere en el caso de un incremento de sonoridad en los alrededores.

La gente se adapta instintivamente a su entorno, hablando tan alto como considere necesario. La sonoridad de sus conversaciones alcanza, como siempre, el margen de la compresión automática del volumen, transmitiéndose con la misma sonoridad.

El volumen en recepción se puede incrementar en el mismo factor que el desplazamiento del compansor, sin incrementar la ganancia del bucle-cerrado. Igualmente se obtiene una adaptación al entorno para el volumen de reproducción. La **Figura 10** muestra como se incorporan en el diseño éstas dos funciones.

Debido al voltaje de control U_{sw} , tanto el valor del umbral para controlar la característica del compansor como la amplificación de la rama de reproducción a través del multiplicador M2 se cambian de tal forma que la ganancia permanece constante.

El objetivo es reproducir el sentido humano del oído tanto como

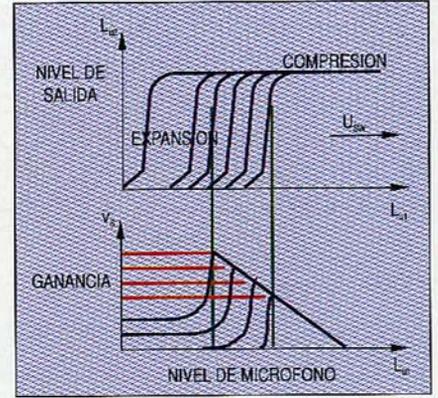


Figura 9 - Dependencia de las características del nivel de salida y las de ganancia

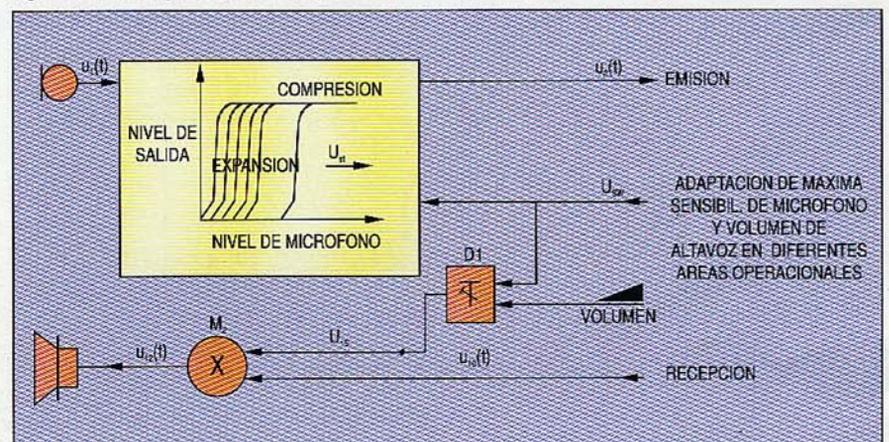
sea posible. Esto se consigue permitiendo que la sensibilidad del micrófono y la sonoridad de la reproducción se adapten a cada situación.

Todos los interlocutores lejanos sienten, por los efectos de estas señales, que la otra persona está hablando con un volumen incluso agradable y que la acústica de fondo es casi imperceptible.

Pérdida de retorno de eco acústico

En una conversación bidireccional simultánea estable, se requiere una pérdida de retorno de eco acústico adecuada de $a_{RH} > 0$ dB. Para conseguir esto, se utilizan micrófonos unidireccionales o de interferencias colocados a una considerable distancia del altavoz de reproducción y tan próximos como sea posible a la boca del orador. El altavoz de reproduc-

Figura 10 - Adaptación de compansor



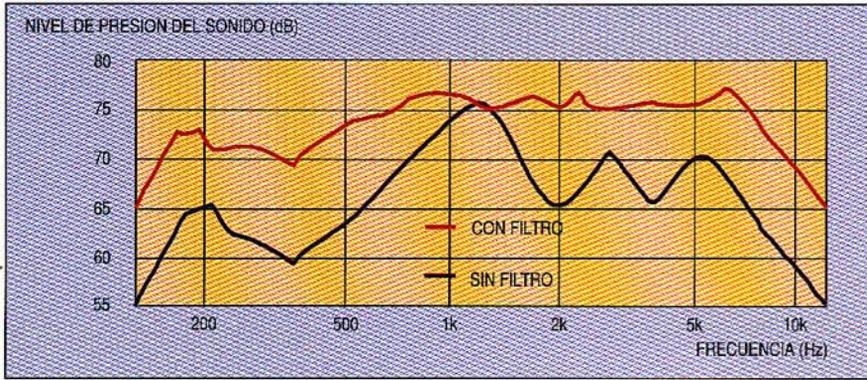


Figura 11 - Respuesta en frecuencia del altavoz

ción se desacopla mecánicamente del micrófono. Desafortunadamente, estos requisitos acústicos no pueden alcanzarse siempre por razones del diseño. La respuesta en frecuencia del altavoz viene determinada por el lugar de instalación en la habitación o por su caja. No hay ninguna relación local fija entre altavoz y micrófono por lo cual se da una dependencia del acoplamiento según su sitio de instalación. La Figura 11 muestra la respuesta en frecuencia de un altavoz instalado dentro de un video-teléfono (curva no filtrada). Se pueden observar claramente las resonancias a 1,25 kHz, 2,5 kHz y 5 kHz aproximadamente. La longitud de onda de la frecuencia dominante (1,25 kHz) tiene una relación directa con las dimensiones mecánicas de la caja utilizada. La impresión sonora y la pérdida de retorno de eco acús-

tico se penalizan por estas resonancias. Tales irregularidades en la respuesta a armónicos pueden ser eliminadas con la ayuda de un filtro de supresión de banda en la cadena de audio. La Figura 12 muestra la curva filtrada, con la que fue posible alcanzar una ganancia de 7 dB en éste ejemplo. Así, la calidad de tono mejoró substancialmente.

Otra forma de incrementar la pérdida de retorno de eco acústico es desplazando el valor umbral U_{SW} de la característica del compansor en función de la sonoridad en recepción. La sonoridad incrementada del orador se utiliza en las interrupciones. Por éste medio, la pérdida de retorno de eco acústico puede incrementarse en aproximadamente 6 dB, sin causar ningún deterioro apreciable en la conversación bidireccional.

Desplazando U_{SW} , el valor $lu_{13}(t)$ se crea a partir del voltaje en recepción $u_{11}(t)$ dependiendo del volumen establecido. Si el valor $lu_{13}(t)$ es mayor que $lu_1(t)$ ó U_{SW} , entonces $lu_{13}(t)$ determina la amplificación de transmisión y la reduce.

La intensidad de acoplamiento a la pérdida de retorno de eco acústico dependiente del terminal puede adaptarse usando el atenuador D2. Los filtros BS1 a BS3 se utilizan para suprimir las resonancias de la caja del altavoz.

Implantación

El método descrito se ha construido con circuitos analógicos de electrónica de consumo. Una pantalla se utiliza como nivel de control e indica el ajuste el voltaje de control U_{SW} . En el caso de adaptación manual al entorno acústico, indica si se alcanza el margen de compresión cuando se habla por un micrófono manos libres y si los ruidos de fondo han sido suprimidos.

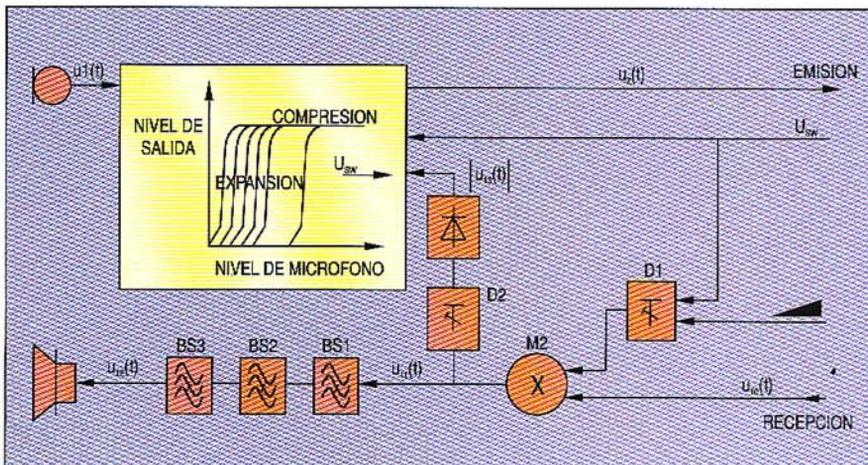
Datos técnicos:

- Ancho de banda de transmisión = 100 Hz a 15 kHz
- Factor de distorsión $\leq 0,25\%$
- Margen de compresión aproximado de 30 dB
- Reducción en fondo acústico aproximado 15 dB.

Los parámetros de sistema del circuito se han adaptado a los terminales y a los ambientes acústicos. Una configuración flexible de la característica fue solo posible en un grado limitado utilizando componentes analógicos, y manteniendo las tolerancias necesarias.

Por ello, el principio fue transferido a un procesador de señal digital (DSP) con los apropiados algoritmos [7]. Al pasar este método a una solución digital DSP se obtuvo una alta adaptación. Se automatizó el desplazamiento de las características haciéndolas depender del ruido de fondo y del nivel de sonoridad producido por el orador.

Figura 12 - Mejora de la pérdida de retorno de eco acústico



Teniendo en cuenta la naturaleza impulsiva de la palabra y la uniformidad del ruido de fondo, se encontró una separación suficiente al usar este criterio. Puesto que el ajuste del valor D2 depende de la interrelación altavoz/micrófono, pareció útil determinar también automáticamente ese valor. Por ello se implanta dentro del DSP un sistema de medidas, ajustando el valor real de la pérdida de retorno de eco acústico y el valor de D2 por medio de un análisis de correlación.

En terminales con un fuerte acople entre micrófono y altavoz (teléfono), la principal energía de la señal de tono local se da en una pequeña ventana de tiempo. Por medio de un compensador de eco con solo 100 coeficientes de filtro, fue posible incrementar el valor de la pérdida de retorno de eco acústico en aproximadamente 10 dB. El compensador sólo afecta a las ondas de sonido transmitidas vía sólidos y por el aire en entornos cercanos. Para la supresión de los ecos a largo plazo la desviación de la característica del compensador se ha incrementado 30 dB, obteniéndose con ello una supresión satisfactoria del eco a largo plazo, incluso en una operación dúplex.

El algoritmo necesita alrededor de mil palabras de memoria para almacenar el programa y de 700 palabras para los datos y parámetros. En éste método es suficiente un DSP corriente, que trabaje con una tasa de muestreo de 24 kHz.

Las ventajas de una solución DSP son unos parámetros del sistema precisos y estables, un tamaño pequeño, y una verificación sencilla para la producción en volumen.

Resultados y aplicaciones

El concepto descrito se desarrolló para videoteléfonos de banda ancha y está actualmente en pruebas en varias aplicaciones.

Pruebas en distintos entornos acústicos (p. ej., oficinas, ferias, etc) revelaron la ventaja de poder adap-

tar manualmente los parámetros del sistema al entorno.

Las investigaciones llevadas a cabo sobre un equipo de transmisión, en el que el tiempo de propagación se repite con un retardo > 20 mseg, han demostrado que la pendiente del expansor de volumen automático debe incrementarse cuando el tiempo de retardo crece, para poder obtener una supresión de eco adecuada.

En lo concerniente a la tecnología al estado del arte la mejora de calidad subjetiva del nuevo método queda claramente establecida. El compensador de margen de volumen asegura una reproducción de voz afónica y sin eco, en la cual se presenta al usuario una sensación de sonido natural gracias a la transmisión de voz en banda ancha.

Utilizando este método se realizaron con éxito pruebas de transmisión multicanal en el modo conferencia y de transmisión estéreo en conexiones bipartitas.

La presentación estereofónica funciona con mucha naturalidad, ya que los movimientos del cuerpo (p. ej., personas volviendo sus cabezas) también se transmiten como desplazamiento acústico local. En modo conferencia, la transmisión multicanal facilita la identificación del interlocutor.

El uso de éste concepto en las más diversas áreas, desde estudios de videoconferencia a telefonía móvil es prometedor pero no ha sido todavía suficientemente probado. Incluso en teléfonos de banda ancha, donde la más desfavorable integración del transductor de sonido está especificada, las oscilaciones del balance controlado de voz se reducen al mínimo utilizando éste principio, y así mejora significativamente la calidad de la operación manos libres.

Algunos problemas todavía tienen que ser investigados como aquellos relativos a la adaptación automática de los parámetros del sistema al entorno acústico y la adaptación del método a situaciones extremas, como las conexiones de voz con

gran retardo de tiempo y condiciones acústicas ambientales extremas.

Bibliografía

- [1] W. Flohrer y H.J. Mosel: Information Technology, from telephones to multifunctional videophones, it 31(1988) 3.
- [2] E. Hänslér: The hands-free telephone problem - an annotated bibliography, Signal Processing Volume 27, No.3, Junio 1992, págs. 259 - 271.
- [3] M. Slawik y H. Wiedmann: Aparato telefónico de manos libres con volumen controlado perteneciente a la familia INTERMAT®. Revista técnica de Alcatel, N° 4 (1978), págs. 319 - 324.
- [4] H.W. Gielsch y K. Generit: Investigation into a special filter arrangement for improving anti-sidetone. Progress in acoustics - DAGA'86, Oldenburg, Alemania, 1986, págs. 769 - 772.
- [5] T. Becker, E. Hänslér y U. Schultheiß: Problems in the compensation of acoustic echoes. Frequency 38 (1984), págs. 142 - 148.
- [6] E. Zwicker: Psychoacoustics. Springer-Verlag 1982, ISBN 3-540-11401-7
- [7] P. Heitkämper y M. Walker: Adaptive Gain Control for Speech Quality Improvement and Echo Suppression (pendiente de publicación).

Michael Walker nació en Villingen Schwenningen, Alemania, en 1957. En 1976 entró en Alcatel SEL y trabajó hasta 1982 en el laboratorio central de aplicaciones para componentes de IIT Europa en Esslingen, Alemania. En ese mismo año obtuvo el grado de master en técnicas de radio y televisión. De 1982 a 1986 trabajó como técnico en aplicaciones para componentes en la división de electrónica de consumo. Desde 1986 ha trabajado como ingeniero de desarrollo en el centro de investigación de Alcatel SEL principalmente en el trabajo de investigación sobre innovaciones en conversación natural. El Sr. Walker tiene más de 10 patentes.

Planificación de redes nacionales de telecomunicaciones

I. Pita, M. de Miguel
A. Bartolomé

Alcatel Standard Eléctrica, Madrid, España
Telefónica I+D, Madrid, España

La planificación efectiva de las redes nacionales de telecomunicaciones debe realizarse con las herramientas software adecuadas. El conjunto de herramientas que se describen en el artículo desarrollan algoritmos para optimizar la utilización de la red de enlaces, ofreciendo la posibilidad de aplicar seguridad física y funcional. La validez de estas herramientas se ha comprobado en un estudio de la planificación de la red de enlaces de España.

Introducción

Las redes públicas de conmutación (RTPC) están evolucionando hacia una estructura de dos niveles, con un nivel superior de tránsito completamente digital. Esta evolución de la red, debida a los avances de la tecnología, produce un reajuste en la estructura jerárquica utilizada hasta ahora en las redes nacionales (Figura 1a). Las centrales locales junto con parte de las centrales del nivel primario de tránsito forman un único nivel de centrales autónomas, al mismo tiempo el número de centrales de tránsito del nivel superior se incrementa (Figura 1b). La solución final (Figura 2) consta de dos niveles: el nivel de acceso formado por centrales autónomas (centrales locales, urbanas, y centros primarios) y un nivel nodal, donde las centrales secundarias y terciarias pierden su estructura jerárquica y forman un grupo de centrales de tránsito para el tráfico interurbano.

La planificación de una red nacional de telecomunicaciones debe por tanto incluir el análisis de los dos modelos: la estructura jerárquica de las redes actuales, y la

estructura no jerárquica que se desarrollará en el nivel nodal.

Un aspecto importante a considerar en la planificación de una red es el nivel de seguridad que se quiere introducir, ya que un fallo de la red puede producir enormes pérdidas. Las estructuras de seguridad se aplican tanto en el plano físico como en el plano funcional siendo la relación seguridad / coste la que se utiliza para seleccionar el tipo de seguridad que se va a aplicar. La estructura de seguridad seleccionada para la red nacional española y su coste están explicados en este artículo, así como el estudio de la red realizado.

El modelo de red

Modelo jerárquico

Debido a las limitaciones tecnológicas el primer esquema de encamina-

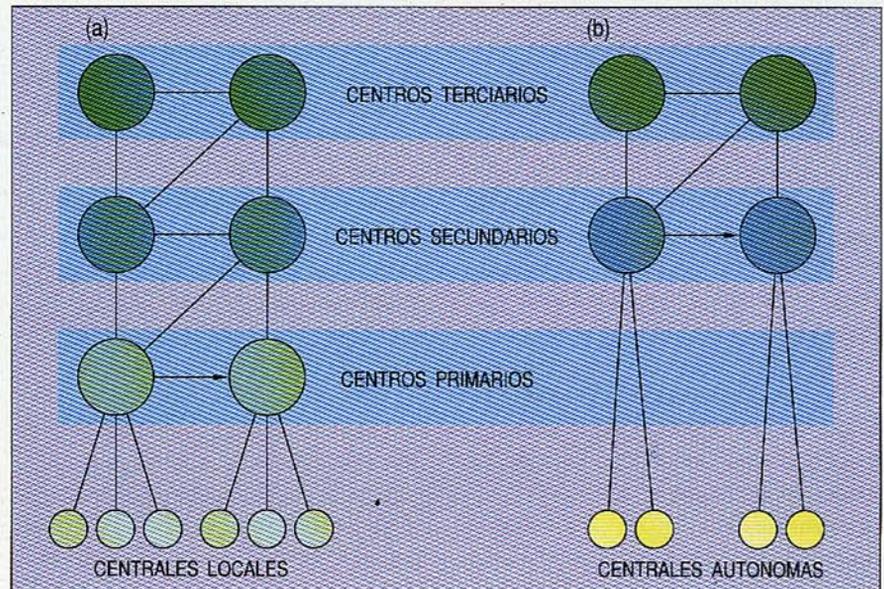
miento desarrollado en redes nacionales fue el modelo jerárquico. En la Figura 1 se muestra como se utilizan diferentes niveles de red para concentrar tráfico de una región a otra, de esta forma pequeñas parcelas de tráfico se combinan en grupos finales eficientes.

El encaminamiento jerárquico permite a los sistemas de conmutación determinar el camino que debe seguir una llamada de forma rápida y sencilla, utilizando únicamente el destino de la llamada. Al mismo tiempo queda garantizado que la llamada no volverá a un sistema por el que ya pasó. El encaminamiento jerárquico tiene todavía un uso muy extendido.

Modelo no-jerárquico

La aparición de centrales digitales y los avances realizados en el campo

Figura 1 - Red jerárquica



de la señalización permiten el desarrollo de esquemas de encaminamiento no-jerárquico. En este esquema todos los nodos son equivalentes en el sentido de que todos ellos realizan funciones de generación de tráfico y tránsito de llamadas.

Aunque una llamada puede teóricamente utilizar cualquier camino que conecte el origen con el destino, los mayores beneficios se obtienen con caminos que tengan como máximo dos enlaces entre su origen y su destino.

Esquemas de encaminamiento

El desarrollo de un nivel superior no-jerárquico supone una oportunidad única para la utilización de diferentes sistemas de encaminamiento de llamadas.

En primer lugar se empleará un encaminamiento secuencial. El algoritmo para encontrar una ruta libre prueba primero la ruta directa; si está ocupada intenta cursar la llamada por una ruta alternativa elegida a partir de una lista secuencial de rutas alternativas. No se utiliza reencaminamiento automático, es decir, una llamada que encuentra el segundo enlace de un camino alternativo ocupado se pierde. Cuando se utiliza encaminamiento secuencial la lista de rutas alternativas no tiene porque ser muy larga ya que solamente las primeras rutas serán realmente utilizadas (la probabilidad de que una llamada se curse en uno de los tres primeros caminos alternativos, o se pierda en el segundo enlace de uno de estos caminos es muy alta, y por lo tanto el cuarto camino será utilizado muy raramente).

Más adelante se desarrollarán esquemas de encaminamiento más sofisticados. Se pueden considerar dos opciones principalmente. La primera se basa en las facilidades ofrecidas por un centro de gestión: se recogen datos de tráfico de las centrales, y se calculan los nuevos caminos alternativos en el centro de gestión mediante algoritmos basados en maximización del tráfico cursado o

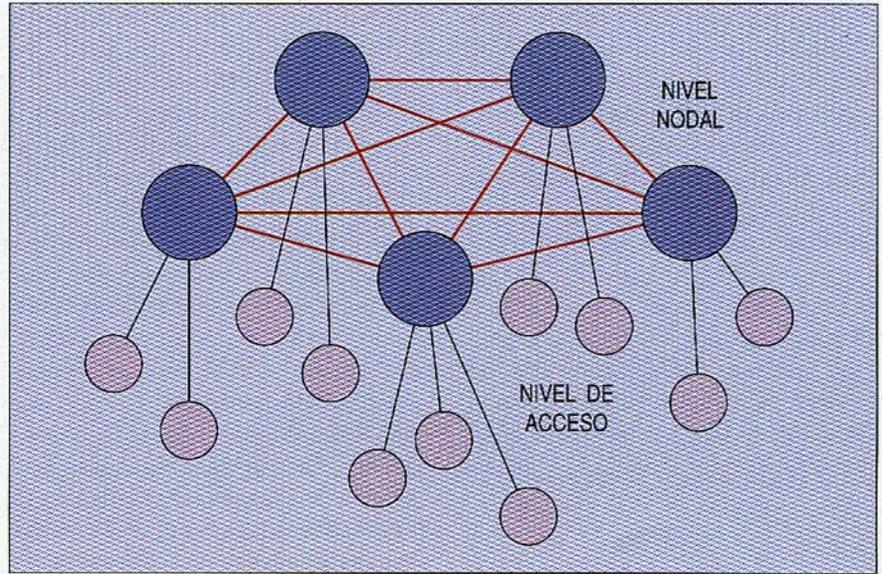


Figura 2 - Red no jerárquica

en maximización de las ganancias. La segunda opción consiste en seleccionar un camino alternativo tomando como base lo ocurrido con las llamadas anteriores.

Reserva de enlaces

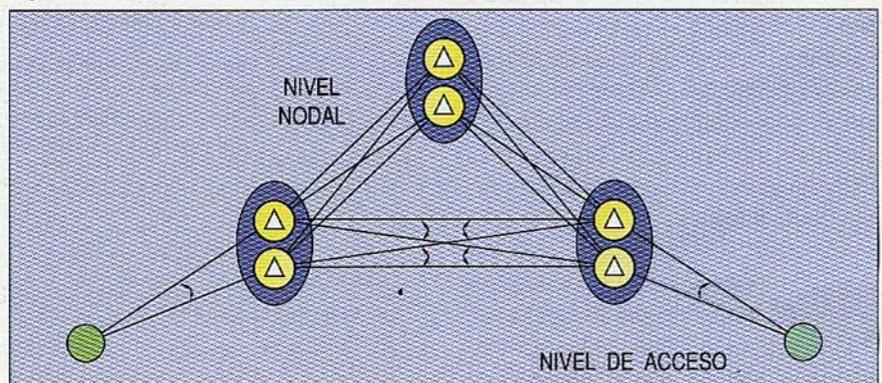
La reserva de enlaces es necesaria para prevenir inestabilidades en la red y una degradación del servicio debido a sobrecargas. Consiste en proteger el tráfico de primera elección ofrecido al enlace. Entre los diferentes métodos propuestos en la literatura [1] en el estudio se ha utilizado la *reserva dinámica de enlaces*, que consiste en reservar,

durante todo el tiempo, un cierto número de enlaces para el tráfico de primera elección.

Beneficios del encaminamiento no-jerárquico

En condiciones normales el uso de encaminamiento no-jerárquico mejora la flexibilidad y el comportamiento de la red al hacer uso de todos los recursos disponibles. Las pérdidas globales, comparadas con el esquema de encaminamiento jerárquico, decrecen entre un 10% y un 20%. La reducción es aun mayor si no coincide con las horas cargadas en toda la red.

Figura 3 - Seguridad estructural de conmutación



En caso de fallos, sobrecargas localizadas o pequeños cambios de tráfico, el encaminamiento no-jerárquico mejora la distribución de pérdidas en la red, haciendo la distribución del grado de servicio ofrecido a los distintos pares origen-destino más uniforme.

En el caso de sobrecarga global, la mejor solución es utilizar la ruta directa y prohibir las rutas alternativas mediante el parámetro de reserva de enlaces. En este caso el encaminamiento jerárquico se comporta igual que el encaminamiento directo.

Seguridad

Seguridad funcional

La seguridad funcional puede obtenerse con una estructura como la que se muestra en la **Figura 3**. En el nivel nodal las centrales de tránsito se agrupan por pares, formando cada pareja un área nodal. Cada central nodal se conecta con otra área nodal por medio de dos rutas, una con cada central nodal del área. En el nivel de acceso cada central autónoma se conecta con el par de centrales nodales correspondientes a su área nodal.

Esta estructura garantiza que en caso de fallo de un nodo se curse por lo menos el 50% del tráfico generado por las centrales autónomas de este área nodal. En caso de fallo de un enlace en el nivel nodal el tráfico que se cursa sin problemas es por lo menos el 75%.

El reparto de carga hace la estructura de seguridad más flexible, aumenta el rendimiento de la red y reduce el coste. Las dos rutas salientes de una central hacia un área nodal tienen desbordamiento mutuo, esto es, una llamada bloqueada en una ruta intentará cursarse por la otra antes de probar las rutas alternativas (Figura 3).

Impacto de la seguridad funcional y el reparto de carga: el hecho de duplicar los grupos de enlaces entre centrales nodales puede parecer una

solución costosa en términos de capacidad de enlaces. Como el número de puertos de entrada es proporcional a la capacidad esto supondría costes adicionales. La Tabla 1 muestra un resumen de los estudios realizados en [2]. El resultado más notable es que la estructura con seguridad funcional y desborde mutuo requiere solamente un 3% más de capacidad comparado con el uso de una única ruta entre cada par de centrales. El caso sin desborde mutuo es peor, ya que se requiere un 12% más de capacidad. Esto es debido a la flexibilidad y eficiencia introducidos por el uso del desborde mutuo.

Es de resaltar que cuando la red esta congestionada la capacidad extra requerida se reduce. Dado que en las redes no-jerárquicas con encaminamiento alternativo la red se dimensiona para un grado de servicio mayor que cuando se utiliza encaminamiento directo o jerárquico, se concluye que la capacidad extra requerida es aún menor que el 3%.

Seguridad física

La seguridad física se puede alcanzar utilizando una localización diferente para cada central nodal de un área nodal, e instalando cada ruta funcional en dos rutas de transmisión diferentes sobre caminos diferentes y utilizando el mismo o diferente medio de transmisión. La mitad del tráfico se cursará por cada uno de los dos caminos disjuntos por lo que en caso de fallo de un enlace, por lo menos la mitad del tráfico se cursa.

Metodología de planificación

La planificación de una red nacional de telecomunicaciones exige la realización de las siguientes actividades.

1. Recoger datos sobre demanda de servicios, tráfico, y redes actuales. Seleccionar los parámetros socioeconómicos que indiquen la evolución de la demanda. Definir la tecnología y la red donde se integrarán el conjunto de servicios (RDSI).
2. Establecer el escenario de evolución. Definir el periodo de planificación, la cobertura de la red, la calidad de servicio y el criterio de seguridad (esta actividad incluye la predicción de la evolución de la demanda de multiservicio durante el periodo a planificar para cada servicio y grupo de servicios). Además, basado en la demanda existente y en los volúmenes de tráfico actuales, pronosticar la evolución del tráfico interurbano y calcular la matriz de distribución de tráfico para el servicio telefónico y nuevos servicios.
3. Diseñar la solución de red de enlaces final. El trabajo principal es la configuración de la red funcional, el tipo de estructura (jerárquica o no), el número de niveles, los esquemas de encaminamiento y seguridad y el dimensionado óptimo. El diseño de la red de transmisión incluye la definición del trazado físico y la seguridad de las rutas de transmisión, despliegue de las infraestructuras y cables soporte de transmisión.

Tabla 1 - Resultados del estudio de costes de red con diferentes sistemas

SISTEMA	A: SEGURIDAD SIN CARGA DE TRAFICO COMPARTIDO		B: SEGURIDAD CON CARGA DE TRAFICO COMPARTIDO		C: SIN SEGURIDAD	
PROBABILIDAD DE BLOQUEO	0,3%	5%	0,3%	5%	0,3%	5%
NUMERO DE ENLACES	492	420	452	400	439	393
DIFERENCIA DE COSTES RELATIVA A C	12%	6,8%	2,9%	1,8%	—	—

- Planificar la evolución de la red. Definir los planes para evolucionar desde la red actual hacia la futura red integrada. Definir el volumen de equipo de telecomunicación, la tecnología, la transición de arquitectura y el plan de inversiones.

Un conjunto completo de herramientas que cubren todas estas fases está disponible en Alcatel Standard Eléctrica soportadas por la plataforma CIBELES. El artículo se centra en la actividad 3, relativa al proceso de diseño de la red. Herramientas relacionadas con las otras actividades pueden encontrarse en [3].

Herramientas de la familia ESCORIAL

Las herramientas ESCORIAL son un conjunto de tres programas que han sido desarrolladas en un proyecto conjunto entre Telefónica I+D y ALCATEL Standard Eléctrica. Contemplan dos aspectos fundamentales de la planificación de redes: las redes con estructura jerárquica y las estructuras no jerárquicas con esquemas de encaminamiento secuencial.

Herramientas jerárquicas

Para diseñar y evaluar redes jerárquicas con encaminamiento alternativo y estructura de seguridad, se han desarrollado dos herramientas. El modelo de red de las herramientas considera dos segmentos (acceso y nodal) de red para el tráfico interurbano. El acceso es una red en estrella. La capacidad de las herramientas es hasta 128 centrales en el nivel nodal y hasta 1024 centrales locales y primarias en el nivel de acceso.

ESCORIAL-H es la herramienta para diseñar redes jerárquicas multi-nivel con encaminamiento alternativo y sin seguridad estructural (Figura 1b). El algoritmo que optimiza el dimensionado del nivel nodal está basado en los costes marginales del tráfico desbordado generalizados

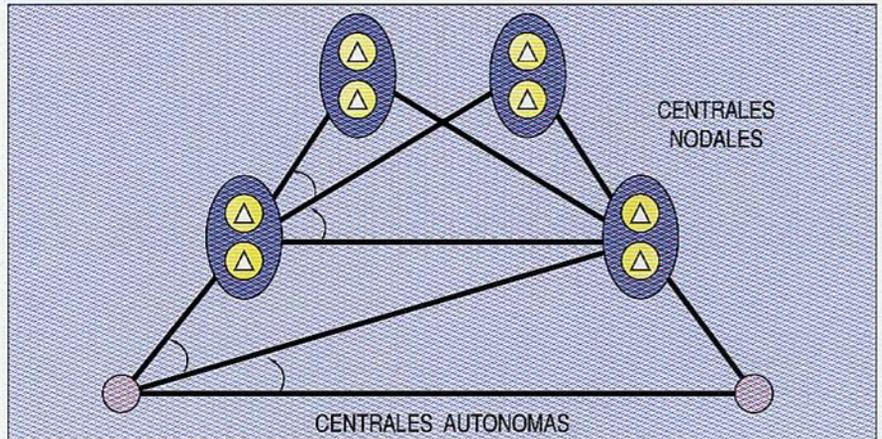


Figura 4 - Modelo de red de ESCORIAL-N

para redes con enlaces bidireccionales [4] y encaminamiento alternativo.

ESCORIAL-S es la herramienta para diseñar redes jerárquicas de tres niveles con encaminamiento alternativo y seguridad estructural (Figura 3).

El nivel nodal está compuesto por triángulos formados por la ruta directa y los dos enlaces de la ruta alternativa. El algoritmo de optimización es un proceso iterativo. En cada iteración todos los triángulos son tratados en secuencias. En cada triángulo el tráfico se distribuye entre la ruta directa y la alternativa para minimizar el coste. El proceso converge en 2 ó 3 iteraciones. Considerando la seguridad de la red de transmisión, el algoritmo busca los dos caminos separados más económicos, entre cada par de nodos del grafo. Los dos caminos pueden usar el mismo o diferente medio de transmisión.

Herramientas no-jerárquicas

ESCORIAL-N es la herramienta para dimensionar, optimizar y analizar redes nacionales con estructura no-jerárquica. La red se divide en dos niveles, acceso y nodal.

En el nivel nodal el modelo de la herramienta permite el uso de encaminamiento secuencial con dos rutas de desbordamiento de tráfico de la ruta directa, para cada par de áreas nodales (Figura 4).

En el nivel de acceso, aparecen tres tipos de rutas: entre una central autónoma y su área nodal, cruzadas entre centrales autónomas, y avanzadas entre centrales autónomas y centrales nodales de áreas diferentes a la propia. Estas rutas pueden fijarse (número de enlaces), o definirse como opcionales para que el programa las optimice. En este último caso se dan umbrales de tráfico para delimitar las rutas posibles.

La herramienta ofrece la opción de dimensionar y optimizar la red con diferentes parámetros de reserva de enlaces, esquemas de encaminamiento y niveles de seguridad (física o funcional). La estructura de seguridad aplicada es la misma que se explicó anteriormente y se usa en los niveles de acceso y nodal. Otra opción es analizar la red para diferentes configuraciones de dimensiones de enlaces y obtener el grado de servicio para cada par origen-destino.

La herramienta optimiza y analiza redes nacionales de hasta 1152 centrales con evaluación simultánea de encaminamiento alternativo secuencial, estructuras de seguridad, carga de tráfico compartido y facilidades de reserva de enlaces.

Algoritmos de red física

Primero se optimiza la red física. El algoritmo, para cada ruta de enlace funcional, provee dos caminos físicos disjuntos. En cuanto a los medios de

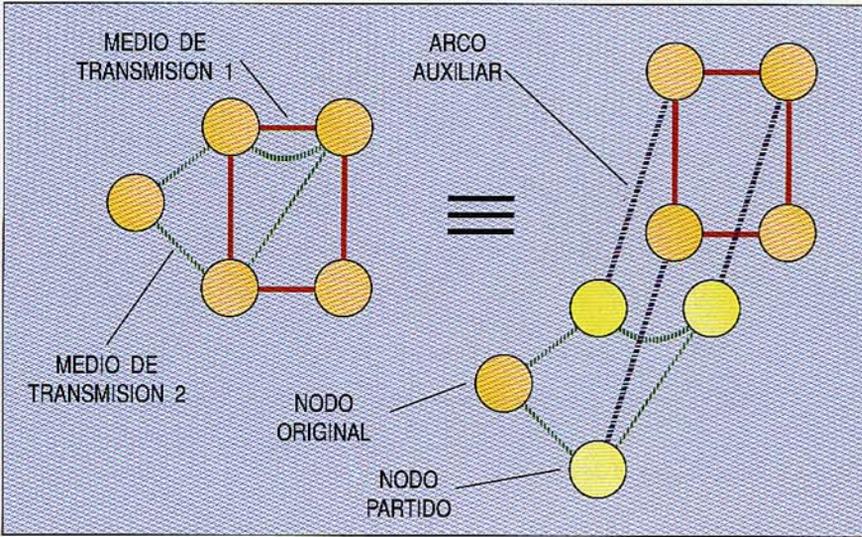


Figura 5 - Construcción del grafo de transmisión

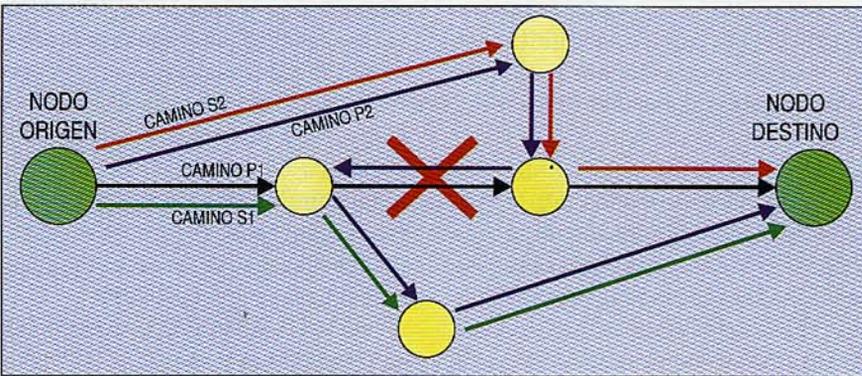


Figura 6 - Caminos de transmisión del algoritmo

transmisión, la herramienta considera las alternativas siguientes:

- el mismo medio de transmisión en ambos caminos
- dos medios de transmisión diferentes
- medios de transmisión conectados en serie para ambos caminos.

El procedimiento, descrito en [5], se basa en los métodos de flujo máximo.

El algoritmo transforma el grafo de transmisión en un grafo partido, en el cual cada nodo con arcos de medios de transmisión diferentes se divide en dos nodos diferentes unidos por un arco auxiliar (Figura 5). Estos arcos auxiliares pueden usarse para considerar el coste de transición entre medios de transmisión o para penalizar diferentes arcos o caminos en un caso particular.

El siguiente proceso se aplica a cada par de nodos (Figura 6):

1. Cada arco se etiqueta con su longitud o coste.
2. El camino más corto/económico (P1) se obtiene con el algoritmo de Dijkstra (6).
3. Cada arco se divide en dos arcos con direcciones opuestas. Los arcos que pertenecen al primer camino, se etiquetan con longitud/coste infinito, para prohibir su uso posterior.
4. En el nuevo grafo, se calcula el camino más corto/económico (P2), entre cada par de nodos. Sólo se puede usar un arco perteneciente al primer camino (P1), tomándolo en la dirección opuesta ya que en la misma dirección tiene longitud infinita. Tres casos pueden presentarse:

- P1 y P2 son disjuntos. El problema está resuelto.
- P1 y P2 tienen arcos comunes pero en direcciones opuestas. Los arcos comunes se suprimen y con los arcos restantes se construyen dos caminos S1 y S2 (Figura 6) que son los caminos disjuntos más cortos.
- Es imposible encontrar P2, porque el grafo de transmisión no tiene suficiente diversidad. En este caso el nuevo camino se calcula penalizando los arcos usados por P1.

Algoritmos de red funcional

Una vez que se conocen los caminos disjuntos entre cada par de centrales se calcula el número de enlaces de cada ruta funcional. Para el proceso de dimensionado y optimización el programa usa el criterio de grado de servicio punto a punto. A nivel nodal, se dan valores máximo y mínimo del grado de servicio. El valor máximo se usa para asegurar el grado de servicio en la red. El valor mínimo se usa para minimizar la cantidad de equipo y optimizar el coste de la red.

El proceso de optimización se desarrolla en dos pasos: Primero, se optimiza el nivel de acceso considerando el nivel nodal como una red malla sin encaminamiento alternativo. Segundo, el nivel nodal se dimensiona para satisfacer el grado de servicio. El criterio de optimización es minimizar la cantidad de recursos de red.

El modelo de tráfico, usado en los algoritmos, es un modelo de dos parámetros (media y varianza). Las facilidades de carga de tráfico compartida y reserva de enlaces, están implantadas en la herramienta.

Algoritmo de optimización de la red de acceso

El algoritmo tiene las siguientes fases:

- Iniciación: El primer dimensionado de los enlaces se calcula considerando el nivel nodal

como una red malla y el nivel de acceso como una red estrella.

- Rutas fijas: El dimensionado se modifica en las rutas que el usuario fuerza a tener un tamaño fijo.
- Optimización de la red internodal: Una vez que se calcula el tráfico entre las centrales autónomas y las áreas nodales, las rutas cruzadas entre centrales y áreas nodales que lleven tráfico superior a los umbrales establecidos por el usuario se dimensionan optimizando el coste de la red.

Algoritmo de optimización del nivel nodal

El procedimiento para diseñar el nivel nodal es una extensión modificada del método dado en [7]. El algoritmo tiene las partes siguientes:

- Iniciación: Se distribuye el tráfico entre las rutas directas y alternativas usando una probabilidad de bloqueo inicial. Esta distribución calcula el tráfico cursado por cada grupo de enlaces.
- El dimensionado de cada grupo de enlaces se calcula teniendo en cuenta las características de las rutas: tráfico ofrecido, carga compartida, reserva de enlaces, etc. Se calcula la probabilidad de bloqueo de cada grupo de enlaces.
- Con las nuevas probabilidades de bloqueo se calcula la nueva distribución de tráfico en red.

Los dos últimos pasos se repiten en bucle hasta que se alcanza una solución estable.

- Para cada par de áreas nodales, se calcula y comprueba el grado de servicio; si el valor está fuera del intervalo dado por el usuario, se modifican los tráficos desbordados y cursados para cumplir los requerimientos. Se redimensionan los grupos de enlaces y se repite el proceso distribución/dimensionado hasta que se obtiene una solución estable.

Cuando todos los pares de áreas nodales satisfacen el grado de servicio requerido el proceso termina.

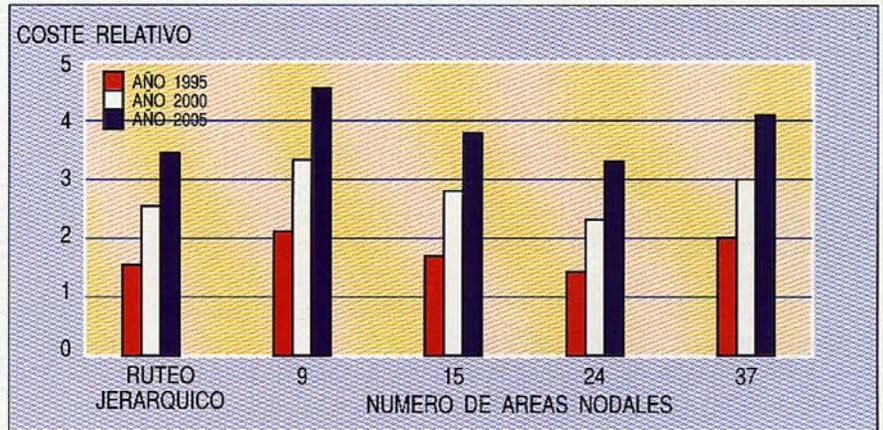


Figura 7 - Costes de red (estudio de la red nacional de España)

Los algoritmos del analizador para distribuir el tráfico y calcular el grado de servicio son similares.

Planificación de la red nacional española

Las herramientas ESCORIAL-H y ESCORIAL-N se han aplicado en la planificación de la red nacional española de larga distancia. Los resultados más importantes de este estudio se presentaron en [8].

Los objetivos principales fueron dos; por un lado, el estudio de la evolución de la red nacional a partir de una estructura jerárquica hacia una estructura no jerárquica, y por otro lado, la optimización de la nueva estructura.

La primera fase del estudio fue la comparación entre una estructura jerárquica y el nuevo modelo de red a dos niveles. El modelo jerárquico estaba compuesto por 19 centrales terciarias, 54 secundarias y cerca de 1000 centrales autónomas, mientras que el nuevo modelo de red, con seguridad funcional, constaba de unas 30 áreas nodales y un número similar al caso jerárquico de centrales autónomas. Como resultado del estudio la estructura de la red se cambiará por una estructura no jerárquica. En la selección de la nueva estructura han tenido más impacto los aspectos cualitativos de seguridad, simplicidad y flexibilidad que el punto de vista económico. En

la Figura 7 se muestra el coste de ambos escenarios.

La segunda fase del estudio fue la optimización del modelo de red con el fin de obtener el número de áreas nodales más conveniente. En esta fase se consideraron los siguientes escenarios:

- cinco configuraciones de red con 9, 15, 18, 24 y 37 áreas nodales respectivamente
- demandas de tráfico para los años 1995, 2000 y 2005
- con seguridad física en la red de acceso y sin ella.

El coste total de la red sin seguridad física está representado en la Figura 7.

A partir de estos datos y teniendo en cuenta los aspectos cualitativos se deduce el número óptimo de áreas nodales. Las soluciones con 9 y 37 áreas nodales se eliminan. En el primer caso el tamaño de cada área nodal no se considera seguro y supone un coste adicional de transmisión. La configuración con 37 áreas nodales es la más cara. La solución óptima se encuentra, por lo tanto, entre 15 y 30 áreas. En este rango tan solo hay una variación del 10% en el coste total y son los aspectos técnicos los que favorecen la selección de una configuración de red con un número elevado de áreas nodales, ya que:

- la seguridad de la red aumenta al disminuir el impacto del fallo de un nodo o un enlace

- el número de enlaces y el tráfico soportado por cada central es menor. Por lo tanto la central está lejos de su punto de saturación y la red es capaz de absorber sobrecargas inesperadas.
- la división territorial de la red es más homogénea, lo que proporciona beneficios administrativos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la estructura óptima se fijó en 28 áreas nodales para el año 1995 y en 30 áreas nodales para el año 2000.

Al considerar la seguridad física el coste total de la red se incrementó en un 30%. Este incremento fue uniforme en los diferentes escenarios considerados en el estudio.

Conclusiones

La planificación de las redes nacionales de telecomunicaciones requiere una nueva metodología y un conjunto de herramientas que soporten los modernos modelos de red, para evaluar y optimizar redes reales.

El esquema de encaminamiento no jerárquico aplicado a la red nacional española es simple, flexible, seguro y ofrece mejor calidad de servicio con el mismo coste que el modelo IDN estándar.

Un conjunto de herramientas que cubre todas las fases de la planificación de redes nacionales está disponible en Alcatel Standard Eléctrica bajo la plataforma CIBELES. Entre ellas la familia ESCORIAL es especialmente apropiada para el diseño de redes nacionales, con encaminamiento jerárquico y no jerárquico y estructuras de seguridad.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a O. González Soto y G. Ortega de Alcatel Standard Eléctrica, F.J. de los Ríos, F. García y M. Marques de Telefónica I+D, y F. Martín de Telefónica España sus comentarios y

colaboración en el desarrollo de las herramientas y en el estudio.

Bibliografía

- 1 M. Pioro: design methods for Non-hierarchical circuit switched networks with advanced routing: Universidad de tecnología de Varsovia.
- 2 M. Pioro, M. de Miguel, I. Pita: Telecom networks evolution towards secure dynamic structures: ITC Specialist seminar, Cracovia, Polonia, 22-27 de Abril de 1991.
- 3 M. de Miguel: O. González Soto, J.M. Silva: Telecommunications planning system for integrated design of modern networks: 6th World Telecommunication Forum, Technical Symposium, Ginebra, 1991.
- 4 M. de Miguel, F.J. de los Ríos: Some aspects of the dimensioning and optimization of digital networks in both-way circuits. 10th International Traffic Congress, Montreal 1983.
- 5 J.W. Suurballe: Disjoint physical paths in a network: Networks, Vol. 4, págs. 125-145 (1974).
- 6 G.E. Whitehouse: System analysis and design using network techniques. Prentice-Hall Inc., págs. 111-114 (1973).
- 7 S.S. Katz: Trunk engineering of non hierarchical networks: Sixth International Teletraffic Congress, Munich 1970.
- 8 M. de Miguel, A. Bartolomé, F. Martín: ESCORIAL, the tool for planning advanced national networks with security: Procc. of 13 ITC, Copenhagen 1991.
- 9 J. Linares: Evolution strategy of Telefónica Network: Fourth Intern. NETWORK Planning Symposium, Mallorca 1989.

Isabel Pita nació en 1964 en Madrid, España. Se graduó en matemáticas en la Universidad Complutense de Madrid.

Desde 1989 trabaja en el centro de investigación de Alcatel Standard Eléctrica en temas de planificación de redes y encaminamiento dinámico.

Manuel de Miguel Domínguez nació en 1939 en Badalona, España. En 1962 se graduó en Físicas en la Universidad de Zaragoza. Trabajó en el campo de investigación de Electrónica Cuántica y fue profesor de física de la Universidad Politécnica de Madrid. Desde 1968 ha trabajado en el centro de investigación de Alcatel Standard Eléctrica en Madrid, liderando proyectos de investigación, desarrollo de sistemas de conmutación, planificación de redes de telecomunicación y gestión de red. Actualmente es asesor técnico de arquitectura de redes.

Aurea Bartolomé nació en 1963 en Madrid, España. Se graduó en físicas en la Universidad Autónoma de Madrid en 1986. Desde 1988 trabaja en Telefónica I+D, el centro de investigación del operador de la red Española, Telefónica. Actualmente trabaja en planificación de redes, en el campo de redes de enlaces y de señalización.

Notas de investigación

Breve resumen de algunos logros de los laboratorios de investigación de Alcatel repartidos por todo el mundo

Localización e identificación automática de usuarios telefónicos

Se están realizando pruebas de campo con un equipo de localización e identificación automática (ALI) conectado a una centralita Alcatel 4100L. Se pueden localizar usuarios y dirigirles llamadas directamente en cualquier punto de la zona de localización. Este concepto es una forma inteligente de proporcionar movilidad dentro de un edificio usando asignaciones temporales entre la centralita y la red telefónica. Un servidor ALI funciona junto a la centralita para realizar conexiones persona a persona, ofreciendo una solución alternativa de movilidad dentro de un edificio sin afectar al comportamiento habitual de los usuarios. El ALI se basa en la descripción de las diferentes salas y oficinas, y asigna diferentes clases de servicios como la sala de reuniones o la oficina del jefe. Además, se crean clases distintivas para ofrecer una estrategia individual de funciones de seguimiento automático, teniendo en cuenta las zonas frecuentadas por el usuario y la clase distintiva del usuario. El ALI acepta usuarios y clientes, permitiendo además terminales para evolucionar hacia servicios más confortables.

Al usar la identificación de usuarios en los puntos de acceso, el servidor ALI es capaz de configurar detectores de intrusión; los modos funcionales de detección se seleccionan bajo control del servidor. Las funciones de seguridad se conectan a la centralita para detectar automáticamente los problemas de seguridad.

Plataforma de diseño y planificación integrada para redes avanzadas

La plataforma de análisis de redes CIBELES se ha desarrollado para integrar un conjunto de herramientas y aplicaciones asociadas de planificación de redes de telecomunicaciones avanzadas. Proporciona un potente y general entorno de red (interactivo y gráfico), que incorpora WINDOWS y la base de datos ORACLE, e incrementa la utilidad de los algoritmos y funciones generales de red.

CIBELES se basa en el desarrollo de aplicaciones de análisis general de redes como GRECO (gráficos de red), TOOLWIN (entorno de control), GAUDI (gestión de la base de datos) y MATRIX (proceso dinámico matricial) para crear herramientas específicas de planificación de redes para funciones como predicción de la demanda, optimización de redes en transmisión y conmutación. CIBELES es capaz de tratar diferentes segmentos de red.

Las principales ventajas de esta solución son la gran reutilización de algoritmos y datos de red, la compatibilidad entre aplicaciones, el gran nivel de portabilidad y el ahorro del 70% en el desarrollo de nuevas herramientas.

Nueva arquitectura para síntesis de frecuencia y modulación combinadas

Después de múltiples simulaciones se ha desarrollado y validado una nueva arquitectura que combina modulación y síntesis de frecuencia radio en un único bucle.

La ventaja de esta arquitectura es que, mientras que en la generación de frecuencia se usan normalmente circuitos de sincronización de fase (PLL) requiriéndose por ello un proceso distinto para la modulación, la señal de RF se genera ya con la modulación, lo que permite una disminución significativa del coste del transmisor. Un elemento clave de este diseño es la compensación dentro del bucle del efecto de la modulación aplicada a la señal de RF.

Elemento básico de una conexión multifibra de bajo precio

Según avanza la fibra hacia las redes de abonado, aumenta la necesidad de conectores de fibra de cinta baratos y fáciles de usar. Alcatel ha realizado un nuevo dispositivo de conexión basado en una tapa de contacto de cristal de óxido de silicio con múltiples canales en forma de V. Las propiedades térmicas y mecánicas de su dispositivo de alineación se corresponden exactamente con las de la fibra de óxido de silicio. El contacto multicanal se realiza extrayendo una preforma de cristal de óxido de silicio, que ha sido previamente acanalada en V mediante máquinas. La reducción de los multicontactos al tamaño deseado se obtiene con un cuidadoso control de las condiciones de extracción y del diámetro externo. El proceso es apropiado para una producción masiva de bajo coste. El multicontacto de cristal es la parte principal de un conector mecánico multifibra que se está diseñando para cintas ópticas de multifibra.

Modelos de propagación para comunicación por radio en interiores

Se han validado un conjunto de modelos de propagación para canales de radio a 1,9 GHz en entornos de oficinas. Los modelos, tres en total, permiten predecir las pérdidas de propagación en interiores debidas a las diferentes causas que afectan al canal de radio. Entre las predicciones y los valores reales hay una diferencia mejor de 8 dB. Actualmente, se están incorporando estos modelos en un modelo de predicción de coberturas en desarrollo que forma parte de la herramienta IRIS (indoor radio propagation installation support).

Diseño y análisis de redes

El NADAL (Net Analysis and Design for Alcatel) proporciona un entorno de diseño e implantación de sistemas de comunicaciones, que cubre todo el ciclo de vida del software. Ya se está usando en el desarrollo del sistema Alcatel 1010. NADAL integra las capacidades de los anteriores entornos, incluyendo (P)ORPAL y Galileo.

Los sistemas complejos se descomponen en pequeños elementos que se modelan como redes de Petri. NADAL proporciona herramientas para edición gráfica y textual, análisis y simulación, y verificación de la validez de dichas redes. Existen herramientas para combinar jerárquicamente las redes y formar un sistema global. En cada nivel de composición se aplican herramientas de análisis y simulación, lo que asegura la correspondencia entre el sistema que se está diseñando y las especificaciones. Finalmente, NADAL proporciona las herramientas para la generación automática de un esqueleto de código C que se corresponde con el sistema global, y un completo conjunto de casos de prueba.

El interfaz de usuario es amigable, con selección de menús por ratón; son fácilmente configurables pantallas de color y tipos de fuentes. NADAL se ejecuta en estaciones de trabajo UNIX (SUN y DEC) con pantalla en color o monocromas.

Terminal RDSI mejorado con características de voz

Alcatel ha probado un aparato telefónico estándar RDSI con interfaz hombre-máquina mejorado con control de voz. El marcaje del abonado se hace introduciendo de palabra su nombre. El aparato reconoce el nombre del llamado, lo convierte automáticamente en el número y realiza el marcaje. Se pueden reconocer hasta cien nombres en un modo dependiente del altavoz. Además, se disponen de hasta treinta características telefónicas, como la transferencia de llamadas y el modo conferencia, en el modo independiente del altavoz. Este aparato proporciona también una función de grabación y repuesta telefónica totalmente digital controlada por entrada de voz independiente del altavoz.

Últimas Patentes

Solicitudes de patentes recientemente registradas por Compañías del Grupo Alcatel (la lista no incluye patentes equivalentes en otros países)

TITULO	INVENTORES	N° DE SOLICITUD
SOLICITUDES DE PATENTES AUSTRALIANAS:		
Payphone advertising distribution	M.J. Russel	PK 7048
SOLICITUDES DE PATENTES BELGAS:		
Werkwijze en Inrichtingen voor het testen van ATM-verbindingen	J.A.M. Van Tetering, F.L. Denissen	09100619
Optische Zender/Ontvangerinrichting	C.H.J. Sierens, D.J.G. Mestdach, G. Van Der Plas	09100431
Decodeerinrichting	H.J.J. Busschaert, P.P.F. Reusens, R.M.A. Van Camp	09100432
SOLICITUDES DE PATENTES FRANCESAS:		
Amplificateur optique dans le domaine spectral 1,26 à 1,34 μm	H. Fevrier, J.-F. Marcerou, C. Le Sergent	91 04 929
Système de télécommunications à amplificateurs optiques à fibre pour la transmission de signaux à longues distances	J. Auge, J.-P. Blondel, H. Fevrier, J.-F. Marcerou	91 04 930
Capteur de vibrations à fibre optique et accéléromètre utilisant un tel capteur	A. Tardy, A. Derossis	91 05 189
Dispositif de connexion de cartes électroniques contiguës	J. Philippe	91 04 793
Connecteur	M. Pernet	91 06 458
Embase de connecteur	B. Robert, M. Pernet	91 05 413
Pompe à vide sèche rotative, volumétrique sans frottement	J.M. Crinquette	91 05 575
Matériaux absorbant les ondes électromagnétiques utilisables à haute température	D. Cotteville, F. Heliodore, A. Le Mehaute	91 04 628
Dispositif de réglage automatique de niveau d'un signal	D. Bouriot	91 03 644
Dispositif de réglage automatique de niveau d'un signal	D. Bouriot	91 03 645
Dispositif de comptage des impulsions d'un signal logique	J.-P. Etienne, D. Poulain	91 06 457

TITULO	INVENTORES	N° DE SOLICITUD
Polyoléfine stabilisée greffée par un silane	E. Perriere, M. Prigent, C. Antolinos, J.-C. Assier	91 02 079
Procédé de réparation d'un microtube à fibres optiques	M. Dubrulle, J.F. Libert, G. Marlier	91 06 454
Nouvelles polyanilines conductrices autodopées ainsi que leur procédé de préparation	S. Galaj, A. Le Mehaute	91 05 578
Procédé de détection de défauts d'étanchéité d'un tube de protection de câble électrique et/ou optique, câble et installation pour la mise en œuvre du procédé	L. Le Davay	91 04 857
Matériaux synthétiques d'isolation électrique pour câble d'énergie haute tension	J.-Y. Barraud, J.-C. Clinet, J.-F. Fauvarque, R. Gadessaud, H. Janah	91 05 755
Dispositif de protection contre les effets d'un claquage pour extrémité de câble électrique	A. Darcy, D. François, F. Gahungu	91 06 455
Système de mesure de distances à écho avec dispositif de calibration	M. Maignan, G. Vendrome	91 05 250
Structure de logiciel pour système de traitement d'informations	D. Bercis, E. Collet	91 08 983
Système de transmission d'un signal entre un émetteur et un récepteur via un support de transmission	Y.-N. Le Nohaic	91 09 509
Agencement de commande de mémoire tampon de commutateur temporel	R. Gass	91 06 654
Procédé d'égalisation adaptative réduisant l'interférence intersymbole, et dispositif de réception et application correspondant	L. Desperben, O. Abdesselem, P.F. Kamanou	91 09 232
Structure de logiciel pour système de traitement de données, notamment pour système de télécommunications	E. Collet	91 08 982
Procédé de contrôle d'un répartiteur de lignes; câble auxiliaire, connecteur et répartiteur pour la mise en œuvre de ce procédé	G. Le Roy	91 09 809
Procédé d'aide au développement de logiciels	B. Loyer, C. Colin	91 08 985
Système logiciel composite et son procédé de réalisation	E. Collet	91 08 986
Dispositif de gestion de cycles d'accès direct mémoires	J. Allouis, P. Saint-Ellier	91 09 040
Dispositif de mesure de débit de circuits virtuels empruntant une voie de transmission à multiplexage temporel asynchrone	P. Vinel, M. Dieudonne	91 07 430
Terminal téléphonique avec possibilité de filtrage des communications	N. Choukroun	91 09 181

TITULO	INVENTORES	N° DE SOLICITUD
Structure d'un ensemble d'automates communicants	J.M. Martin	91 08 984
Procédé de filtrage numérique haut débit et dispositif de mise en œuvre de ce procédé	E. Belis, D. Rousset, A. Marguinaud, J.-D. Gayraud	91 07 027
Procédé et dispositif de commande d'un convertisseur de longueur d'onde optique	J.-M. Gabriagues, J.C. Jacquinet, G. Le Roy, J.B. Jacob	91 10 789
Dispositif de démodulation d'un signal numérique modulé par déplacement de fréquence à mise à jour à chaque demi-période du signal	D. Castel	91 09 233
Atténuateur miniature de précision de type planaire	P. Berretto da Rocha	91 08 848
Dispositif d'extraction d'éléments binaires d'information d'une structure de trame déterminée	D. Poulain, J.-P. Etienne	91 09 748
Poste téléphonique à dispositif d'annulation d'écho	C. Freund, A. Saunier	91 07 965
Antenne hyperfréquence élémentaire bipolarisée	P. Lefeuvre, D. Michel, J. Bigou	91 07 027
Système d'antenne en réception à annulation de signal perturbateur	R. Lenorman, J.-C. Goupil, C. Rigal, A. Rodriguez, C. Villemur	91 09 601
Dispositif de synchronisation de séquences d'étalement de type PN	A. Bazet, P. Sadot, M. Darmon	91 07 376
Antenne-réseau pour ondes hyperfréquences	G. Caille, F. Magnin	91 09 506
Séquencement du traitement du signal dans le mode communication d'un système de radiotéléphone cellulaire numérique	L. Dartois, E. Rousseau	91 09 088
Séquencement du traitement du signal dans le mode communication à débit réduit d'un système de radio-communication cellulaire numérique	L. Dartois, J.-P. Guerlin, E. Rousseau	91 09 089
Système d'analyse du mouvement d'un objet	M. Hayard, J.C. Anne	91 09 750
Dispositif de reconnaissance d'un objet	M. Hayard, J.C. Anne	91 09 749
Antenne réseau linéaire	C. Mangenot, G. Caille, P. Mongrand, M. Gomez-Henry	91 08 080
Dispositif d'intercommunication multimedia	P. Couturier	91 07 791
Module de stockage d'une réserve de support de transmission sur une liaison, notamment à fibre optique et dispositif de stockage comportant un ensemble de tels modules	D. Jamet, C. Guiberteau, J. Roger, R. Verdurand	91 07 602
Procédé de fabrication de tubes en un matériau vitreux et tubes obtenus par ce procédé	J. Goudeau, P. Ripoche	91 09 351
Procédé de réalisation d'un câble à fibres optiques sous tube et câble résultant	J.-P. Bonicel, P. Gaillard	91 07 227

TITULO	INVENTORES	N° DE SOLICITUD
Composition à haute résistance à la propagation du feu	M. Prigent, J. Vivet, J.N. Demay, B. Giraud, A. Chaillie	91 08 591
Chaîne de mesure	M. Fontaine, P. Rofidal	91 08 073
Tête de câble à protection pour répartiteur téléphonique	F. Audeval, E. Chezy	91 08 846
Ensemble de transmission d'énergie électromagnétique à câbles coaxiaux rayonnants	J. Boby, M. Devicque	91 08 847
Procédé de soufflage d'un élément optique	G. Thominet, J.M. Raimbeaux	91 08 074
Tête de câble téléphonique	F. Audeval, E. Chezy	91 08 849
Ensemble de raccordement fiabilisé pour câbles multi-conducteurs	M. Dupont	91 09 507
Dispositif de stockage et de séparation de conducteurs	F. Audeval, M. Dupont	91 09 179
Dissipateur thermique	P. Rio, P. Magnenet	91 09 281
Laser semiconducteur à double canal et son procédé de réalisation	F. Brillouet, P. Garabedian, L. Goldstein, P. Pagnod-Rossiaux	91 09 178
Dispositif à fibre optique transversalement anisotrope et son procédé de fabrication	E. Grard, D. Mousseaux, F. Pitel	91 08 078
Procédé de codage associatif de cartes de circuits imprimés et dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé	G. Le Goe, J. Roger	91 09 659
Système de fixation de capots de blindage électromagnétique autour d'une carte comportant des composants électroniques	L. Vincent	91 07 660
Dispositif de blindage de connecteur	J. Philippe	91 06 731
Dispositif raidisseur pour circuits imprimés	J. Philippe	91 06 732
Connecteur à contacts coudés et procédé d'assemblage d'un tel oncteur	A. Desfrane	91 07 326
Dispositif de raccordement pour installation de transmission de données	G. Thomas, L. Brignol	91 07 790
Dispositif de connexion d'un élément de connecteur multibroches contre des interférences électromagnétiques	B. Guilcher, J.F. Pichon	91 09 353
Dispositif et procédé de génération de données numériques de programmation de circuits	P. Saint-Ellier	91 07 063
Dispositif de filtrage des perturbations sur une ligne d'énergie	R.M. Demont, Y. Bourdet	91 07 878
Oscillateur commandé en tension à chaîne d'amplification et de réaction	P. Albouy	91 06 730

TITULO	INVENTORES	Nº DE SOLICITUD
Circuit amplificateur large bande à contrôle automatique de gain et de tension de décalage	P. Albouy, G. Cochenec	91 06 939
Dispositif de filtrage	J. Guillard, C. Girard	91 09 101
Dispositif de verrouillage de connecteur	B. Guilcher, J.F. Pichon	91 09 354
Amplificateur à fibre optique amplificatrice	J.F. Marcerou, H. Fevrier	91 08 226
SOLICITUDES DE PATENTES ALEMANAS:		
Optische Meßeinrichtung und Verfahren zum Betreiben der optischen Meßeinrichtung	R. Heideman	41 16 431
Verfahren zum Betreiben eines Halbleiterlasers als modensynchronisierter Halbleiterlaser und Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens	D. Baums, K. Dütting, O. Hildebrand, W. Ilder, G. Laube, M. Schilling, H. Schweizer, K. Wünstel	41 17 866
Einrichtung mit einem Trägerteil, einem Halbleiterlaser und Kontaktierungen	H.-P. Mayer, G. Luz	41 10 378
Optische Einrichtung	M. Schilling, W. Ilder, D. Baums, G. Laube, K. Wünstel, O. Hildebrand	41 17 865
Verfahren zum Betreiben eines Halbleiterlasers und optische Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens	K. Wünstel, D. Baums, O. Hildebrand, W. Ilder, G. Laube, M. Schilling	41 17 868
Optischer Wellenleiter	P. Kersten, J. Springer, W. Wischmann	41 16 470
Verfahren zur Herstellung von Lichtwellenleitern auf einem Substrat	J. Springer, K.-D. Matthies	41 16 432
Verbindungsaufbau zwischen Endgeräten für mobile Teilnehmer eines Netzverbundes	K. Rothenhöfer	41 19 672
Verfahren zur Ermittlung einer temporären Nummer (TMSI) in einer Teilnehmerdatenbank für einen Teilnehmer	M.J. Pfundstein	41 19 573
Verfahren zur Herstellung einer Vorform für Glasfaser-Lichtwellenleiter	N. Keim	41 10 967
Verfahren zum Herstellen längsnahtgeschweißter Rohre	G. Ziemek	41 17 263
Kabeleneinrichtung für Lichtwellenleiterkabel	H.G. Boleche, T. Wielgolaski, G. Kochsmaier	91 05 800
Integrierter oder hybrider bipolarer oder bipolar-MOS Halbleiterschaltkreis	G.H. Woysch, J. Schnabel	41 10 007
Verfahren und Vorrichtung zur Beschichtung eines optoelektronischen Bauelements	W. Idler	41 09 727
Tastschalter mit Beleuchtung	W. Minks	91 05 230
Dunstabzugshaube mit Luftschleier	R. Tungl, R. Hopfensperger, M. Geiger	41 14 329

TITULO	INVENTORES	Nº DE SOLICITUD
Vorrichtung zum Fördern eines gasförmigen Mediums	R. Tungl, R. Hopfensperger	41 17 578
Speichereinheit mit einem Adressgenerator	W. Koch	41 27 579
Entzerrer für optisch übertragene Nachrichtensignale	R. Heidemann, H. Krimmel, B. Junginger	41 21 569
Entzerrer für optische Nachrichtenübertragungssysteme	R. Heidemann, H. Krimmel, B. Junginger	41 21 570
Optisches Zeitmultiplexen	A. Mozer	41 22 439
Optischer Verstärker	B. Wedding	41 06 777
Codierverfahren für Audiosignale mit 32 kbit/s	P. Fessler, G. Thierer	41 26 581
Abstimbarer Oszillator	W. Hess	41 25 054
Dauerstrich-Radargerät, zusätzlich als Sender für die Informationsübertragung verwendbar	G. Neining	41 20 479
Pulsdopplerradar	G. Neining	41 22 108
Verfahren und Vorrichtung zum Einstellen der Dämpfung einer Hochfrequenzleitung	W. Baumert	41 20 625
Vorrichtung zum Verstellen einer vertikal geführten Masse	G. Frick, H. Gaissert	41 23 656
Bildfernseher	R. Deeg, O. Ingilisoff	41 24 782
Funktelefon	H. Ohnsorge	41 26 105
Druckwerk	M. Linke	41 25 775
Optodruckkopf	U. Seyfried	41 21 671
Datenverarbeitungsanlage	N. Erbes, D. Rother, R. Vogel, C. Prasse	41 20 398
Binärer Akkumulator mit Überlaufschutz	A. Hans	41 25 120
Einrichtung und Verfahren zum Erkennen von Sprache	H. Hackbarth	41 20 308
Elektrische Leitung	H.H. Wiemeyer, D. Zimmer	41 18 055
Vorrichtung zum Anbringen eines Schutzkörpers am Ende einer elektrischen Leitung	E. Hoffmann, D. Zimmer, K. Porscher, H. Staschewski	41 18 005
Vorrichtung zum Überkopfablauf von langgestrecktem Gut	P. Heberberger	41 21 640
Verfahren und Vorrichtung zur Wegregelung bei einem Aufwickler für langgestrecktes Gut	B. Stautmeister	41 27 319
Verfahren zur Herstellung von mit einer Schicht aus aluminiumplattiertem strangförmigem Gut	G. Ziemek	41 18 004
Dämpfungsglied zum Einbau in optische Übertragungssysteme	W. Stieb, J. Schulte	41 19 015

TITULO	INVENTORES	Nº DE SOLICITUD
Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselementes für aus Kunststoff bestehende, lichtleitende Fasern	R. Bachnik, W. Chille, F. Schauer	41 21 216
Armatur zum Abspannen von metallfreien Luftkabeln	W. Wiedersich	41 24 158
Optischer Empfänger	R. Heidemann	41 21 273
Verfahren und Schaltung zum Messen des Drehwinkels eines dreh- oder schwenkbaren Bauteils	H. Löwel	41 21 267
Mehrebenenplatte	G. Müller, V. Kühn, H. Semle	41 24 455
Vorrichtung zum Anschließen von Kontaktteilen an eine Stromquelle	F. Schauer, H. Dreißig	41 19 770
Vorrichtung zur Stromübertragung zwischen zwei Endstellen	F. Schauer	41 19 769
Präzisionsgetriebe	H. Gaissert	41 27 051
Verfahren und Schaltungsanordnung zur Anlaufsteuerung eines elektronisch kommutierten Gleichstrommotors	W. Schumbrutzki, A. Hauschild	41 22 109
Weichlötflußmittel zum Löten elektronischer Schaltungen unter Schutzgas	E. Beuerle	41 19 572
Heizelement zum Beheizen eines Lenkrades	F. Schauer, M. Czeschka, K. Kramer	41 21 872
Verfahren zur Herstellung eines gewebeverstärkten wärmerückstellbaren Gegenstandes	F. Grajewski	41 19 633
Vorrichtung zum Abdichten des Endbereiches einer wärme geschrumpften Manschette	F. Grajewski, R. Schöttker	41 22 946
Halterung für einen Brennerkopf für Gasbrenner	M. Käß, K. Görner, N. Keim	91 04 011
Kabelendeinrichtung für Lichtwellenleiterkabel	H.G. Boleche, T. Wielgolaski, G. Kochsmeier	91 05 800
Tastenschalter mit Beleuchtung	W. Minks	91 05 230
Schraubenlinien- oder ringförmig gewelltes Metallrohr	K. Schippl	91 04 906
Gestell der Nachrichtentechnik	H. Hoffmann	91 07 076
Gehäuse mit EMV-dichtem Fenster	W. Wiegand	91 07 917
Elektronische Objektkamera	C. Garcia-Victoria, G. Frick	91 10 664
Bildtelefon	C. Garcia-Victoria	91 10 429
Sicherungsrahmen für Gestelle	F. Hüeber	91 08 185
Koaxiales elektrisches Hochfrequenzkabel	R. Fleischhauer, H. Kaden, R. Henniscke	91 09 958

TITULO	INVENTORES	Nº DE SOLICITUD
Vorrichtung zur Stromübertragung zwischen zwei relativ zueinander beweglichen Endstellen	F. Schauer, M. Wolff, A. Neuner	91 07 726
Vorrichtung zur Temperaturanzeige	W. Weise, M. Still	91 08 491
SOLICITUDES DE PATENTES ITALIANAS:		
Dispositivo di smistamento in particolare per sistemi di smistamento a tasche	A. Passero	Mi91/000611
SOLICITUDES DE PATENTES NORUEGAS:		
Festeanordning	H. Hasleberg	91 25 50
PATENTES DE ESTADOS UNIDOS:		
Method and Apparatus for Heat Sealing of Joints and Connections	Nicholas H. Neely	5 142 776
SOLICITUDES DE PATENTES EUROPEAS:		
Encoder arrangement	B.F. Voeten, W.J.A. Verbiest	91202188
Telecommunication system	H.A.J. Verhille, M.A.R. Henrion, M.P. De Somer, B.J.G. Pauwels	01201915
Performance measurement device for a telecommunication path and method used therein	J.A.M. Van Tetering, F.L. Denissen	91202107
Digital sigma-delta modulator and arithmetic overflow protected adder	D.R. Haspeslagh, E. Moerman	91870103
Method for determining equalisation delays in a transmission system and related transmission system	G. Van Der Plas, C.H.J. Sierens, D.J.G. Mestdach	91201355
Transmitting station for a position locating system, particularly for the microwave landing system, and methods for monitoring and controlling such a transmitting station	H. Kleiber, T. Benecke, F. Limbach	91112160

Esta lista puede incluir solicitudes de Modelos de utilidad. Para EE.UU en lugar de solicitudes de patentes, se incluyen patentes concedidas. Estas solicitudes/patentes pueden pedirse a las correspondientes oficinas nacionales de Patentes.

Abreviaturas en este número

ACE	elemento de control auxiliar	DTAP	parte de aplicación de transferencia directa
ACSE	elemento de servicio de control de asociación	DTCA	controlador de enlace digital para interfaz A
AGCH	canal de acceso permitido	DTIC	circuito de interfaz de enlace digital
ALI	localización e identificación automática	DTM	módulo de enlace digital
ALMAP	plataforma de gestión de Alcatel	DTTCE	TCE de enlace digital
AMDF	acceso múltiple por división de frecuencia	EIR	registro de identidad de equipo
AMDT	acceso múltiple por división en el tiempo	EMC	compatibilidad electromagnética
AMPS	sistema avanzado de telefonía móvil	ETSI	European Telecommunications Standards Institute
APP	Conferencia Plenipotenciaria Adicional	FACCH	canal de señalización asociada rápido
ASIC	circuito integrado de aplicación específica	FDMA	ver AMDF
ASP	paquete de aplicación software	FIR	respuesta de pulso finito
ATM	ver MTA	FMM	máquina de mensajes finitos
AuC	centro de autenticación	FTAM	gestión, acceso y transferencia de ficheros
BCCH	canal de control de difusión	FU	unidad de trama
BIE	equipo de interfaz de estación base	GMSC	MSC cabecera
BSACE	ACE sistema de tarificación	GMSK	modulación gaussiana por desplazamiento de fase
BSC	controlador de estación base	GSM	sistema global para comunicaciones móviles
BSS	subsistema de estación base	GSM	Groupe Spécial Mobile
BSSAP	parte de aplicación del BSS	HCCE	elemento de control de canal común n°7
BSTCE	TCE de estación base	HCSA	ACE sistema del CCITT n°7
BTS	estación base transceptora	HLC	comité de alto nivel del ITU
CC	control de llamada	HLR	registro de posiciones base
CCIR	International Radio Consultive Committee	ILC	controlador de enlace RDSI
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultive Committee	IMEI	identificación internacional de equipo móvil
CCM	módulo de canal común	IMSI	identificación internacional de abonado móvil
CEPT	Conférence Européenne des Postes et Télécommunications	IRIS	soporte de instalación de propagación radio en interiores
CMISE	elemento común del sistema de información de gestión	ISA	interconexión de sistemas abiertos
CPM	módulo de ordenador y periféricos	ISDN	ver RDSI
CPRA	procesador común para interfaz A	ISO	International Standards Organization
CPSDN	red pública de datos de circuitos conmutados	ISUP	ver PUSI
CPU	unidad central de proceso	ITU	International Telecommunication Union, ver UIT
CTCE	elemento de control de reloj y tonos	IWF	función de interfuncionamiento
CTM	módulo de reloj y tonos	JPEG	Joint Photographic Expert Group
CU	unidad de portadora	LAN	red de área local
CHILL	lenguaje del alto nivel del CCITT	LAPDm	protocolo de acceso a enlace para canal D móvil
DCA	asignación dinámica de canales	LRSACE	ACE sistema del registro de posición
DCS	Digital Cellular System	LSI	integración a gran escala
DECT	Digital European Cordless Telecommunications	MAC	control de acceso al medio
DFCE	elemento de control de defensa	MAP	parte de aplicación móvil
DLC	control de enlace de datos		
DSN	red de conmutación digital		

MCLU	unidad de reloj maestro	RCP	punto de control de radio
MIC	modulación por impulsos codificados	RDSI	red digital de circuitos integrados
MICDA	MIC diferencial y código adaptable (ADPCM)	ROM	memoria de solo lectura
MICE	elemento de control de interfuncionamiento móvil	ROSE	elemento de servicio de operación remota
MIM	módulo de interfuncionamiento móvil	RPOA	agencias operadoras privadas reconocidas
MM	gestión de movilidad	RR	gestión de recursos radio
MMI	interfaz hombre-máquina	RSACE	ACE sistema de gestión de recursos
MRSACE	ACE sistema de radio móvil	RSSI	información de la intensidad de campo
MS	estación móvil	RTDMS	sistema de gestión de bases de datos de tiempo real
MSACE	ACE sistema de medidas	RTPC	red telefónica pública conmutada
MSC	centro de conmutación de servicios móviles	SACCH	canal de señalización asociada lento
MSRN	número de posición de la estación móvil	SCCE	elemento de control de los circuitos de servicios
MSTS	sistema de pruebas del abonado móvil	SCCP	parte de control de la conexión de señalización
MTA	modo de transferencia asíncrona	SCM	módulo de circuitos de servicio
MTP	parte de transferencia de mensaje (CCITT)	SDCCH	canal de control de señalización
NADAL	análisis y diseño de redes de Alcatel	SDL	lenguaje de especificación y descripción (CCITT)
NMC	centro de gestión de red	SIM	módulo de identidad de abonado
NMT	teléfono móvil nórdico	SLI	intérprete de la lógica de servicio
NSS	subsistema de red	SMS	servicio de mensajes cortos
OBCI	interfaz de controlador integrado	SPC	control por programa almacenado
OMC	centro de operación y mantenimiento	SS	gestión de servicio suplementarios
OMC-M	centro de operación y mantenimiento - móvil	SSM	máquina soporte de sistema
OMC-R	centro de operación y mantenimiento - radio	SSP	punto de conmutación de servicios
OMC-S	centro de operación y mantenimiento - conmutación	TACS	sistema celular de acceso total
OSI	ver ISA	TC	transcodificador de voz
OSS	subsistema de operador	TC SMG	technical committee, special mobile group (ETSI)
PABX	centralita privada automática	TCAP	parte de aplicación de la capacidad de transacción
PATED	definición de elementos de búsqueda y análisis de prefijos	TCE	elemento de control de terminal
PCM	ver MIC	TCUA	unidad de control del terminal para interfaz A
PCH	canal de radio búsqueda	TCH	canal de tráfico
PLCE	elemento de control de periféricos y carga	TDD	división simétrica del tiempo
PLMN	red pública móvil terrestre	TDMA	ver AMDT
PLL	circuito de sincronización de fase	TGS	sistema de generación de casos de prueba
PROM	memoria programable de solo lectura	TMN	red de gestión de telecomunicaciones
PSACE	ACE sistema de la PATED	TMSI	sustituto temporal del IMSI
PSPDN	red pública de datos de paquetes conmutados	UIT	Unión Internacional de Telecomunicación
PSTN	ver RTPC	VGE	grupo voluntario de expertos (ITU)
PTCE	elemento de control de la facilidad de prueba permanente	VHDL	lenguaje de descripción hardware
PUSI	parte de usuario RDSI	VHSIC	VHSIC
PWM	modulación por anchura de pulsos	VLR	registro de posiciones de visitante
RACH	canal de acceso aleatorio	WPABX	PABX sin hilos
RAM	memoria de acceso aleatorio	WTAC	consejo asesor mundial de las telecomunicaciones

Oficinas editoriales

Cualquier asunto relativo a las distintas ediciones de *Electrical Communication* se debe dirigir al editor adecuado (las peticiones de suscripciones se deben enviar por fax o por correo):

Edición inglesa :

Rod Hazell
Electrical Communication

ALCATEL - 54, rue La Boétie, 75382 París Cédex 08, Francia
Tel.: (33-1) 40.76.13.47 Fax.: (33-1) 40.76.14.26

Edición francesa :

Catherine Camus
Revue des Télécommunications

ALCATEL - 54, rue La Boétie, 75382 París Cédex 08, Francia
Tel.: (33-1) 40.76.13.48 Fax.: (33-1) 40.76.14.26

Edición alemana :

Andreas Ortelt
Elektrisches Nachrichtenwesen

ALCATEL SEL AG - Lorenzstrasse 10, 7000 Stuttgart 40, Alemania
Tel.: (49) 711.821.46.90 Fax.: (49) 711.821.60.55

Edición española :

Gustavo Arroyo
Comunicaciones Eléctricas

ALCATEL STANDARD ELECTRICA - Ramirez de Prado 5, 28045, Madrid, España
Tel.: (34-1) 467.30.00 ext. 1857 Fax.: (34-1) 468.78.32

Edición italiana :

Dino Callegari
Prospettive di Telecomunicazioni

ALCATEL ITALIA, Div. Alcatel Telettra - Via Provinciale per Monza 33,
20049 Concorezzo (Milán), Italia
Tel.: (39) 39.60.44.350 Fax.: (39) 39.60.41.955

En este número

Comunicaciones Eléctricas - Segundo trimestre de 1993

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre 1993, págs. 118-127

¿Qué son el GSM y el DCS?

Déchaux, C.; Scheller, R.

Hoy en día, redes celulares basadas en un concepto desarrollado por Bell System a finales de los setenta dan servicio a más de 18 millones de usuarios móviles en todo el mundo. El ETSI ha especificado una segunda generación de sistemas celulares que usan una tecnología digital de acceso radio. Este tipo de sistema digital ha sido diseñado para ofrecer mejor capacidad y calidad en terminales portátiles y para dar acceso a servicios tipo RDSL. En 1993 habrá unas 36 redes operativas basadas en este estándar, llamado GSM a 900 MHz y DCS a 1800 MHz, en 22 países en Europa y también en Australia y Asia. A nivel de interfaz radio el modo de acceso múltiple es una combinación de división en tiempo y en frecuencia. El estándar define también todos los niveles de los diferentes interfaces entre las principales entidades del sistema: estación base, centro de conmutación móvil, registros de localización del abonado y centro de mantenimiento.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre 1993 págs. 141-154

Sistemas de redes GSM e integración total del sistema

Feldmann, M.; Rissen, J.P.

El subsistema de red para GSM consta de seis elementos genéricos principales: el centro de conmutación de los servicios móviles, el registro de posiciones base, el registro de posiciones de visitantes, el centro de autenticación, el registro de identidad de equipo y el centro de operación y mantenimiento. Usando como núcleo productos clave de Alcatel, como los sistemas de conmutación de Alcatel 1000 S12 y E10 y el procesador de comunicaciones Alcatel 8300, se han desarrollado productos que cumplen totalmente con los requisitos, haciéndose una amplia reutilización tanto del software como del hardware. La selección de unos potentes simuladores de funciones y carga junto a una estrategia de integración paso a paso cuidadosamente planificada ha sido muy eficaz para la obtención de un sistema de gran calidad en un tiempo mínimo.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre 1993 págs. 128-140

Los terminales GSM

Bursztejn, J.

Los terminales de radiotelefonía celular desarrollados según la norma europea GSM, por Alcatel Radiotéléphone son el resultado del esfuerzo conjugado de varias áreas de la radio móvil: arquitectura de radio, lógica, circuitos integrados específicos, tratamiento digital de la señal, mecánica, pila y acumulador. Este artículo describe las restricciones a las que ha estado sujeto el diseño y desarrollo de estos terminales y las soluciones, frecuentemente originales, adoptadas.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre 1993 págs. 155-163

Sistema de estaciones base GSM

Varin, J.; Bezler, M.; Hofmans, R.; Van den bossche, K.

Los elementos de las estaciones base Alcatel 900 son la estación base transceptora (BTS), el controlador de estación base (BSC), los transcodificadores de voz y el equipo de transmisión para los interfaces A y A-bis. Se presentan tres versiones de BTS: estándar, mini y microcabinas. El artículo describe la arquitectura del sistema, y detalles de realización del hardware y del software. Muestra como se han aplicado las técnicas y tecnologías más avanzadas para conseguir un diseño compacto, modular, flexible y económico, cumpliendo totalmente con los interfaces normalizados GSM.

Tarjeta de respuesta

- Por favor, corrija mi dirección
- Por favor, añada mi nombre a su lista
- Por favor, anule mi suscripción

Número de suscriptor : _____
(en la etiqueta del sobre)

Apellidos : _____

Nombre : _____

Compañía : _____

Dirección : _____

País : _____

Inglés Francés Alemán Español Italiano

Número de copias deseadas : _____

Electrical Communication - 2nd Quarter 1993, pp. 141-154

GSM Network Systems and Overall System Integration

Feldmann, M.; Rissen, J. P.

The network subsystem for GSM consists of six major generic elements: mobile services switching centre, home location register, visitor location register, authentication centre, equipment identity register and operation and maintenance centre. Alcatel core products, namely the Alcatel 1000 S12 and E10 switching systems and the Alcatel 8300 communication processor have been developed to fulfil the complex requirements of such a system, with extensive re-use of both hardware and software. The selection of powerful function and load simulators and carefully-planned stepwise integration strategy has proved effective in producing a high quality system with minimum lead time.

Electrical Communication - 2nd Quarter 1993, pp. 118-127

What are GSM and DCS?

Déchaux, C.; Scheller, R.

Today, all over the world, more than 18 million mobile subscribers are served by cellular networks based on a concept developed by Bell System in the late seventies. A second generation of cellular system using digital radio access technology has been specified by the European Telecommunications Standards Institute. This digital type of system has been designed to offer better capacity and quality for handheld terminals and to give access to ISDN types of service. In 1993 about 36 networks using this standard, called GSM at 900 MHz and DCS at 1800 MHz, will be in operation in 22 countries in Europe and also in Australasia. At the radio interface level, the multi-access mode is a combination of time and frequency division. The standard defines also all the layers of the different interfaces between the main system entities: base station, mobile switching centre, subscriber location registers and maintenance centre.

Electrical Communication - 2nd Quarter 1993, pp. 155-163

GSM Base Station System

Varin, J.; Bezler, M.; Hofmans, R.; Van den bossche, K.

The Alcatel 900 base station elements are the base transceiver station (BTS), the base station controller, speech transcoders and transmission equipment for the A and A-bis interfaces. Three versions of the BTS are presented: standard, mini and microshelter. The article describes the system architecture, and details implementation of hardware and software. It is shown how the most advanced techniques and technologies have been applied to achieve a compact, modular, flexible and cost-effective design that complies fully with GSM standardized interfaces.

Electrical Communication - 2nd Quarter 1993, pp. 128-140

GSM Terminals

Bursztejn J.

The cellular radiotelephone terminals developed by Alcatel Radiotéléphone to meet the requirements of the European GSM standard, represent the combination of a number of mobile radio disciplines: radio architecture, software, ASIC, digital signal processing, mechanical components, battery and charger. This article describes the constraints to which the design and development of these terminals were subject, and the frequently original solutions adopted.

Sello/
Stamp

Editor de Comunicaciones Eléctricas
Ref. 20220 (Gustavo Arroyo)
ALCATEL STANDARD ELÉCTRICA
Ramirez de Prado 5
28045 Madrid
España

Operación y mantenimiento GSM

Schmid, E. H.; Köhler, M.

Los constantemente crecientes niveles de tráfico en las redes de telecomunicación y la siempre mayor competitividad entre los proveedores de servicios demandan un nuevo concepto de control de los procedimientos operativos: la Gestión de Red. Sistemas especiales permiten al operador realizar las necesarias funciones de explotación y de mantenimiento desde una posición centralizada. También se usan sistemas de este tipo en GSM (Global System for Mobile Communication). La ventaja de estos sistemas centralizados se encuentra en el menor coste de la explotación de la red. El OMC (Centro de operación y mantenimiento) se describe con un ejemplo de gestión de red GSM, cuya principal aplicación es la operación de la unidad de radio GSM.

Manos-libres - Un paso hacia la comunicación natural

Walker, M.

El comportamiento humano en una conversación permite el entendimiento incluso en ambientes ruidosos. El método descrito de conversación "manos libres" proporciona las bases para un sistema flexible. Los diferentes ambientes acústicos, la distancia entre el orador y el micrófono y el volumen de la voz determinan el margen dinámico de las señales de micrófono a enviar. Se tratan como señales entrantes del interlocutor y de la ganancia controlada, de acuerdo con las propiedades psicoacústicas del oído humano. El sonido de fondo se reduce y la señal de voz se amplifica a un nivel constante. La sonoridad de la señal recibida se adapta al ambiente dependiendo de los requisitos acústicos. Comparado con los métodos utilizados actualmente, por ejemplo la cancelación de eco, el método descrito es barato, y tiene muchas posibilidades de aplicación.

Movilidad DECT para la nueva generación de centralitas Alcatel

Werbus, V.; Veloso, A.; Villanueva, A.

El estándar Digital European Cordless Telecommunications del ETSI es un importante desarrollo dentro en las comunicaciones personales portátiles en área local, capaz de realizar las rigurosas necesidades de las redes de empresas. El concepto de una centralita sin hilos (WAPBX) promete muchas ventajas, que incluyen libertad de movimientos, menor número de llamadas no atendidas, mejor imagen externa y número personal. El artículo resalta el estándar DECT, sus características técnicas y su estructura en capas. Se detalla la implantación y operación de la solución de Alcatel, que consta de una WAPBX, una estación base DECT y un terminal DECT.

Planificación de redes nacionales de telecomunicaciones

Pita, I.; De Miguel, M.; Bartolomé, A.

El artículo presenta un conjunto de herramientas desarrolladas para soportar la planificación de las redes nacionales de telecomunicaciones con estructuras jerárquicas y no jerárquicas. Describe los procedimientos y algoritmos usados en la optimización de la red de enlaces, incluyendo seguridad física y funcional y reserva de enlaces. El artículo muestra un aplicación a la planificación de la red nacional española. Se incluyen los resultados más importantes.

Handsfree Speaking - A Step Towards Natural Communication

Walker, M.

Human behaviour in a conversation allows understanding even in noisy environments. The described method of handsfree speaking forms the basis for a flexible system. Different acoustic environments, the distance between the person speaking and the microphone, and speech volume determine the dynamic range of the microphone signals to be sent. They are treated as incoming signals of the speaking partner and gain-controlled, according to the psycho-acoustic properties of the human ear. Background noise is reduced and the speech signal is amplified to a constant level. The playback volume of the received signal is adapted to the environment, depending on the acoustic requirements. Compared with the methods which are in general use today, e.g. echo cancellation, the described method is low in cost, and has many application possibilities.

Planning National Telecommunication Networks

Pita, I.; de Miguel, M.; Bartolomé, A.

This article presents a set of tools developed to support the planning of national telecommunications networks, taking into account both hierarchical and non-hierarchical network structures. It describes the procedures and algorithms used to optimize a trunk network, including functional and physical security and trunk reservation. The article is illustrated with an application of the planning study to the Spanish National Trunk Network. The main results obtained are included.

GSM Operation and Maintenance

Schmid, E. H.; Köhler, M.

The constantly rising traffic levels in telecommunications networks and the ever-intensifying competition between the service providers demands a new concept for controlling operational procedures: Network Management. Special systems allow the operator to carry out the necessary operational and maintenance functions from a central location. Systems of this type are also used in GSM (Global System for Mobile Communications). The advantage of these central systems is found in the lower network operating costs. The OMC (Operation and Maintenance Centre) is described by way of an example of GSM network management, the principal application of which is in the operation of the GSM radio unit.

DECT - Cordless Functionality in New Generation Alcatel PABXs

Werbus, V.; Veloso, A.; Villanueva, A.

The Digital European Cordless Telecommunications standard from ETSI is a major development in local area portable personal communications, able to meet the stringent needs of in-office networks. The concept of a wireless PABX yields several distinct benefits, including freedom of movement, fewer returned calls, improved external image, and personal number. The article outlines the DECT standard, its technical characteristics and its layered structure. The implementation and operation of the Alcatel solution, which consists of a WPABX, a DECT base station and a DECT handset, is detailed.